



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

**Propuesta para la ubicación del punto de bocamina en la Sociedad Minera “Nueva Esperanza”, sector Cañaribamba, cantón Santa Isabel.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIERO EN MINAS**

**Autor:**

**ANTHONNY WILSON TORRES ESPINOZA**

**Director:**

**ERNESTO PATRICIO FEJOO CALLE**

**CUENCA, ECUADOR**

**2019**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Deysi y Wilson y mis hermanos, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A mi esposa Noelia, por su ayuda, amor y comprensión en todo momento y a mi hijo Matías que desde su llegada nos brinda alegrías y es el motivo por el cual me permite seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la sabiduría.

A mi Director de Tesis, Patricio Feijoo por sus enseñanzas brindadas durante mi vida universitaria y por guiarme durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

A los ingenieros Leonardo Núñez y Fernando Valencia por su gentil ayuda para la culminación de este proyecto.

A mis abuelitos, por sus muestras de cariño y constantes consejos que me dan la fortaleza para superarme.

A mis suegros, Ximena y Fabricio por su apoyo hacia mí y mi familia en todo momento.

A mis primos Silvio Torres y Dixon Franco, representantes de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” por darme la confianza y accesibilidad al lugar para el desarrollo de mi Tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>3</b>
MARCO REFERENCIAL .....	3
1.1    Antecedentes.....	3
1.2    Datos generales .....	4
1.2.1    Ubicación del área de estudio.....	4
1.2.2    Vías de acceso .....	7
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
MARCO TEÓRICO .....	8
2.1    Conceptos comunes en minería .....	8
2.2    Etapas de un proyecto minero.....	14
2.2.1    Prospección.....	14
2.2.2    Exploración.....	15
2.2.2.1    Recopilación de información .....	15
2.2.2.2    Geología.....	15

2.2.3	Desarrollo .....	18
2.2.3.1	Labores de acceso .....	19
2.2.3.2	Labores de preparación .....	20
2.2.3.3	Infraestructura .....	21
<b>CAPÍTULO 3</b>	.....	<b>22</b>
<b>ANÁLISIS DEL ÁREA DE OPERACIÓN DE LA SOCIEDAD MINERA “NUEVA ESPERANZA”</b> .....		<b>22</b>
3.1	Topografía de la zona.....	22
3.2	Clima.....	23
3.3	Hidrografía.....	24
3.4	Cobertura vegetal.....	25
3.5	Suelo .....	27
3.6	Geología.....	28
3.6.1	Geología regional .....	28
3.6.1.1	Litoestratigrafía.....	30
3.6.2	Geología local.....	32
3.6.3	Geología estructural.....	35
3.6.4	Relieve .....	36
3.7	Mineralización .....	37
3.7.1	Geometría de la mineralización.....	38
<b>CAPÍTULO 4</b>	.....	<b>40</b>
<b>PROPUESTAS PARA LA UBICACIÓN DE LA BOCAMINA</b> .....		<b>40</b>
4.1	Ubicación de los puntos de bocamina.....	40
4.2	Planos topográficos.....	40
4.3	Análisis de parámetros a considerar en las propuestas .....	43

4.3.1	Seguridad .....	43
4.3.1.1	Resistencia y determinación de la cohesión y ángulo de fricción del suelo ....	43
4.3.1.2	Perfil del talud natural en bocamina .....	52
4.3.2	Análisis Económico.....	53
4.3.2.1	Gastos y costos.....	53
4.3.2.1.1	Construcción de vía.....	53
4.3.2.1.2	Plataforma para la infraestructura .....	54
4.3.2.1.3	Desarrollo de la galería de acceso .....	54
4.4	Comparación de ventajas y desventajas de las propuestas .....	61
4.5	Diseños topográficos finales .....	64
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>71</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Ubicación de puntos del área de operación denominado Sociedad minera “Nueva Esperanza” .	4
Tabla 3.1 Cuadro estadístico con información climatológica de Santa Isabel.	23
Tabla 3.2 Tipos de vegetación con su área en la microcuenca del río Naranjo.	26
Tabla 4.1 Ubicación de puntos de bocamina propuestos.	40
Tabla 4.2 Datos del esfuerzo cortante y esfuerzo normal del suelo tomados con la veleta y penetrómetro respectivamente en la propuesta de bocamina 1.	44
Tabla 4.3 Datos del esfuerzo cortante y esfuerzo normal del suelo tomados con la veleta y penetrómetro respectivamente en la propuesta de bocamina 2.	48
Tabla 4.4 Costos y gastos de maquinaria para la construcción de la vía en la propuesta de bocamina 1.	53
Tabla 4.5 Costos y gastos para la construcción de la plataforma en la propuesta de bocamina 1.	54
Tabla 4.6 Metros lineales, volumen y tiempo de extracción del material de las galerías de acceso propuestas.	55
Tabla 4.7 Consumo y costo total de combustible de compresor para el desarrollo de la galería de acceso 1.	56
Tabla 4.8 Costos y gastos totales de los accesorios de voladura para el desarrollo de la galería de acceso 1.	56
Tabla 4.9 Gastos totales en sueldos del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 1.	57
Tabla 4.10 Gastos de rol de provisiones del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 1.	57
Tabla 4.11 Resumen de costos directos e indirectos para el desarrollo de la galería de acceso 1.	58
Tabla 4.12 Consumo y costo total de combustible de compresor para el desarrollo de la galería de acceso 2.	58

Tabla 4.13 Gastos y gastos totales de los accesorios de voladura para el desarrollo de la galería de acceso 2. ....	59
Tabla 4.14 Gastos totales en sueldos del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 2. ....	59
Tabla 4.15 Gastos de rol de provisiones del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 2. ....	60
Tabla 4.16 Resumen de costos directos e indirectos para el desarrollo de la galería de acceso 2. ....	60
Tabla 4.17 Comparación de ventajas y desventajas de las propuestas. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Vista del terreno denominado Sociedad Minera “Nueva Esperanza” . . . . .	3
Figura 1.2 Ubicación de puntos del área de operación minera de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” . . . . .	5
Figura 1.3 Mapa de ubicación de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” . . . . .	6
Figura 1.4 Vía de acceso a la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” . . . . .	7
Figura 3.1 Topografía del área de operación. . . . .	22
Figura 3.2 Distribución temporal de precipitación en Santa Isabel. . . . .	24
Figura 3.3 Distribución temporal de temperatura en Santa Isabel. . . . .	24
Figura 3.4 Cuenca, Subcuenca y microcuenca de la zona de estudio. . . . .	25
Figura 3.5 Suelo presente en el área de operación de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” . . . . .	27
Figura 3.6 Mapa Geológico Regional de la concesión minera “Shyri”. . . . .	31
Figura 3.7 Ilustración del Complejo Diatrema Rosia Montana (Rumania), similar al de Cañaribamba. . . . .	32
Figura 3.8 Brecha diatrema presente en la zona de estudio. . . . .	33
Figura 3.9 Roca con presencia de illita en la zona de estudio. . . . .	33
Figura 3.10 Roca con presencia de adularia en la zona de estudio. . . . .	34
Figura 3.11 Brecha del complejo diatrema presente en una galería del sector. . . . .	34
Figura 3.12 Morfología de la zona. . . . .	36
Figura 3.13 Relieve de la zona. . . . .	37
Figura 3.14 Veta de interés presente en la galería de acceso existente en la zona. . . . .	39
Figura 4.1 Plano topográfico de la propuesta de Bocamina 1 . . . . .	41
Figura 4.2 Plano topográfico de la propuesta de Bocamina 2 . . . . .	42

Figura 4.3 Cálculo de la cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr en la propuesta de Bocamina 1. ....	47
Figura 4.4 Cálculo de la cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr en la propuesta de Bocamina 2. ....	51
Figura 4.5 Perfil natural del talud en el punto de Bocamina de la propuesta 1. ....	52
Figura 4.6 Perfil natural del talud en el punto de Bocamina de la propuesta 2. ....	52
Figura 4.7 Área de la galería de acceso propuesta. ....	54
Figura 4.8 Vista 3D superior de la propuesta de galería de acceso 1. (Software RECMIN) .....	64
Figura 4.9 Vista 3D lateral de la veta y propuesta de galería de acceso 1. (Software RECMIN) .....	64
Figura 4.10 Vista 3D de la propuesta de galería de acceso 2. (Software RECMIN) .....	65
Figura 4.11 Vista 3D Lateral de la veta y propuesta de galería de acceso 2. (Software RECMIN) .....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

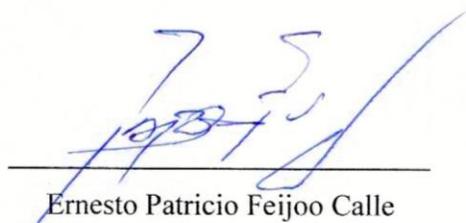
Anexo 1. Registro fotográfico.....	71
Anexo 2. Perfiles de vía de transporte para la propuesta 1 y 2.....	72
Anexo 3. Perfiles para la construcción de la plataforma propuesta 1. ....	73
Anexo 4. Perfiles para la construcción de la plataforma propuesta 2. ....	74

**PROPUESTA PARA LA UBICACIÓN DEL PUNTO DE BOCAMINA EN LA  
SOCIEDAD MINERA “NUEVA ESPERANZA”, SECTOR CAÑARIBAMBA,  
CANTÓN SANTA ISABEL**

**RESUMEN**

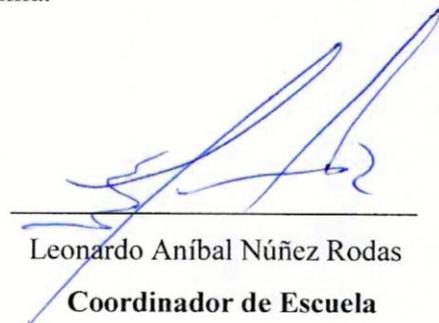
El presente proyecto se lo realizó dentro de la concesión minera Shyri en la Sociedad Minera “Nueva Esperanza”, representada por el titular minero Sr. Silvio Torres ubicada en la parroquia Cañaribamba, cantón Santa Isabel de la provincia del Azuay, cuyo objetivo es analizar una estructura mineralizada que aflora en la zona y posteriormente realizar una evaluación del área de operación para de esta manera proponer diferentes sitios como propuestas para la ubicación del punto de bocamina, que comunique el yacimiento mineral con la superficie, y establecer sus ventajas y desventajas de cada una de las alternativas, considerando parámetros topográficos, geológicos, geométricos y operativos.

**Palabras Clave:** Geología, veta, bocamina, economía.



Ernesto Patricio Feijoo Calle

**Director del trabajo de titulación**



Leonardo Aníbal Núñez Rodas

**Coordinador de Escuela**



Anthony Wilson Torres Espinoza

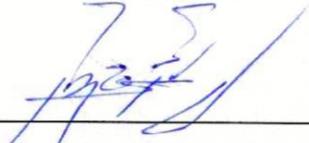
**Autor**

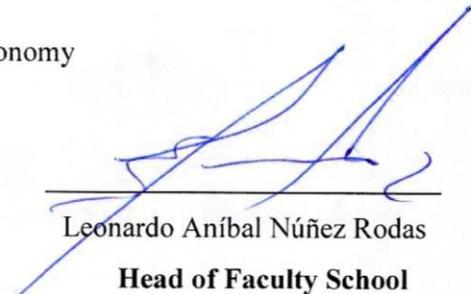
**PROPOSAL TO LOCATE A MINING ENTRANCE FOR THE MINING  
COMPANY “NUEVA ESPERANZA”, IN CAÑARIBAMBA, SANTA ISABEL**

**ABSTRACT**

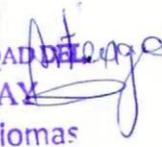
This research was carried out in the Shyri mining concession, “Nueva Esperanza” Mining Company, which is represented by Mr. Silvio Torres. The company is located in Cañaribamba, a parish that belongs to Santa Isabel, province of Azuay. The company’s objectives are to analyze a mineralized structure that emerges in the zone to, later, perform an assessment of the operation area to propose different places to locate the mining entrance point, so that the mineral deposit is communicated with the surface. The other objective is to establish the advantages and disadvantages of each alternative by considering topographic, geological, geometric and operational parameters.

**Key word:** Geology, vein, mining entrance, economy

  
\_\_\_\_\_  
Ernesto Patricio Feijoo Calle  
**Thesis Director**

  
\_\_\_\_\_  
Leonardo Anibal Nunez Rodas  
**Head of Faculty School**

  
\_\_\_\_\_  
Anthony Wilson Torres Espinoza  
**Author**

  
UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
Dpto. Idiomas  


  
Translated by  
Ing. Paul Arpi

Torres Espinoza Anthony Wilson

Trabajo de Titulación

Ing. Ernesto Patricio Calle Feijoo

Junio 2019

**PROPUESTA PARA LA UBICACIÓN DEL PUNTO DE BOCAMINA EN LA  
SOCIEDAD MINERA “NUEVA ESPERANZA”, SECTOR CAÑARIBAMBA,  
CANTÓN SANTA ISABEL**

**INTRODUCCIÓN**

La pequeña minería en el Ecuador sigue día a día mostrando grandes avances en sus operaciones pues buscan ser más eficientes y productivos desde el inicio de las operaciones para generar un desarrollo social y económico en nuestro país mediante una minería responsable con el ambiente y con altos niveles de seguridad industrial.

Es por esto que este proyecto surge con el fin de desarrollar una minería técnica en la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” pues al encontrarse en la etapa de desarrollo de mina requieren encontrar en superficie el punto más adecuado para situar la bocamina y demás infraestructura necesaria.

En el presente estudio primeramente se realiza un análisis del área de operación para recopilar información sobre la geología en el sector.

Seguidamente se incluye el estudio sobre la mineralización el cual identifica la zona por donde aflora el yacimiento mineral y se presenta un análisis estructural de esta veta mineralizada.

Por último mediante la información topográfica, geológica, estructural y ambiental se identifican las alternativas donde se puede ubicar la bocamina para poder acceder hacia la zona mineralizada, de los cuales mediante los análisis correspondientes se presentan sus ventajas y desventajas en temas de seguridad, económicos y de logística.

## CAPÍTULO 1

### MARCO REFERENCIAL

#### 1.1 Antecedentes

El titular de la concesión para minerales metálicos denominada “SHYRI”, código 101203, de 2625 hectáreas mineras contiguas ubicada en las parroquias Santa Isabel (Chaguarurco), cabecera cantonal Asunción, Abdón Calderón (La Unión), San Fernando, cabecera cantonal, de los cantones de Santa Isabel, Girón, San Fernando de la provincia del Azuay, otorgó el día 24 de Julio del 2018 un contrato de operación minera al señor Silvio Humberto Torres Buele, para que realice actividades mineras de exploración, explotación y comercialización de recursos minerales, bajo el régimen de pequeña minería.

El área de exploración y explotación se la estableció en 8 hectáreas mineras contiguas, la misma a la que sus accionistas denominaron Sociedad Minera “Nueva Esperanza”.



Figura 1.1 Vista del terreno denominado Sociedad Minera “Nueva Esperanza”.

## 1.2 Datos generales

### 1.2.1 Ubicación del área de estudio

El área de operación minera en la cual se realizó el presente estudio se encuentra ubicado aproximadamente a 5 km de la parroquia San Salvador de Cañaribamba, cantón Santa Isabel, provincia del Azuay, el cual consta de ocho hectáreas (8 has) mineras contiguas, delimitadas dentro de un polígono con las siguientes coordenadas de los vértices, establecidas en el contrato de operación:

Tabla 1.1 Ubicación de puntos del área de operación denominado Sociedad minera “Nueva Esperanza”.

<b>Punto</b>	<b>X_UTM_PSAD56</b>	<b>Y_UTM_PSAD56</b>	<b>X_UTM_WGS84</b>	<b>Y_UTM_WGS84</b>
P.p	686874	9644200	686622	9643835
1	686674	9644200	686422	9643835
2	686674	9644600	686422	9644235
3	686874	9644600	686622	9644235

Fuente: Sr. Silvio Humberto Torres Buele

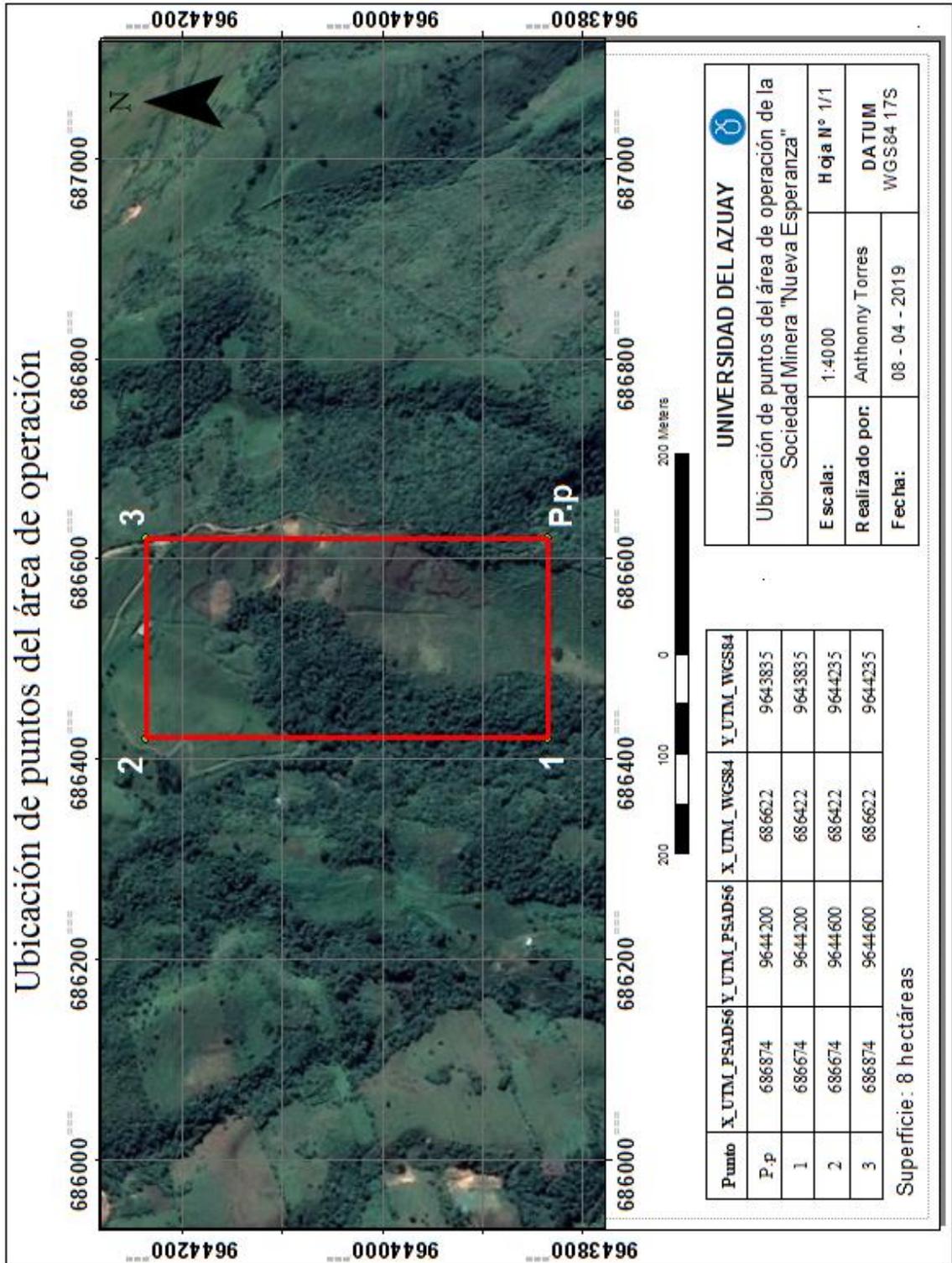


Figura 1.2 Ubicación de puntos del área de operación minera de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza”.

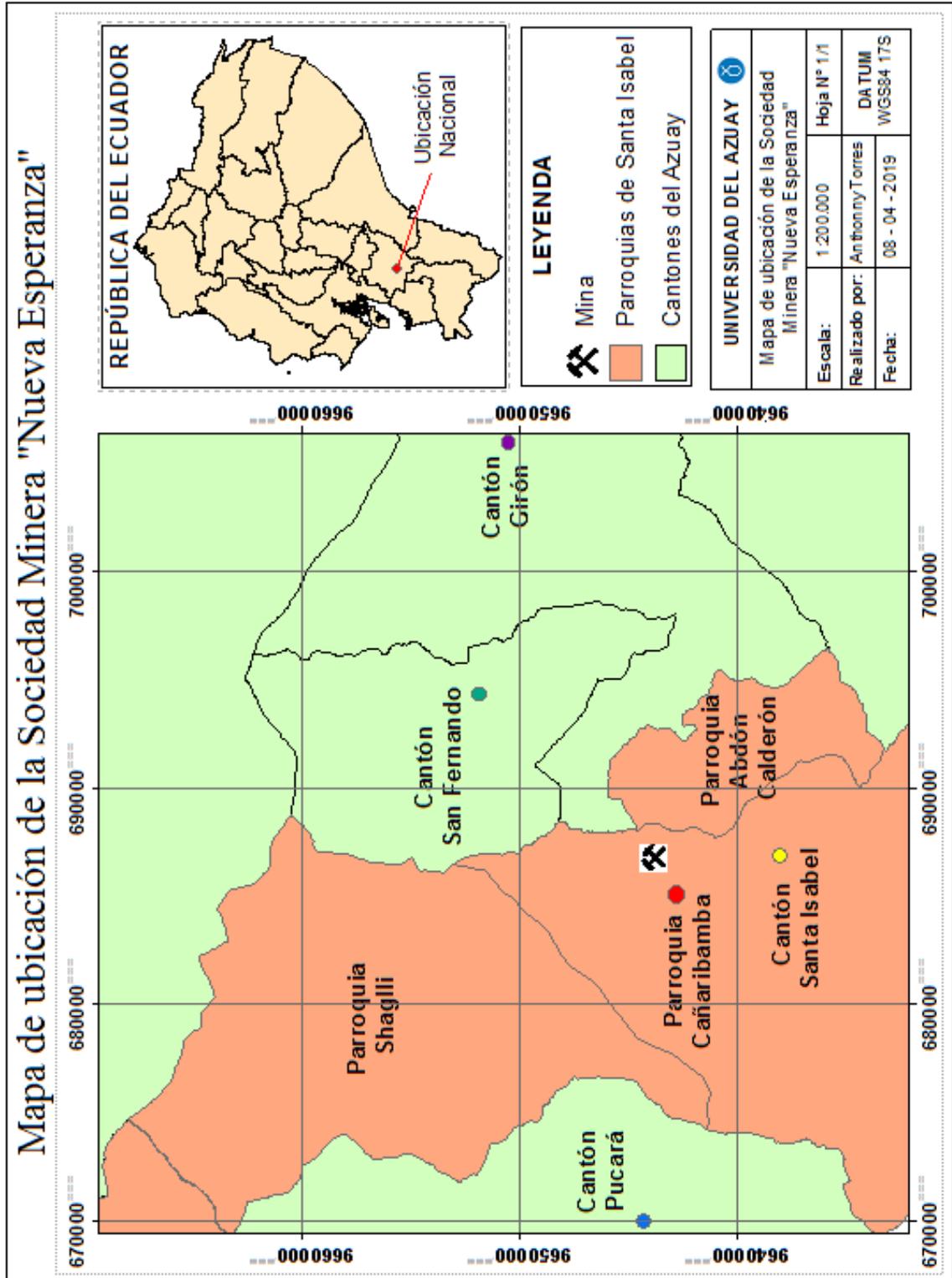


Figura 1.3 Mapa de ubicación de la Sociedad Minera "Nueva Esperanza".

### 1.2.2 Vías de acceso

Para acceder al área de operación es necesario primeramente llegar al cantón Santa Isabel, en la provincia del Azuay; estando en esta ciudad se continúa por vía asfaltada que conduce a la parroquia de San Salvador de Cañaribamba, recorriendo 9 km; finalmente a 150 metros antes de la cabecera parroquial de Cañaribamba se gira hacia la derecha continuando por una vía de tercer orden aproximadamente 5 km, llegando de esta manera al área de estudio.

El total de recorrido desde el cantón Santa Isabel hacia la mina es de 14 km y en aproximadamente 30 min se puede llegar hacia este destino.



Figura 1.4 Vía de acceso a la Sociedad Minera "Nueva Esperanza".

## CAPÍTULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Conceptos comunes en minería

##### **Industria minera extractiva (de recursos naturales no renovables)**

Cuando se extraen los recursos minerales estos no se renuevan, por esta razón la minería es una actividad que se maneja con responsabilidad y tecnología para lograr el mayor aprovechamiento de estos recursos escasos. Para lograr este mayor aprovechamiento las empresas mineras tienen como objetivo conseguir la óptima extracción de las reservas minerales con el mayor beneficio económico y con la máxima seguridad de las operaciones (Estudios Mineros del Perú, sf).

##### **Mineral**

Es una sustancia inorgánica de ocurrencia natural en la corteza terrestre, que posee un conjunto distintivo y característico de propiedades físicas y una composición que puede ser expresada por una fórmula química. Es decir, los minerales son combinaciones definidas y precisas entre elementos químicos. De las minas, por lo general, se extraen rocas. Sólo en casos excepcionales se extraen elementos químicos o minerales en estado puro. Las rocas son agregados de minerales, es decir, combinaciones variables entre diferentes minerales (Ortiz, 2008).

##### **Yacimiento de minerales**

Se habla de yacimientos en un sentido amplio al referirse a una anomalía geológica que implica la concentración fuera del nivel normal que se encuentra en la roca, de algún elemento o mineral de interés (recursos geológicos). Implica una concentración desde un punto de vista geológico, sin necesariamente hablar de su potencial beneficio

económico. Se entiende por yacimiento minero a un sector limitado de la corteza terrestre que posee concentraciones de minerales o elementos que tienen un potencial interés económico y que por lo tanto pueden ser extraídos generando un beneficio. En este contexto, un yacimiento es sinónimo de un depósito (Ortiz, 2008)

Se distinguen tipos de yacimientos según el producto que generan:

- a. Yacimientos metálicos: cobre, oro, plata, molibdeno, manganeso, hierro, plomo, zinc, etc.
- b. Yacimientos no metálicos: sales, calizas, sílice o cuarzo, yeso, azufre, yodo, arcillas, etc.
- c. Yacimientos de combustibles fósiles: carbón, antracita, esquistos bituminosos.

Además según (Estudios Mineros del Perú, sf) los yacimientos en general, se pueden clasificar en cuatro grupos principales:

- **Vetas**

Yacimiento compuesto por un cuerpo mineral de forma alargada, limitado por planos irregulares de rocas denominadas “encajonantes” o "cajas". Pueden ser angostas menores a 1 m o anchas mayores a 1 m. La mayoría tiene origen ígneo, aunque en diversas situaciones las fisuras pueden rellenarse por procesos sedimentarios. Generalmente la veta es vertical o con cierto grado de inclinación.

- **Diseminado**

Se conoce así al cuerpo mineral que aparece en forma de hilos que atraviesan la roca en todas direcciones, o bien como puntos o motas de mineral que cubren grandes extensiones. Los cuerpos diseminados generalmente son de baja ley y tienen grandes tonelajes en grandes extensiones.

- **Aluvial**

Es un yacimiento formado por el transporte de gravas, limo y minerales pesados de distintas formas y tamaños, que están depositados en las arenas o lechos de los ríos o mares. Generalmente son de oro, tungsteno y titanio.

- **Contacto**

Es un depósito mineral formado a lo largo del encuentro entre dos rocas de distinto origen, generalmente una de ellas es caliza.

### **Depósitos epitermales**

Los depósitos o yacimientos epitermales son aquellos en los que la mineralización sucedió a poca profundidad de la superficie terrestre (de 1 a 2 km), y son producto de fluidos hidrotermales calientes con temperaturas que van desde los 100°C hasta los 300°C.

Estos depósitos se encuentran relacionados a procesos volcánicos en zonas de subducción donde el movimiento de los fluidos hacia la superficie es a través de fracturas y fallas, brechas hidrotermales, brechas, diatremas, estructuras radiales de caldera, es decir, obedece a un control de mineralización estructural, aunque también pueden mineralizar ciertos estratos de rocas permeables o químicamente preparadas (Páez, 2008).

La mineralización en los depósitos epitermales comprende metales preciosos como el oro (Au) y la plata (Ag) y cantidades también de Cu, Pb, Zn, Bi, etc.

Los yacimientos epitermales se puede dar a través de dos tipos de fluidos mineralizantes como los de baja y alta sulfuración.

- **Yacimientos de baja sulfuración:** los fluidos en este tipo de yacimiento son una mezcla de aguas meteóricas que han percolado a la subsuperficie y aguas

magmáticas derivado de una intrusión magmática que han ascendido a la superficie.

Los fluidos de baja sulfuración, generalmente forman vetas de relleno con metales preciosos o series de vetas/vetillas más finas.

Los minerales de ganga asociados a este tipo de yacimiento son: cuarzo, adularia, illita y calcita.

- **Yacimientos de alta sulfuración:** son derivados generalmente de una fuente magmática, la misma que ha depositado metales preciosos cerca de la superficie cuando el fluido se enfría o diluye mezclándose con aguas meteóricas (Maksaev, 2001).

Los fluidos de alta sulfuración más calientes y ácidos penetran más en las rocas encajonantes originando cuerpos mineralizados vetiformes y cuerpos irregulares diseminados.

Los minerales de ganga asociados a este tipo de yacimiento son: pirita, cuarzo, alunita, barita, enargita, luzonita, covelita y caolinita.

En ambos tipos de yacimientos los fluidos circulan hacia la superficie por medio de fracturas en las rocas y la mineralización por lo general se presenta en esos conductos (mineralización estructuralmente controlada), pero también pueden circular por niveles de rocas permeables y eventualmente mineralizar ciertos estratos (Maksaev, 2001).

Los depósitos epitermales se presentan en muchos países que se encuentran en el “anillo de fuego” del Pacífico, que corresponde al área de volcanismo que rodea al Océano Pacífico desde Asia del Sur hasta el oeste de Sudamérica (Maksaev, 2001).

## **Principales características de los yacimientos minerales**

### **- Afloramiento**

Es la exposición de un yacimiento mineral en superficie el cual puede estar plenamente visible o se encuentra cubierto por el terreno u otra sobrecarga.

### **- Potencia**

Es el espesor o ancho de un depósito mineralizado que se mide perpendicular a la roca caja.

### **- Caja techo**

Es la roca sobre el lado superior de una veta inclinada.

### **- Caja piso**

Es la roca que se encuentra debajo de la veta.

### **- Rumbo**

Es la dirección de la veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético y se mide en un plano horizontal.

### **- Buzamiento**

Es el ángulo vertical al cual la veta, estrato o manto está inclinado con respecto a la horizontal y se mide en un plano vertical.

## **Mina**

Corresponde al lugar físico de la faena organizada que permite la extracción de un determinado mineral o elemento. Es una excavación hecha en la corteza terrestre con el propósito de extraer estos minerales. La excavación puede ser superficial (en rigor, diremos que está permanentemente expuesta a la superficie) o subterránea. También pueden coexistir ambos tipos (Ortiz, 2008)

## **Minería subterránea**

La minería subterránea abarca todos los trabajos destinadas a explotar materias primas por medios técnicos. Además de la extracción y el transporte, comprende las actividades de prospección y exploración, la dotación de infraestructura (conexión a vías, construcción de depósitos e instalaciones exteriores tales como oficinas administrativas, talleres, etc.), así como las medidas destinadas a proteger la salud y seguridad de los mineros.

La ubicación de las labores subterráneas depende siempre de la presencia de yacimientos de materias primas. La explotación subterránea se puede realizar en todas las zonas climáticas, ya sea en lugares remotos como debajo de grandes ciudades, en el fondo del mar y en lugares montañosos. La profundidad de extracción va desde unos cuantos metros hasta más de 3 kilómetros.

## **Pequeña minería**

La ley de minería en su art. 138 define a la pequeña minería de la siguiente manera: “Se considera pequeña minería aquella que, en razón de las características y condiciones geológico mineras de los yacimientos de sustancias minerales metálicas, no metálicas y materiales de construcción, así como de sus parámetros técnicos y económicos, se hace viable su explotación racional en forma directa, sin perjuicio de que le precedan labores

de exploración, o de que se realicen simultáneamente las labores de exploración y explotación.

A las características y condiciones geológico-mineras de los yacimientos, aptos para el desarrollo de labores en pequeña minería, y diferentes a actividades mineras en mayor escala, les son inherentes las que correspondan al área de las concesiones, al monto de inversiones, volumen de explotación, capacidad instalada de beneficio o procesamiento, y condiciones tecnológicas, de acuerdo con las normas del “Reglamento del Régimen Especial de Pequeña Minería y Minería Artesanal”.

## **2.2 Etapas de un proyecto minero**

Un proyecto minero pasa por varias etapas, en cada una de las cuales se va mejorando el conocimiento del depósito y se aumenta el nivel de detalle en la ingeniería desarrollada (Ortiz, 2008).

### **2.2.1 Prospección**

Es la etapa inicial de la actividad minera cuyo objetivo es determinar si una zona en concreto, generalmente de gran extensión, presenta posibilidades de que exista un determinado tipo de depósito mineral que luego dependiendo tanto de su dimensión como de su composición serán explotados en un proyecto minero. Esto se establece de acuerdo a la información que poseemos sobre ese tipo de yacimiento y sobre la geología de la zona de estudio.

La prospección también recurre a las técnicas que se pueden efectuar en gabinete y que no requieren trabajo de campo, como información bibliográfica, mapas, fotos aéreas, imágenes de satélite, etc, y que tiene por objeto delimitar zonas de interés (Canet & Camprubí, 2006).

En base a los resultados de la prospección, se elige el área para un estudio más detallado, que permita comprobar la existencia de mineralización.

## **2.2.2 Exploración**

Es la etapa en donde se realizan estudios más profundos de la zona, estos estudios incluyen muestreo y análisis químico de las rocas mediante una serie de trabajos superficiales (Estudios Mineros del Perú, sf).

### **2.2.2.1 Recopilación de información**

Es una de las técnicas preliminares, que puede llevarse a cabo en la propia oficina, si bien en algunos casos supone ciertos desplazamientos, para localizar la información en fuentes externas (bibliotecas, bases de datos).

Consiste básicamente en recopilar toda la información disponible sobre el tipo de yacimiento prospectado (características geológicas, volúmenes de reservas esperables, características geométricas), así como sobre la geología de la zona de estudio y de su historial minero (tipo de explotaciones mineras que han existido, volumen de producciones, causas del cierre de las explotaciones). Toda esta información nos debe permitir establecer el modelo concreto de yacimiento a prospectar (Reyes, 2005).

### **2.2.2.2 Geología**

El estudio en mayor o menor detalle de las características de una región siempre es necesario en cualquier estudio de ámbito minero, ya que cada tipo de yacimiento suele presentar unos condicionantes específicos que hay que conocer para poder llevar a cabo con mayores garantías de éxito nuestra exploración, así como otras que puedan emprenderse en el futuro (Ordoñez, 2016).

La geología es un estudio que se lleva a cabo durante las fases de preexploración y exploración. Dentro del término genérico de geología se incluyen muchos apartados diferentes del trabajo de reconocimiento geológico de una zona. La cartografía geológica (o elaboración de un mapa geológico de la misma) incluye el levantamiento estratigráfico (conocer la sucesión de materiales estratigráficos presentes en la zona), el estudio tectónico (identificación de las estructuras tectónicas, como fallas, pliegues, que

afectan a los materiales de la zona), el estudio petrológico (correcta identificación de los distintos tipos de rocas), hidrogeológico (identificación de acuíferos y de sus caracteres más relevantes), etc.

- **Geología estructural**

Geología estructural es la rama de la geología que estudia la corteza terrestre, sus estructuras y la relación de las rocas que las forman. Estudia la geometría de las rocas y la posición en que aparecen en superficie. Interpreta y estudia la deformación de los materiales en la corteza terrestre, cuyas representaciones más habituales son la formación de pliegues y de fallas (García, 2012).

- **Geomorfología**

La geomorfología es una ciencia derivada de la geología y geografía que se encarga del estudio y análisis de las características, formas y variaciones que tiene la superficie terrestre enfocado a describir, entender los procesos que las generan y su actual comportamiento.

Los factores que provocan estos procesos pueden ser los siguientes:

- a. Factores geológicos internos (el vulcanismo, la orogénesis y la tectónica).
- b. Factores geológicos externos (el clima, el viento, la presión atmosférica, las precipitaciones, la temperatura).
- c. Factores bióticos (animales y vegetación).
- d. Factores antrópicos (acción humana).

- **Cuenca hidrográfica**

Una cuenca hidrográfica es un espacio territorial, región o zona de captación de aguas naturales que se encuentra delimitado por las partes más altas de las montañas, desde donde el agua de precipitación de la lluvia que cae en la superficie, escurre o drena a través de una red de corrientes (quebradas, ríos) que fluyen hacia un cauce común de salida, que puede ser un río principal o al mar.

Las cuencas hidrográficas además de ser unidades funcionales, tener límites bien definidos y salidas puntuales, están estructuradas jerárquicamente, ya que pueden subdividirse en subcuencas y ésta a su vez en microcuencas.

- **Mecánica de suelos: resistencia al corte de los suelos**

La propiedad de los suelos de soportar cargas y conservar su estabilidad, depende de la resistencia al corte de los suelos. Cualquier masa de suelo se rompe cuando esta resistencia es superada.

Además la resistencia de corte de un suelo no solamente depende de la permeabilidad, sino también de la compresibilidad del suelo.

Una de las alternativas para determinar la resistencia al corte de un suelo es por medio de ensayos de campo, sometiendo al suelo a ensayos de corte y presión por medio de la veleta y penetrómetro respectivamente, para de esta manera obtener la cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr.

• **Cohesión**

La cohesión es la atracción que existe entre las partículas del suelo debido a fuerzas internas lo cual permite que se mantengan juntas.

- **Ángulo de fricción**

El ángulo de fricción de un suelo consiste en la resistencia al deslizamiento entre partículas y al roce entre ellas cuando están sometidas a esfuerzos normales.

- **Círculo de Mohr**

El círculo de Mohr es un método gráfico para determinar la ubicación del esfuerzo normal y cortante que provoca la fractura de un material que se encuentra en estudio.

- **Veleta**

La veleta es un instrumento que sirve para determinar el parámetro de resistencia al corte de un suelo, el cual consta de varias aspas que hacen que pueda romper el suelo y de esta manera medir el esfuerzo cortante.

- **Penetrómetro**

El penetrómetro de bolsillo es un instrumento diseñado para obtener la resistencia a la penetración del suelo. Se compone de una carcasa, un muelle, una punta de penetración plana, un anillo deslizante y una escala.

### **2.2.3 Desarrollo**

Esta etapa constituye el comienzo de la minería propiamente tal, pues se debe acceder al mineral ya sea removiendo la sobrecarga o iniciando excavaciones subterráneas. Además esto implica que en muchos casos, se debe construir caminos de acceso, suministrar energía eléctrica, captar y conducir el agua para el proceso y para el consumo humano en faena, construir campamento, etc. Se debe dotar a la faena de toda la infraestructura física y de servicios que permita el desarrollo normal de las actividades. Esto requiere de la participación de diferentes especialidades de la ingeniería en la construcción, puesta en marcha y operación de una mina, así como la realización de importantes inversiones que deben recuperarse y generar un beneficio en un plazo razonable (Ortiz, 2008).

### **2.2.3.1 Labores de acceso**

Son labores principales horizontales o verticales (cortadas, estocadas, chimeneas) cuyos objetivos son comunicar el yacimiento mineral con la superficie para su explotación. Por regla general se suelen abrir en la roca caja del yacimiento, entre ellas tenemos:

- **Bocamina**

Es el lugar en la superficie o boca de una galería horizontal o pozo que sirve de entrada a un yacimiento mineralizado.

- **Galería principal o socavón**

Es una labor de acceso principal horizontal o con pequeña inclinación iniciada en la superficie. Sus funciones son:

- Labor de acceso al yacimiento mineral.
- Acceso para personal, herramientas, materiales, equipos, maquinarias, etc.
- Como paso para las diversas conducciones necesarias para el funcionamiento de la mina: energía eléctrica, aire comprimido y desagüe.

Para la construcción de galerías es necesario realizar una investigación previa y detallada, que implica estudios geológicos de los terrenos, sondeos y túneles de reconocimiento. El objetivo de la investigación geológica es poder caracterizar el terreno que será excavado, sean estos depósitos fluviales, macizos rocosos, zonas de fallas, y sus respectivos parámetros geotécnicos, así como las condiciones hidrogeológicas del sector de interés (Saavedra, 2015).

- **Pozo**

Los pozos se utilizan como labores de acceso desde la superficie en las minas subterráneas. Pueden ser verticales o inclinados.

Por el pasan todos los suministros para la explotación tales como ventilación, transporte de mineral, suministros, aire comprimido, agua, bombeo. Dada su importancia debe escogerse adecuadamente su ubicación, su diámetro, el método de profundización, el recubrimiento de las paredes del pozo, el brocal, los enganches en los niveles y la maquinaria de extracción (Herrera & Gómez, 2007).

Para yacimientos de poca profundidad en minería subterránea y para yacimientos de profundidad media (500m), se prefiere realizar planos inclinados en vez de pozos para el acceso principal al yacimiento debido a su menor coste de inversión, menor tiempo de construcción y menores costes de mantenimiento y seguridad (Herrera & Gómez, 2007).

### **2.2.3.2 Labores de preparación**

Son labores horizontales o verticales siguiendo la estructura de la veta y que establecen la forma de cómo extraer el mineral, es decir un método de explotación. Entre las labores de preparación destacan:

- **Galería**

Es una labor horizontal sobre o paralela de la veta, generalmente de menor sección que el socavón, abierta en el interior mina y que sigue la dirección de la veta, es para probar la existencia del mineral.

- **Chimenea**

Es de sección limitada dirigida hacia arriba desde una galería. Generalmente va sobre la veta o muy cerca a ellas. Tienes dos funciones principales: exponer las zonas mineralizadas entre dos niveles y la de proporcionar medio de entrada a las zonas de explotación.

### **2.2.3.3 Infraestructura**

Cualquier proyecto minero, aparte de la propia mina y planta de tratamiento, precisa de una infraestructura y de instalaciones, tales como oficinas administrativas, comedores, dormitorios, servicios sanitarios, etc.

Además en todo campamento minero se necesitan:

- **Zona de stock**

Es una zona donde se almacena el mineral de interés extraído de mina para posteriormente trasladarlo a una planta de tratamiento para someterlo a su respectivo proceso.

- **Escombrera**

La escombrera o también conocido como botadero es el depósito generalmente ubicado en una pendiente, donde se apila o se acumula los materiales sólidos o fragmentos de roca no aprovechables (estériles) de granulometría variable procedentes de las actividades de explotación minera ya sean subterráneas o cielo abierto; la principal razón por la que se los desecha es porque carecen de valor económico.

- **Polvorín**

El polvorín es un almacén construido en superficie y usado exclusivamente para el almacenamiento de explosivos y sus accesorios. Sus capacidades dependen de la cantidad de explosivos requerida por el usuario y por normas técnicas, reglamentarias y de seguridad emanadas por el organismo correspondiente.

Estas instalaciones deben estar previamente autorizadas para su uso por la autoridad competente para un almacenamiento seguro y adecuado.

## CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DEL ÁREA DE OPERACIÓN DE LA SOCIEDAD MINERA  
“NUEVA ESPERANZA”

## 3.1 Topografía de la zona

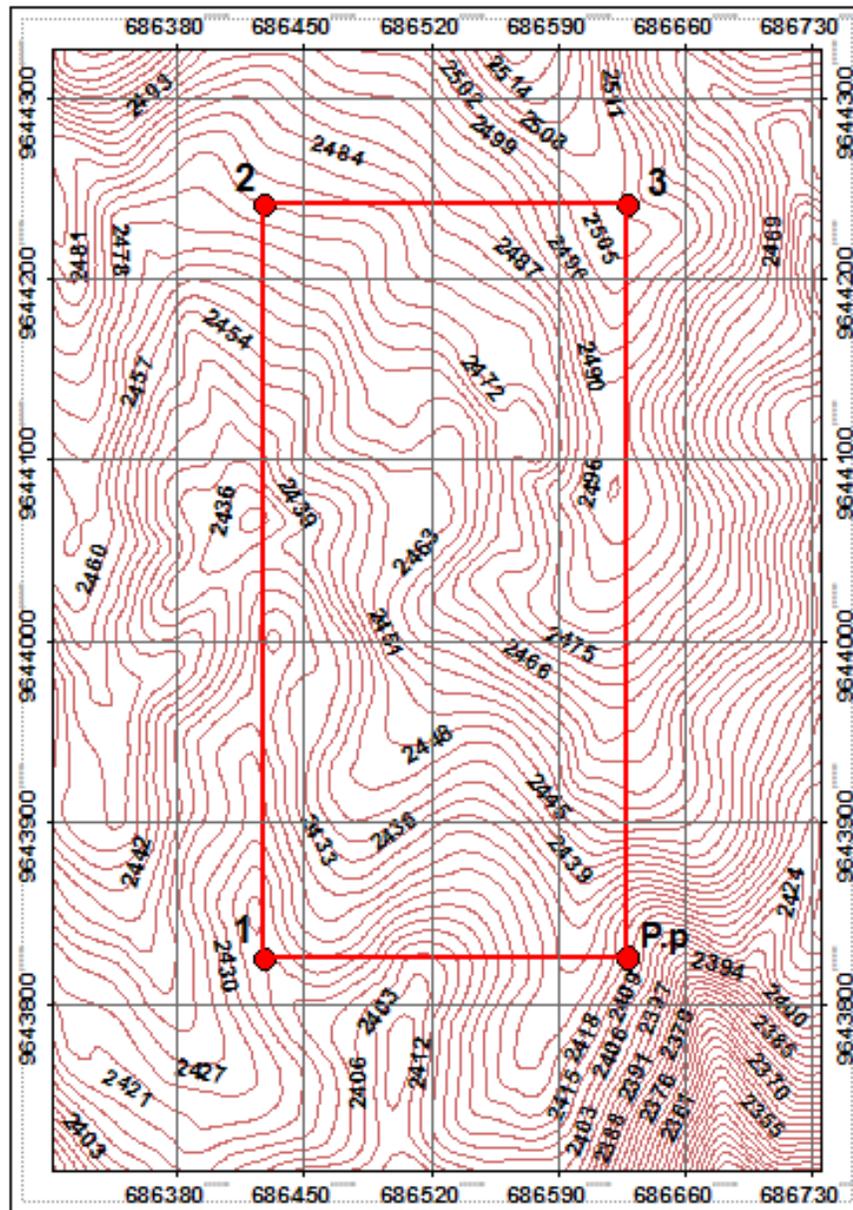


Figura 3.1 Topografía del área de operación.  
(Fuente: IERSE)

### 3.2 Clima

Según Luis Cañadas Cruz, en su libro titulado “El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador”, el clima de la zona de estudio se encuentra dentro de la región sub-húmedo temperado, con una temperatura promedio anual que varía entre los 12 grados centígrados y 18 grados centígrados, donde la estación lluviosa puede tener una duración de 5 meses (entre diciembre y abril), seguida de una estación seca prolongada de aproximadamente 7 meses (entre mayo y noviembre).

De acuerdo a datos de la INAMHI la intensidad de precipitación media anual está entre los 500 y 700 mm.

La zona se encuentra afectada por el fenómeno del Niño y de la corriente de Humboldt, productos de la interacción del Océano Pacífico y la atmósfera.

Además esta zona se caracteriza por la presencia de neblina en época de verano, principalmente en horas de la tarde.

Tabla 3.1 Cuadro estadístico con información climatológica de Santa Isabel.

M0032		SANTA ISABEL INAMHI							INAMHI									
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)		Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		M E D I A S		Mensual	Máxima día	Mínima día	Mínima día	Media	Mensual			Máxima en 24hrs	día			
ENERO	56.0	14.2	20	23.5	15.0							18.8	100			23	61	11
FEBRERO	59.3	13.6	15	23.6	14.8	18.6					91	17.0	19.4	173.7	17.0	13	27	
MARZO	97.0			29.0	15.6	20.3					84	17.3	19.8	77.2	18.5	21	14	
ABRIL		33.4	1	11.2	4	26.5	15.2	20.2	100	3	39	1	86	17.6	20.3	64.3		
MAYO				26.7	15.2	20.7					84	17.6	20.3	23.0	9.6	17	6	
JUNIO	189.6			28.8	15.4	20.7					83	17.3	20.1	2.1	2.1	25	1	
JULIO	212.8				15.3									0.0				
AGOSTO																		
SEPTIEMBRE																		
OCTUBRE																		
NOVIEMBRE																		
DICIEMBRE	172.3																	
VALOR ANUAL																		

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2012).

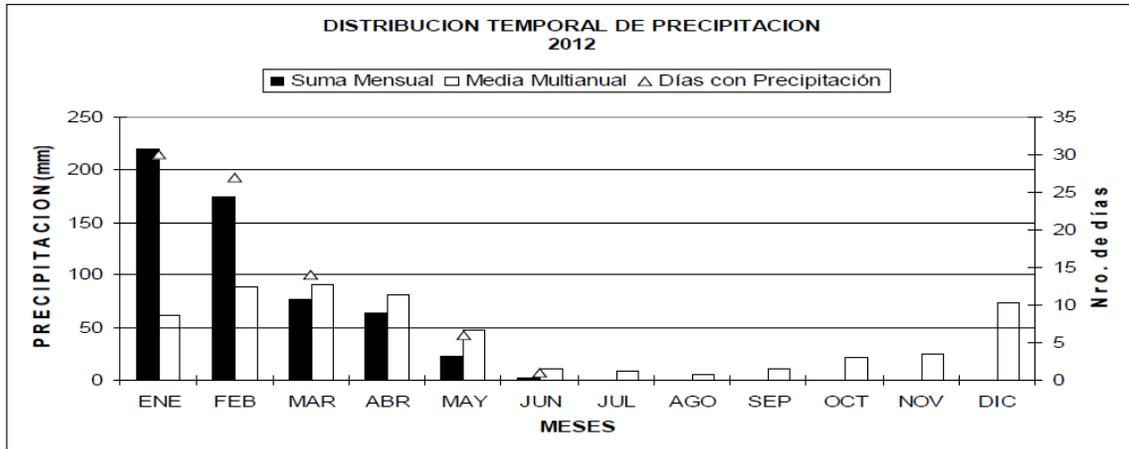


Figura 3.2 Distribución temporal de precipitación en Santa Isabel.

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2012).

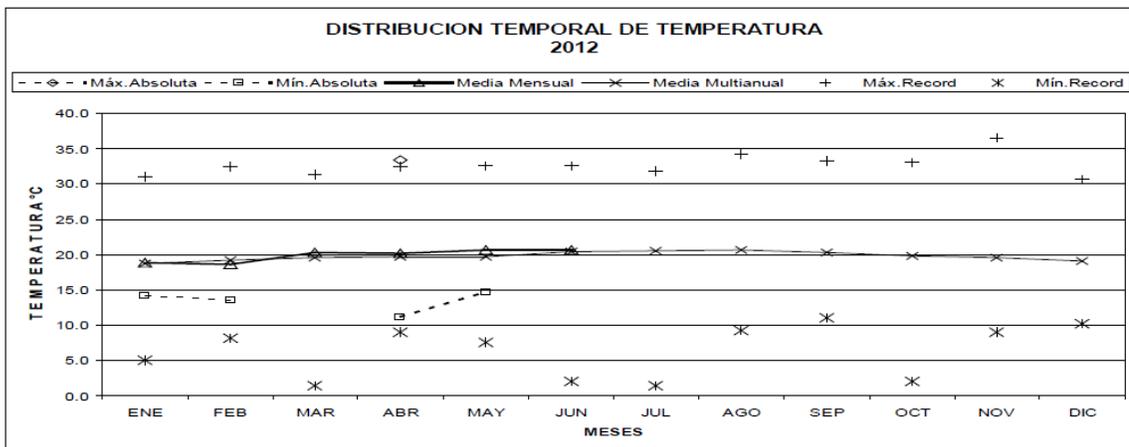


Figura 3.3 Distribución temporal de temperatura en Santa Isabel.

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI], 2012).

### 3.3 Hidrografía

El área de operación de la mina se encuentra en la microcuenca de la quebrada Vicadele, la misma que desemboca en el río Naranjo, y forman parte de la subcuenca del río Rircay, la cual a su vez conforma la cuenca del río Jubones.

La cuenca del río Jubones es una de las más grandes del sur del Ecuador, está dividida en 9 subcuencas (entre ellas la de Rircay) y cuenta con una superficie de 435396,75 hectáreas, de acuerdo al total del área el 55% se encuentra dentro de la provincia del Azuay, 24.1% en Loja y el 20.9% se encuentra dentro de la provincia de El Oro (Centro Integrado de Geomática Ambiental, 2007).

La subcuenca del río Rircay es la segunda con mayor superficie del Jubones ya que abarca 82610,73 hectáreas, representando el 19% de la superficie total de la cuenca y dentro de la cual se encuentra la microcuenca del río Naranjo con una superficie de 11648,82 hectáreas (Centro Integrado de Geomática Ambiental CINFA, 2007).

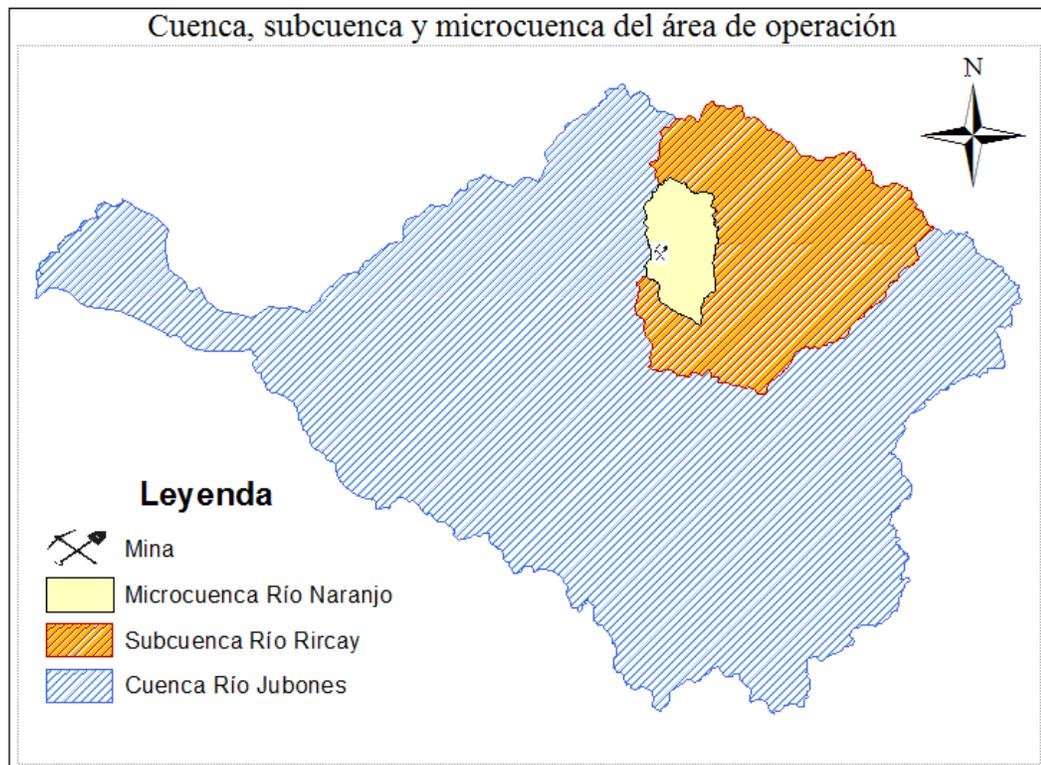


Figura 3.4 Cuenca, Subcuenca y microcuenca de la zona de estudio.

### 3.4 Cobertura vegetal

La cobertura vegetal consiste en la vegetación presente en cierto territorio establecido. A continuación se presenta los diferentes tipos de vegetación existente en la microcuenca del río Naranjo que es donde se encuentra la zona en estudio.

Tabla 3.2 Tipos de vegetación con su área en la microcuenca del río Naranjo.

<b>Microcuenca</b>	<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Área / ha</b>
<b>Río Naranjo</b>	Asociación cultivo/pastizal	742,35
	Asociación pastizal/cultivo	2719,47
	Asociación poblado/cultivos	40,82
	Cultivo de caña	541,31
	Frutales	463,25
	Pasto cultivado	970,29
	Pasto natural	221,13
	Bosque muy denso	2416,69
	Plantación de pino	17,06
	Plantaciones de eucalipto	48,59
	Matorral denso alto	926,15
	Matorral denso bajo	784,19
	Matorral muy ralo bajo	3,10
	Matorral ralo alto	227,15
	Matorral ralo bajo	95,23
Páramo herbáceo	1039,38	

Fuente: (Centro Integrado de Geomática Ambiental [CINFA], 2007).

### 3.5 Suelo

El suelo en la zona de estudio pertenece al grupo de los alfisoles, los cuales son suelos con un porcentaje de saturación de bases de moderado a alto, comunes en sitios que presentan cambios de estación entre húmedo a semiárido, con un horizonte de acumulación de arcillas y no desaturados.

La mayoría de los alfisoles se establecen en un paisaje generalmente viejo, aunque los que se establecen en un régimen acuico son mucho más recientes. Principalmente se desarrollan en sitios con pendientes pronunciadas con un drenaje alto, o en zonas llanas con poco drenaje. Son comunes de regiones templadas (entre 0° y 22° C de temperatura), aunque pueden extenderse también a zonas tropicales o subtropicales. Los Alfisoles se han formado comúnmente bajo una vegetación densa de bosque caducifolio, aunque también se dan sobre pastos y praderas, además la distribución de la materia orgánica en el perfil depende del tipo de vegetación (Moreno, Ibáñez, & Gisbert, 2011)

En este sector principalmente se encuentra la presencia de material arcilloso rojo (o pardo rojizo) y oscuro, pesado que va desde 30 cm hasta 3 m de profundidad, además de material parental meteorizado con afloramientos rocosos típicos de la zona.



Figura 3.5 Suelo presente en el área de operación de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza”.

## **3.6 Geología**

### **3.6.1 Geología regional**

Dentro de la concesión minera Shyri se encuentran las siguientes formaciones geológicas:

#### **Volcánicos Saraguro**

El Grupo Saraguro es redefinida por Dunkley & Gaibor en 1997, como una secuencia de rocas volcánicas subaéreas, calco-alcalinas, intermedias a ácidas, de edad Eoceno medio tardío a Mioceno temprano, el grupo descansa inconformemente sobre, o esta fallado contra, la Unidad Pallatanga y rocas metamórficas.

El grupo abraza principalmente tobas de flujo de ceniza soldadas de composición dacítica a riolítica, lavas andesíticas, material volcánico retrabajado y rocas sedimentarias. La edad más antigua para el grupo es de 38 M.a. (Eoceno tardío).

La zona mineralógica del arco volcánico Saraguro se trata de yacimientos vetiformes, de tipo meso-epitermal constituidos de metales de base de cobre, plomo y zinc y de metales preciosos de oro y plata.

La mineralización de Ag – Pb – Zn –Au, está relacionada a pequeñas vetas epitermales localizadas en lavas, tobas y piroclastos de composición andesito riolítica de edad Plioceno – cuaternaria. Los yacimientos epitermales de alta y baja sulfuración regionalmente se localizan en el grupo Saraguro – Porculla y genéticamente están relacionados con intrusivos de alto nivel de edad mayormente miocénica.

Dentro del arco volcánico Saraguro al sur del Ecuador hasta ahora se han localizado más de 40 manifestaciones de mineralización epitermal entre depósitos e indicios.

Ellos se localizan a lo largo de cinturones estructurales, dentro de dos cinturones volcánicos pertenecientes al grupo Saraguro: cinturón Gañarín y cinturón de Collay – Shingata.

- En el cinturón de Gañarín se localizan los depósitos epitermales de baja sulfuración de Gañarín, Cañaribamba y Beroen y los epitermales de alta sulfuración de Quimsacocha y San Francisco.
- En el cinturón de Shingata – Collay se localiza el depósito de El Mozo y los depósitos de El Chorro, Gima – Cerro Colorado.
- Dentro del arco volcánico Saraguro además se localizan los yacimientos de cobre – molibdeno del tipo cobre – porfídico de Chaucha, Gaby y otros, los cuales genéticamente se relacionan con intrusivos de alto nivel de estructura porfídica de edad miocénica.

### **Formación Tarqui**

La formación Tarqui puede ser subdividida en los miembros Tarqui y Llaeo los cuales fueron depositados al mismo tiempo, pero en diferentes ambientes sedimentarios.

El miembro Tarqui consiste enteramente de depósitos de caída volcanoplásticos primarios pobremente consolidados y profundamente alterados, la sedimentación tomó lugar en un ambiente volcánico durante una fuerte fase eruptiva y depósitos de caída cubrieron por completo el área, el espesor no excede los 300 m (Steinmann, 1997).

De edad cuaternaria la formación Tarqui se caracteriza por la presencia de material piroclástico de composición ácida y en ciertos sitios se observan lavas. También se puede observar flujos oscuros de granos finos de composición andesítica sobre este nace una secuencia de tobas de composición dacítica y riolítica.

### **3.6.1.1 Litoestratigrafía**

#### **Derrumbe**

Son deslizamientos naturales bajo el efecto de la gravedad que producen el movimiento o caída de un conjunto de materiales como roca, suelo, vegetación, etc, en terrenos que carecen de estabilidad y se producen generalmente por efecto de las lluvias o de alguna actividad sísmica.

Dentro de la concesión Shyri existe la presencia de derrumbes ubicados la mayoría en la línea demarcatoria que delimita la concesión en los cuatro puntos cardinales de la siguiente manera:

- Al norte, cerca de la localidad de Huasipamba.
- Al sur, cerca de la localidad de Naranjaloma.
- Al este, cerca de la localidad de Tuncay.
- Al oeste, cerca de la localidad de Nariguiña.

#### **Tonalita**

La tonalita es una roca ígnea plutónica formada por gránulos gruesos semejante a la granodiorita, sus colores claros se debe a que está compuesta principalmente de abundante cuarzo y plagioclasa y sus tonos oscuros que son los que predominan es por su contenido de biotita y anfíbol.

Las tonalitas además son rocas intrusivas de carácter ácido, con un contenido entre 0 a 8% de feldespatos potásicos y también con un considerable contenido de hornblenda.

En la provincia del Azuay, al este de la parroquia Cañaribamba existe una formación grande de tonalitas y dentro de la concesión abarca un área cerca de su límite inferior izquierdo, en los cuales se encuentran los poblados de pinillos, huisho y guayara.

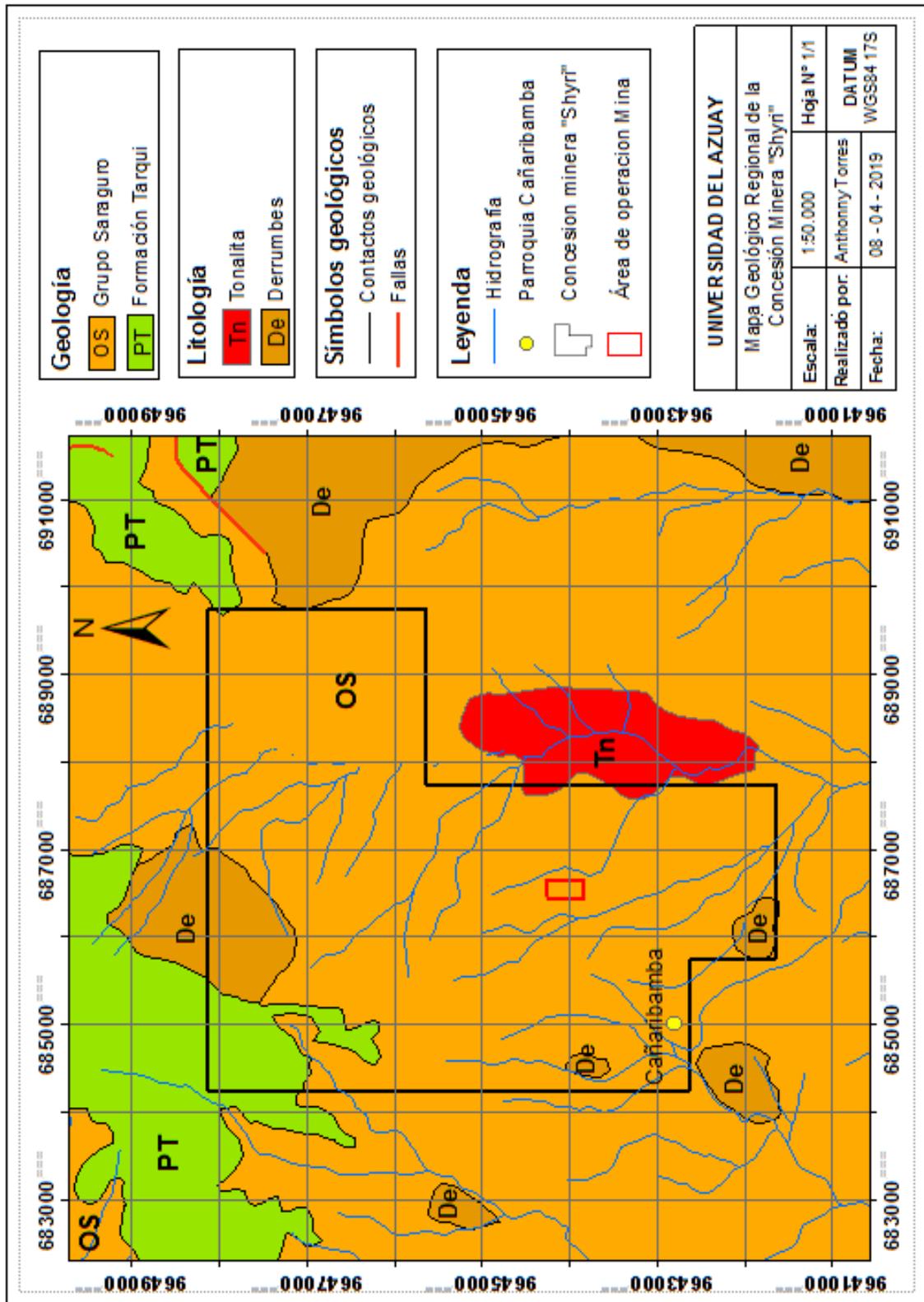


Figura 3.6 Mapa Geológico Regional de la concesión minera "Shyri".

### 3.6.2 Geología local

Según Hedenquist (2007) la empresa canadiense Cornerstone en un estudio que incluyó varias perforaciones realizadas en el sector de Cañaribamba determina que la mineralización presente en toda esta zona se encuentra relacionada con brechas diatremas. Estas consisten en múltiples intrusiones de material compuesto de dacita, además en la zona hay mucha presencia de sedimentos y fragmentos silíceos lacustres lo que indica que la diatrema se formó en algún momento por un largo cráter poco profundo.

Según estos estudios mediante varias observaciones de eventos volcánicos que forman parte de la formación se ha llegado a estimar que el emplazamiento diatrema tuvo lugar hace 5 a 6 Ma; pues los fragmentos silificados de la formación Turupamba del Mioceno Tardío están contenidos en la brecha diatrema.

Se estima que este complejo de alteración hidrotermal es de aproximadamente 4 km N-S y de hasta 1 km de ancho, con un diámetro magnético de 2 a 3 km de altura adyacente al margen occidental del complejo diatrema.

Además mediante las perforaciones realizadas por Cornerstone en la zona, se pudo constatar la presencia de un número considerable de vetas que están alojados por el complejo diatrema y la formación de volcánicos Saraguro; donde además se indica que las estructuras en el sótano de la formación Saraguro tienen controles importantes en el desarrollo de las vetas, tanto en la roca de la pared como en la brecha diatrema que las recubre.

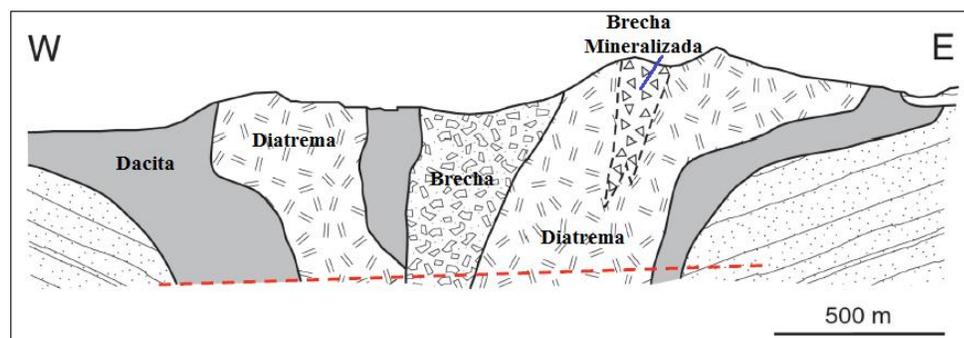


Figura 3.7 Ilustración del Complejo Diatrema Rosia Montana (Rumania), similar al de Cañaribamba.

Fuente: (CORNERSTONE, 2007).



Figura 3.8 Brecha diatrema presente en la zona de estudio.

Los geólogos de la empresa Cornerstone mediante su estadía en esta zona en el año 2006, pudieron reconocer que la mineralización presente se encuentra con bastante presencia de silificación y pirita, junto a una alteración de illita conocida como QIP, las cuales son típicas de los sistemas alojados en la diatrema.



Figura 3.9 Roca con presencia de illita en la zona de estudio.

Además al sur de este complejo en los afloramientos de vetas han reconocido la ocurrencia de material que contiene adularia y cuarzo lo cual se puede corroborar en el área de la mina donde se está realizando el presente proyecto.



Figura 3.10 Roca con presencia de adularia en la zona de estudio.

Todo este material se encuentra presente en el área, lo cual respalda el estudio realizado por esta empresa de que en la zona ocurrió un complejo de múltiples episodios eruptivos, donde la actividad hidrotermal formó la diatrema y que además alberga vetas mineralizadas como la que se estudia en este proyecto.



Figura 3.11 Brecha del complejo diatrema presente en una galería del sector.

### 3.6.3 Geología estructural

En el ámbito regional, el área de operación se encuentra distante (10 km aproximadamente) de la estructura de rumbo andino, como es el sistemas de fallas Girón al este.

El Sistema de Fallas Girón comprende pliegues cerrados, fallas inversas y cabalgamientos con rumbo NE a N. Aunque previamente interpretada como una falla normal, en muchos lugares este sistema tiene una pronunciada convergencia hacia el NO y un carácter inverso.

Además la zona de estudio se encuentra cercana al cinturón de Gañarín el cual se caracteriza por una faja estructural de 80 km de longitud con rumbo N-E, ejerciendo un control muy importante en la actividad volcánica e intrusiva regional (Chérrez, 2011).

El cinturón Gañarín, con rumbo NNE, comprende fallas sin-deposicionales, áreas de alteración hidrotermal y una concentración de intrusiones subvolcánicas de riolita y andesita. Se reconocen dos calderas (Jubones y Quimsacocha) a lo largo del cinturón, el mismo que puede trazarse desde Zaruma en el S hasta el margen N de esta hoja en Quimsacocha.

A lo largo de este cinturón ocurre una mineralización epitermal que lo ha constituido en una importante estructura regional, donde se han emplazado numerosas intrusiones, centros volcánicos y depósitos epitermales tanto de baja como de alta sulfuración (Chérrez, 2011).

Los acontecimientos minerales en el Cinturón de Gañarín incluye el de Quimsacocha (de alta sulfuración relacionado a caldera), el de Cañaribamba (de baja sulfuración relacionado a un complejo de diatrema), los sistemas vetiformes de Shaglli y Yashipa (de baja sulfuración, alejados aproximadamente a 6 km al NO del área de estudio) y el sistema epimesotermal de Portovelo Zaruma (Chérrez, 2011).

### 3.6.4 Relieve

El área de operación se encuentra dentro de la Cordillera Occidental de Los Andes en una zona con pendientes inclinadas.

Las ocho hectáreas que fueron asignadas para realizar labores de explotación minera abarcan un área rectangular, la misma que en su límite superior ubicado al norte es su punto más alto encontrándose a 2495 msnm y en su límite inferior ubicado al sur, está su punto más bajo a 2425 msnm.

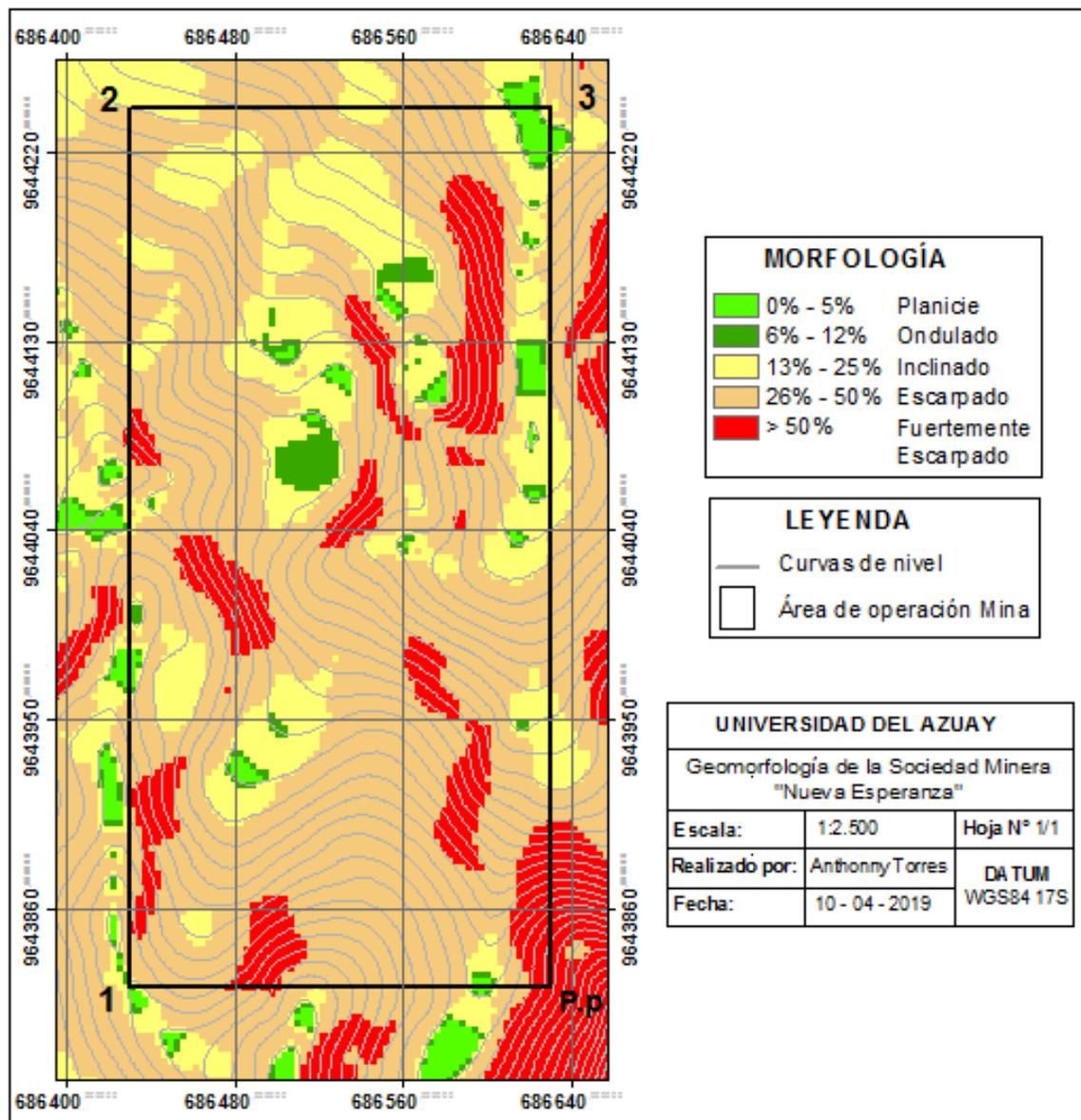


Figura 3.12 Morfología de la zona.

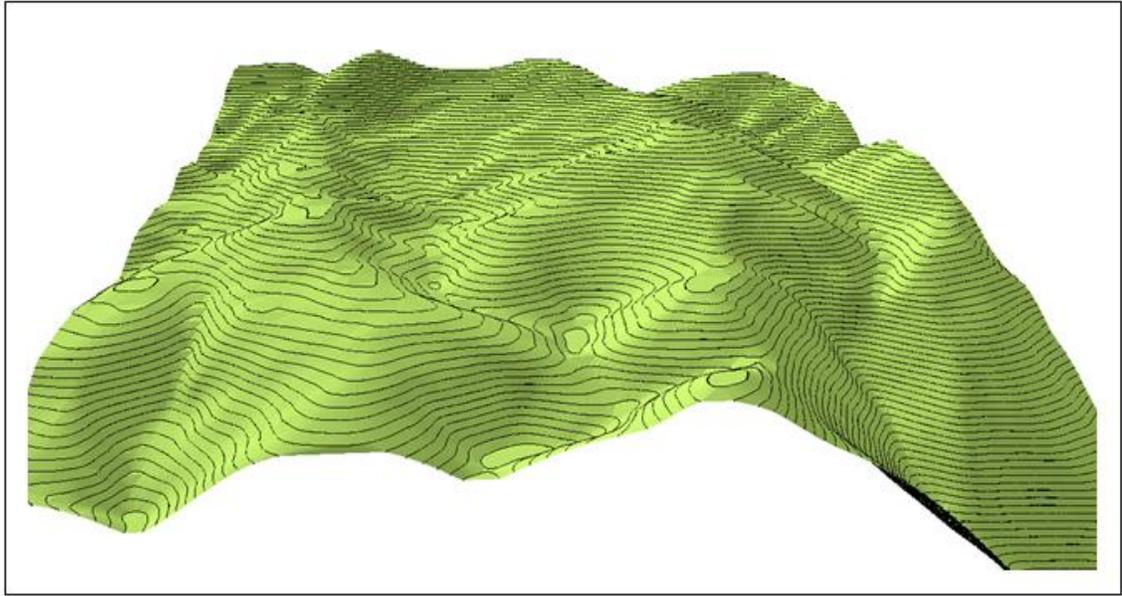


Figura 3.13 Relieve de la zona.

### **3.7 Mineralización**

La compañía minera Cornerstone en el año 2006 realizó la exploración de toda esta zona, la cual incluyó varias perforaciones, determinando la presencia de mineralización conformada por vetas de origen epitermal con anomalías de oro y escaso contenido de metales base y alojadas en un complejo diatrema teniendo al grupo Saraguro en el fondo de ésta con controles estructurales importantes sobre la mineralización.

Cabe mencionar que los geólogos de la compañía CORNERSTONE realizaron un mapa geológico junto con una malla de suelos, definiendo un corredor estructural de 500 m de ancho con una serie de vetas epitermales. (Chérrez, 2011).

Además el área de operación se encuentra también dentro del cinturón Gañarín, el cual abarca varios depósitos epitermales incluido este sistema vetiforme de Cañaribamba caracterizado por su baja sulfuración.

En la zona de estudio se puede corroborar la presencia de mineralización ya que existen varios socavones donde años atrás han realizado explotaciones mineras y actualmente se encuentran abandonadas.

Según información de habitantes del sector los trabajos mineros que se ubican en la zona de estudio se los realizó con el objetivo de cortar vetas mineralizadas las cuales fueron encontradas pero al no contar con permisos correspondientes no pudieron continuar con las labores.

En el recorrido de campo realizado se evidenció la presencia de tres galerías de acceso, donde se puede acceder solo a una debido a cuestiones de seguridad ya que las demás se encuentran con presencia de derrumbes e inundados de agua lo cual hace imposible su entrada.

Al acceder a dicha galería se pudo conocer la presencia de dos vetas mineralizadas que se encuentran cortadas por esta galería donde solo una fue explotada debido a su potencia y a su riqueza.

En la superficie también se encuentra una veta que aflora en la quebrada del sector y la cual según el mapeo realizado es la misma que está cortada por la galería y que es de gran interés para la sociedad ya que es ésta a la cual se la quiere interceptar por medio de galerías.

### **3.7.1 Geometría de la mineralización**

Al realizar el análisis de las vetas auríferas encontradas en la zona, estas presentan un espesor que va desde los 5 cm hasta los 60 cm y a la roca encajante se evidencia que son tobas de composición dacítica y andesíticas de la Formación Saraguro.

La galería a la cual se hizo su exploración se encuentra en las coordenadas UTM 686443, 9644034.1 con una cota de 2454.86 msnm, en la misma que se realizó un mapeo con cinta y brújula.

Esta galería cuenta con aproximadamente 140 m el cual intercepta 2 vetas mineralizadas, la primera con un rumbo N-S de 350° y un buzamiento de 90° con una potencia de 5 cm;

la siguiente veta cuenta con un rumbo N-S con buzamiento de  $78^\circ$  E y una potencia que va desde 10 cm a 60 cm.

Esta segunda veta aflora en superficie atravesando perpendicularmente la quebrada del sector, y es el principal objetivo de este proyecto ya que es ésta, a la cual se quiere acceder por medio de una galería de acceso para su posterior explotación.

La veta de interés aflora en las coordenadas UTM 686482,65 – 9644069,53 con una dirección N – S y un buzamiento  $78^\circ$  al este. Su potencia en superficie no está bien definida ya que varía entre 5 a 10 cm.



Figura 3.14 Veta de interés presente en la galería de acceso existente en la zona.

## CAPÍTULO 4

### PROPUESTAS PARA LA UBICACIÓN DE LA BOCAMINA

Mediante la recopilación de la información geológica del área de operación, se conoce que la mineralización presente en la zona de estudio es vetiforme, lo cual hace que sea necesaria una explotación subterránea por medio de la apertura de una galería de acceso para de esta manera conectar el yacimiento mineral con la superficie.

Para establecer el punto óptimo para el desarrollo de una galería de acceso es necesario una serie de estudios y análisis de parámetros técnicos como operacionales de vital importancia, ya que depende de ellos el lugar donde se podrá iniciar una excavación.

Estas investigaciones se las hace tanto en campo como en gabinete para primeramente identificar la zona por donde se encuentra el yacimiento mineral y luego realizar un análisis de esta mineralización que nos permitirá definir sus características geológicas, geométricas y estructurales, lo cual nos hará conocer sus proyecciones en subterráneo.

Una vez identificado y realizado el mapeo de la veta, se procede a analizar en la superficie alternativas dentro del área de operación de la Sociedad Minera “Nueva Esperanza” que permita la ubicación del punto de la bocamina que comunique con la estructura mineralizada presente en el sector y la demás infraestructura que se requiere para la puesta en marcha de un proyecto minero.

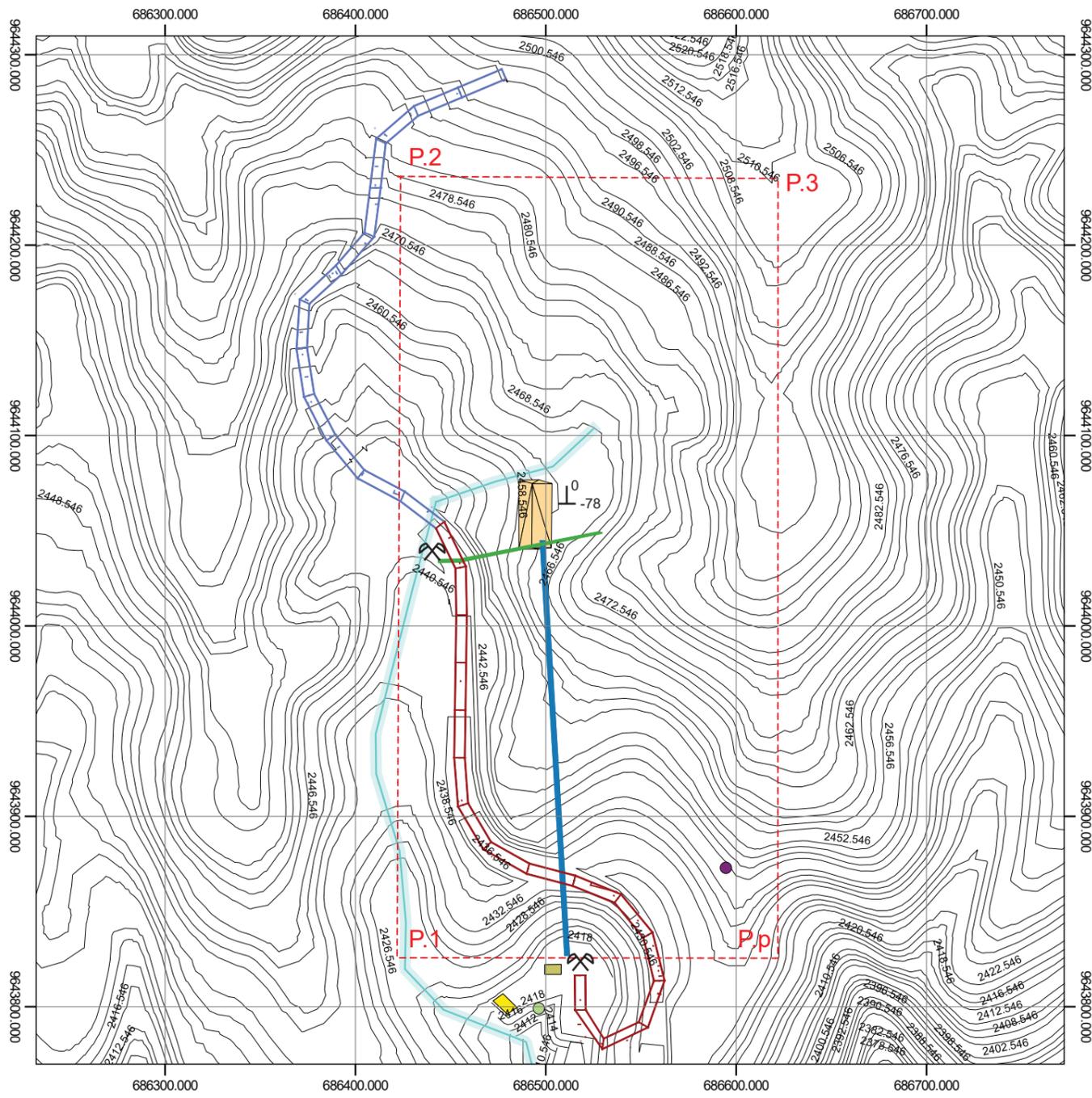
#### 4.1 Ubicación de los puntos de bocamina

Tabla 4.1 Ubicación de puntos de bocamina propuestos.

<b>Propuesta</b>	<b>X_UTM_WGS84</b>	<b>Y_UTM_WGS84</b>
1	686511	9643826
2	686537	9643932

#### 4.2 Planos topográficos

# PROPUESTA 1



## LEYENDA

- Área de operación
- Quebrada
- Vía existente
- Vía propuesta
- Galería propuesta
- Galería existente
- Veta Au
- Campamento
- Zona de stock
- Polvorin
- Escombrera
- Bocamina
- $\perp^0$  Rumbo 0
- $\perp^{-78}$  Buzamiento -78

## COORDENADAS

Punto	X_UTM PSAD56	Y_UTM PSAD56	X_UTM WGS84	Y_UTM WGS84
P.p	686874	9644200	686622	9643835
P.1	686674	9644200	686422	9643835
P.2	686674	9644600	686422	9644235
P.3	686874	9644600	686622	9644235

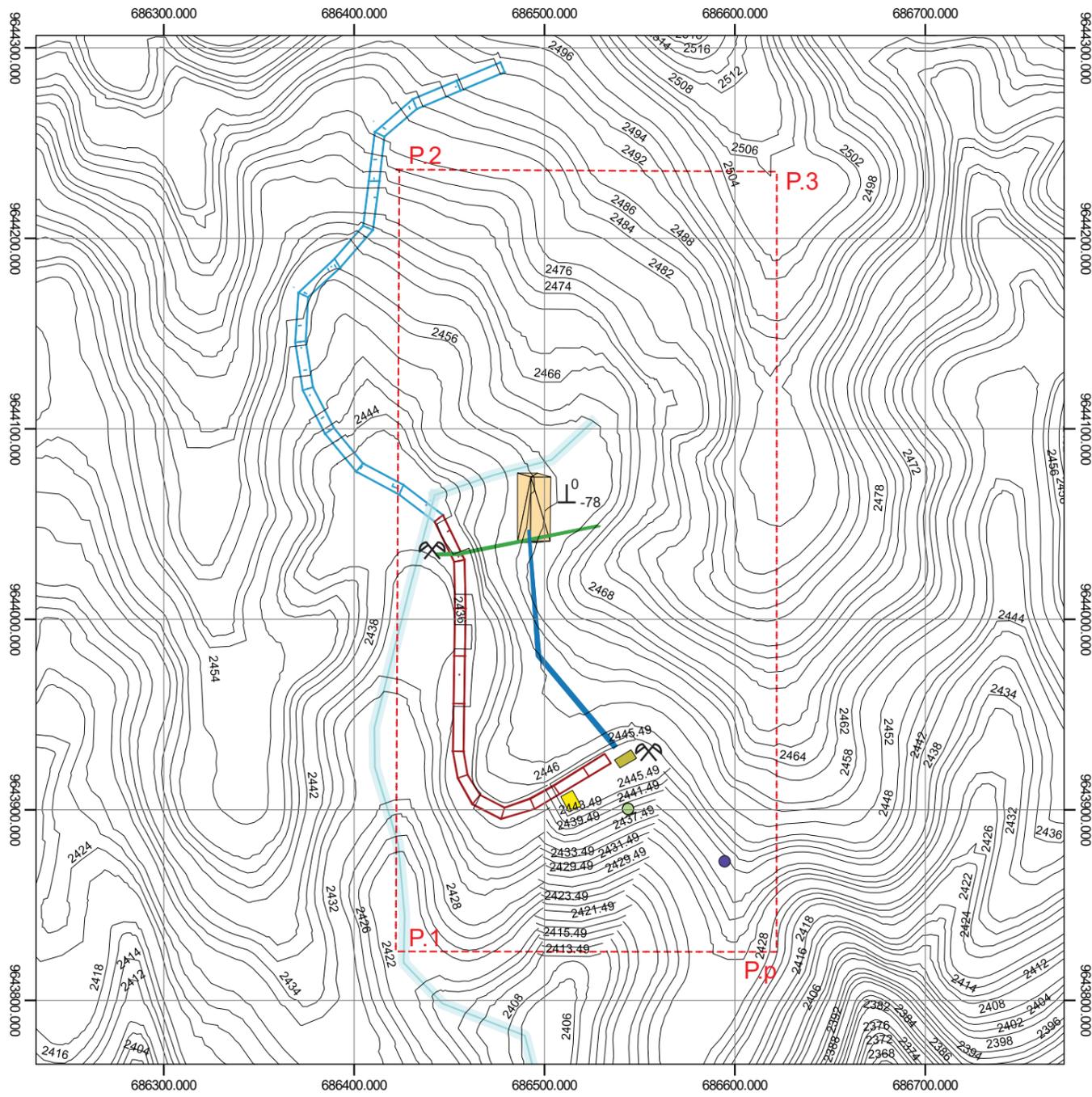
Superficie: 8 hectareas contiguas



UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE INGENIERIA EN MINAS		
Propuesta para la ubicación del punto de bocamina en la Sociedad Minera " Nueva Esperanza", sector Cañaribamba, cantón Santa Isabel	DIS.	Anthony Torres Espinoza
	DIB.	Anthony Torres Espinoza
	REV.	Ing. Patricio Feijo Calle
	Firma:	Anthony Torres Espinoza
Contenido:	Sistema de Coordenadas:	ESCALA
Plano de propuesta 1	UTM WGS84 17S	1:3000
		FECHA
		Mayo 2019

Figura 4.1 Plano topográfico de la propuesta de bocamina 1

# PROPUESTA 2



## LEYENDA

- Área de operación
- Quebrada
- Vía existente
- Vía propuesta
- Galería propuesta
- Galería existente
- Veta Au
- Campamento
- Zona de stock
- Polvorin
- Escombrera
- Bocamina
- $\perp_{-78}^0$  Rumbo 0  
Buzamiento -78

## COORDENADAS

Punto	X_UTM PSAD56	Y_UTM PSAD56	X_UTM WGS84	Y_UTM WGS84
P.p	686874	9644200	686622	9643835
P.1	686674	9644200	686422	9643835
P.2	686674	9644600	686422	9644235
P.3	686874	9644600	686622	9644235

Superficie: 8 hectareas contiguas

UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA DE INGENIERIA EN MINAS		
Propuesta para la ubicación del punto de bocamina en la Sociedad Minera " Nueva Esperanza", sector Cañaribamba, cantón Santa Isabel	DIS.	Anthony Torres Espinoza
	DIB.	Anthony Torres Espinoza
	REV.	Ing. Patricio Feijo Calle
	Firma:	Anthony Torres Espinoza
Contenido:	Sistema de Coordenadas:	ESCALA
Plano de propuesta 2	UTM WGS84 17S	1:3000
		FECHA
		Mayo 2019

Figura 4.2 Plano topográfico de la propuesta de bocamina 2

### **4.3 Análisis de parámetros a considerar en las propuestas**

#### **4.3.1 Seguridad**

##### **4.3.1.1 Resistencia y determinación de la cohesión y ángulo de fricción del suelo**

Teniendo situado los dos sectores donde se pretende establecer la bocamina, se realizó un análisis del suelo en ambos sitios con el fin de conocer su resistencia al corte, así como su cohesión y ángulo de fricción y de esta manera establecer el punto más estable al momento de realizar una galería de acceso.

El objetivo es someter a un suelo a ensayos de corte y presión por medio de la veleta y penetrómetro respectivamente y así de esta manera obtener la cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr.

Para la siguiente práctica, primeramente se identificó los dos puntos escogidos para el desarrollo de bocamina y seguidamente en cada sitio se procedió a utilizar el penetrómetro, el mismo que cuando se lo presiona contra el suelo, la punta se encuentra con la resistencia de la fuerza de la tierra, el muelle es comprimido por esta fuerza y el anillo se desliza y nos muestra en la escala la fuerza máxima que ha encontrado; este procedimiento en ambos sectores se lo realizó 50 veces de manera aleatoria en distintos puntos del área donde se excavará la galería de acceso.

Una vez realizada la práctica con el penetrómetro continuamos con la veleta, la misma que se la hinca en el suelo y se la hace girar tomándola de la parte superior roja hasta que se produzca su ruptura y anotamos la fuerza con la que se produce este quiebre; este procedimiento igualmente se lo realizó en ambos sectores 50 veces de manera aleatoria en distintos puntos del área donde se desarrollará la bocamina.

Se procedió a sacar los promedios de los resultados de los 50 datos tanto de la veleta como del penetrómetro; el promedio de la veleta nos dará la cohesión y el promedio del penetrómetro nos dará el esfuerzo; con estos datos se procede a trazar el círculo de Mohr obteniendo finalmente el ángulo de fricción.

- **Datos obtenidos del ensayo con veleta y penetrómetro en la propuesta de Bocamina 1**

Tabla 4.2 Datos del esfuerzo cortante y esfuerzo normal del suelo tomados con la veleta y penetrómetro respectivamente en la propuesta de bocamina 1.

<b>VELETA</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Esfuerzo cortante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0,35
2	0,42
3	0,32
4	0,37
5	0,42
6	0,52
7	0,47
8	0,32
9	0,67
10	0,42
11	0,57
12	0,4
13	0,42
14	0,52

<b>PENETRÓMETRO</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	3,2
2	3,7
3	3
4	4
5	4,2
6	4
7	3,7
8	4,2
9	3,7
10	3,2
11	3,5
12	4
13	4
14	4,7

15	0,65
16	0,7
17	0,52
18	0,45
19	0,4
20	0,47
21	0,6
22	0,42
23	0,4
24	0,6
25	0,55
26	0,52
27	0,6
28	0,42
29	0,45
30	0,57
31	0,45
32	0,52
33	0,4
34	0,52

15	3,2
16	4,2
17	3,7
18	4
19	3,5
20	3,7
21	3,7
22	4,2
23	3,2
24	4,7
25	3,5
26	4
27	3,7
28	3,2
29	3,5
30	4,5
31	3,5
32	3,5
33	4,5
34	3,2

35	0,5
36	0,42
37	0,55
38	0,6
39	0,55
40	0,42
41	0,65
42	0,4
43	0,47
44	0,45
45	0,45
46	0,52
47	0,4
48	0,5
49	0,52
50	0,5
<b>Promedio</b> <b>(Cohesión)</b>	<b>0,486</b>

35	3
36	3,2
37	3,7
38	3,7
39	4,2
40	3
41	3,2
42	3
43	3,7
44	3,5
45	3
46	4,5
47	4,2
48	3,5
49	3,2
50	3,5
<b>Promedio</b>	<b>3,688</b>

- **Cálculo de cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr para la propuesta de Bocamina 1**

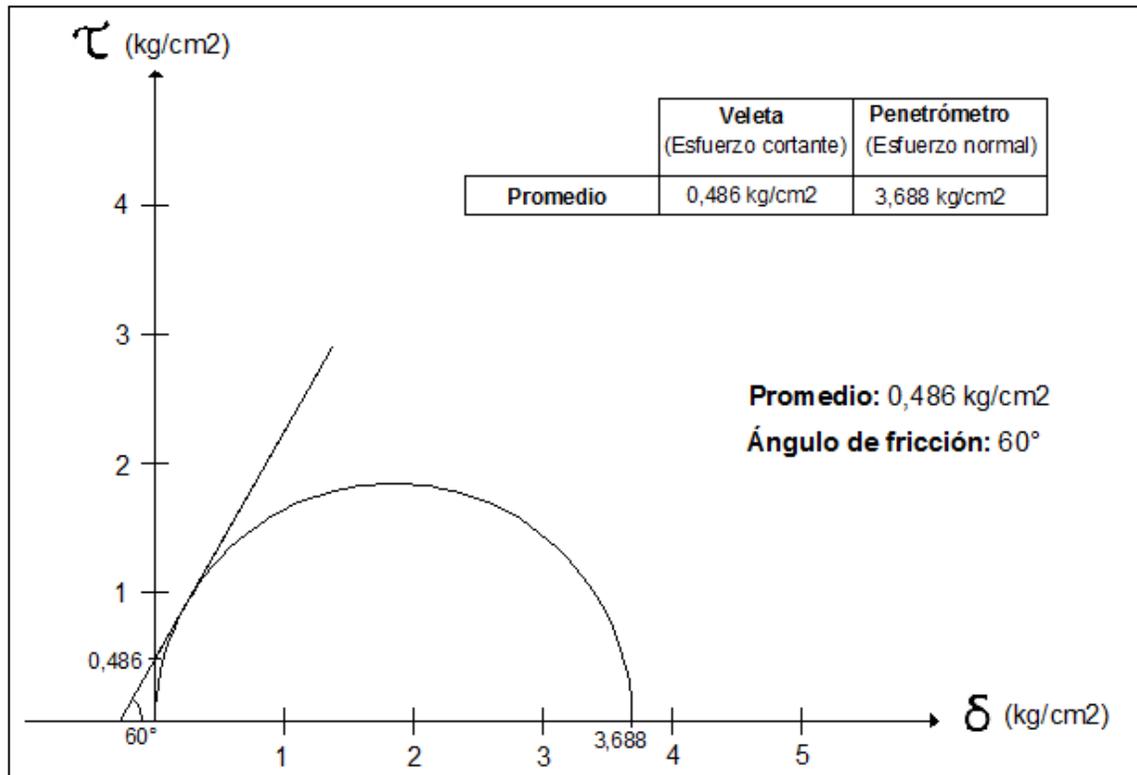


Figura 4.3 Cálculo de la cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr en la propuesta de Bocamina 1.

- **Datos obtenidos del ensayo con veleta y penetrómetro en la propuesta de Bocamina 2**

Tabla 4.3 Datos del esfuerzo cortante y esfuerzo normal del suelo tomados con la veleta y penetrómetro respectivamente en la propuesta de bocamina 2.

<b>VELETA</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Esfuerzo cortante (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	0,6
2	0,62
3	0,62
4	0,57
5	0,5
6	0,52
7	0,6
8	0,57
9	0,52
10	0,62
11	0,65
12	0,62
13	0,6
14	0,6
15	0,5

<b>PENETRÓMETRO</b>	
<b>Muestra</b>	<b>Esfuerzo Normal (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
1	3,5
2	3
3	3,2
4	3,7
5	4
6	3,5
7	3,2
8	3,5
9	3
10	3,2
11	3,2
12	3
13	4,2
14	3
15	3,2

16	0,52
17	0,5
18	0,62
19	0,6
20	0,65
21	0,65
22	0,6
23	0,6
24	0,55
25	0,5
26	0,55
27	0,6
28	0,5
29	0,65
30	0,62
31	0,6
32	0,57
33	0,65
34	0,6
35	0,62

16	3,5
17	3,7
18	3
19	3,2
20	4,5
21	3,5
22	4,5
23	3
24	3
25	4
26	4,2
27	4
28	3,2
29	3
30	4,2
31	4,5
32	3
33	3,5
34	3
35	3

36	0,55
37	0,57
38	0,65
39	0,65
40	0,55
41	0,47
42	0,62
43	0,52
44	0,6
45	0,65
46	0,6
47	0,55
48	0,5
49	0,57
50	0,65
<b>Promedio</b> <b>(Cohesión)</b>	<b>0,5832</b>

36	3,5
37	3,5
38	4
39	3
40	3,2
41	3,2
42	4
43	3,5
44	3,2
45	4,2
46	3,5
47	4,5
48	3
49	3,5
50	3,2
<b>Promedio</b>	<b>3,498</b>

- **Cálculo de cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr para la propuesta de Bocamina 2**

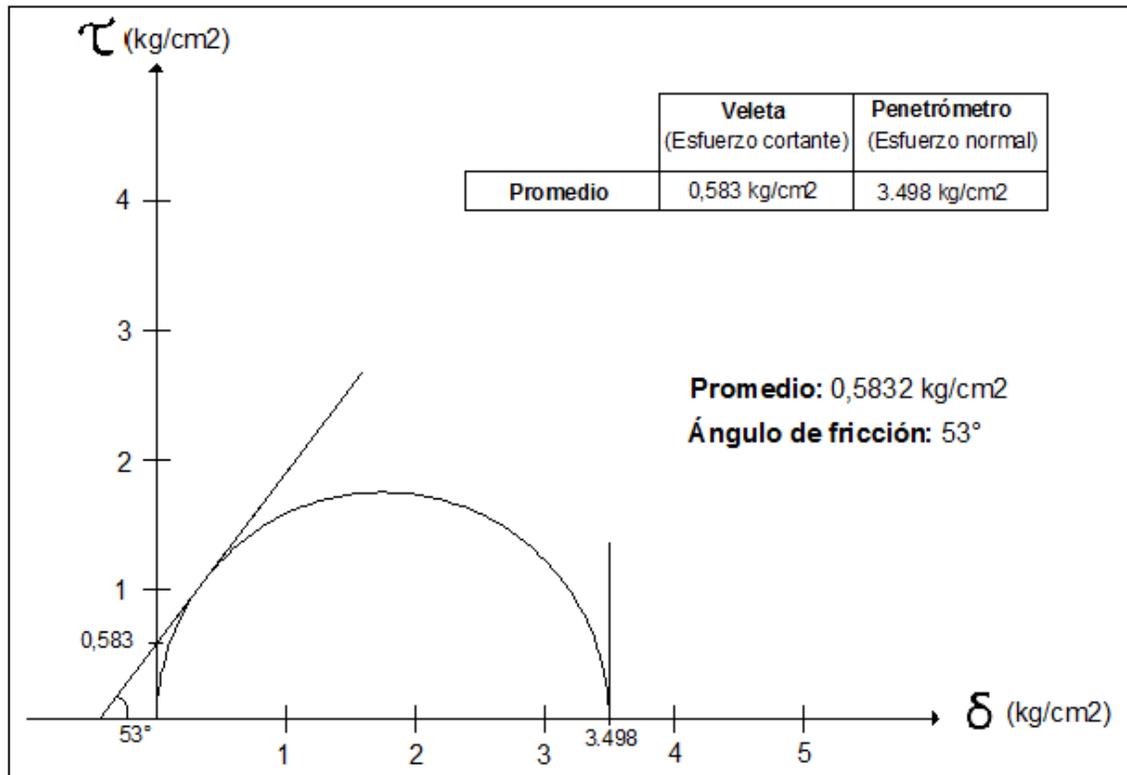


Figura 4.4 Cálculo de la cohesión y ángulo de fricción mediante el círculo de Mohr en la propuesta de Bocamina 2.

#### 4.3.1.2 Perfil del talud natural en bocamina

Para garantizar la seguridad de la entrada de la galería se realizó perfiles en cada punto de bocamina propuesto para poder mostrar la pendiente natural del terreno, las cuales en los dos sitios se demuestra que no son pronunciadas, lo cual garantiza la estabilidad de los mismos.

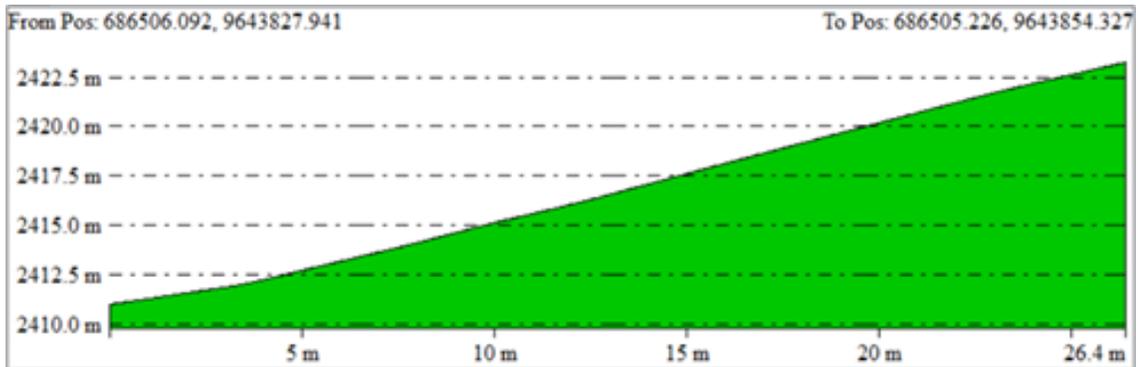


Figura 4.5 Perfil natural del talud en el punto de Bocamina de la propuesta 1.

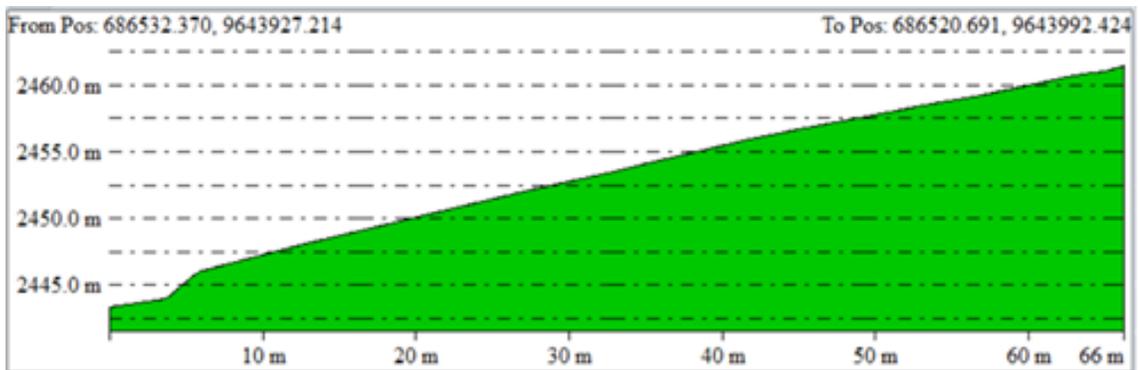


Figura 4.6 Perfil natural del talud en el punto de Bocamina de la propuesta 2.

### 4.3.2 Análisis económico

Para la puesta en marcha de un proyecto minero además de la propia excavación subterránea que se realiza para acceder a la mineralización, se requiere previo a esto la construcción de una importante infraestructura y espacios tales como instalaciones para el personal, vías de acceso, escombrera, polvorín, zona de stock, etc.

Además para dar inicio a estas labores de construcción de mina se requiere de una selección de flota de equipos y personal necesario que permitan el cumplimiento de estos trabajos.

Esto implica la realización por parte de la empresa de importantes inversiones, por lo tanto en esta parte del proyecto teniendo dos alternativas donde se puede situar la bocamina y la infraestructura se busca cuál de las dos tiene mejor rentabilidad económica para de esta manera evitar costos futuros de operación.

#### 4.3.2.1 Gastos y costos

##### 4.3.2.1.1 Construcción de vía

Para poder acceder a los puntos de bocamina propuestos se tienen que construir vías de acceso hacia estos sitios, para lo cual se necesita alquilar la maquinaria necesaria para poder llevarlo a cabo, en este caso se han planteado los siguientes equipos con sus respectivos costos:

- 1 excavadora Caterpillar 320 a 35\$ por hora con un rendimiento de 25 m<sup>3</sup>/h lo cual daría un costo de 1,40 \$/m<sup>3</sup>.

Tabla 4.4 Costos y gastos de maquinaria para la construcción de la vía en la propuesta de Bocamina 1 y 2.

	<b>Volumen a extraer</b>	<b>Costo maquinaria</b>	<b>Gasto total</b>
Propuesta 1	9225 m <sup>3</sup>	1,40 \$/m <sup>3</sup>	\$ 12915
Propuesta 2	5574 m <sup>3</sup>	1,40 \$/m <sup>3</sup>	\$ 7803,6

#### 4.3.2.1.2 Plataforma para la infraestructura

La topografía en los dos sectores de bocamina propuestos son pendientes, por lo que se necesita el desalojo de material para elaborar una planicie que permita el asentamiento de las instalaciones, lo cual también realiza la misma maquinaria de la vía a los mismos costos.

Tabla 4.5 Costos y gastos para la construcción de la plataforma en la propuesta de bocamina 1.

	Volumen a extraer	Costo maquinaria	Gasto total
<b>Propuesta 1</b>	6365,4 m <sup>3</sup>	1,40 \$/m <sup>3</sup>	\$ 8911,56
<b>Propuesta 2</b>	10203,2 m <sup>3</sup>	1,40 \$/m <sup>3</sup>	\$ 14284,48

#### 4.3.2.1.3 Desarrollo de la galería de acceso

Aquí se evalúa los costos que se producen al realizar cada galería de acceso propuesta para lo cual se determina el costo por metro lineal.

##### - Área de la galería de acceso

Se planteará una galería de 2,5 de luz y 2,5 m de ancho con un área de 5,32 m<sup>2</sup>, estas medidas garantizará que la galería de acceso cumpla con todas las condiciones necesarias para el buen desarrollo de un proyecto minero.

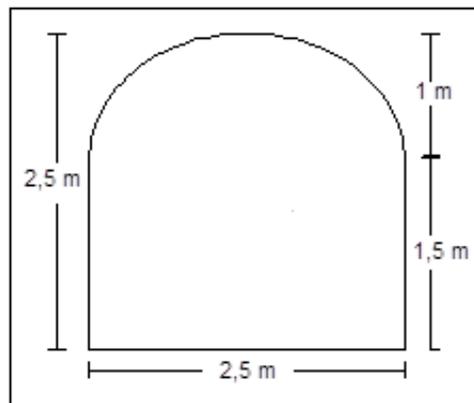


Figura 4.7 Área de la galería de acceso propuesta.

- **Voladura**

Se considerará que se realizarán 2 voladuras diarias con un avance de 1 metro por voladura teniendo 2 metros de avance diarios.

Por cada voladura en esta sección de túnel propuesto se consumirá lo siguiente:

- ✓ 30 dinamitas (70 diarios)
- ✓ 30 fulminantes (60 diarios)
- ✓ 11,36 kg de ANFO (22,73 kg diarios)
- ✓ 39 metros de mecha lenta (78 metros)

- **Volumen a extraer**

A continuación se detalla los volúmenes del material a extraer en cada galería hasta llegar a la mineralización donde por cada voladura se obtiene 1 metro de avance lineal; además se presente el tiempo que llevará a realizar dicha extracción.

Tabla 4.6 Metros lineales, volumen y tiempo de extracción del material de las galerías de acceso propuestas.

<b>Galería</b>	<b>Metros lineales</b>	<b>Volumen Material (m3)</b>	<b>Tiempo (días laborables)</b>
1	212	1128	106 días laborables
2	128	681	64 días laborables

- **Costos totales de producción**

**Consideraciones**

- El compresor consume 2,5 galones de diésel diarios.
- El costo de la caja (100 unidades) de fulminantes Famesa N8 es de \$32,14.

- La caja de dinamita Emulnor 3000 1x7 (240 unidades) cuesta \$96,21.
- El costo de la mecha lenta es de 0,37\$ por metro.
- Cada kg de Anfo cuesta \$1,17.
- La barra Atlas Copco cuesta \$105.

### Costos operacionales Propuesta 1

Tabla 4.7 Consumo y costo total de combustible de compresor para el desarrollo de la galería de acceso 1.

<b>Consumo de Combustible Compresor</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por galón</b>	<b>Precio total</b>
Diésel	265	\$ 2,94	\$ 779,1

Tabla 4.8 Costos y gastos totales de los accesorios de voladura para el desarrollo de la galería de acceso 1.

<b>Accesorios de Voladura</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
Explocen	7420	\$ 0,46	\$ 3413,2
Fulminante	6360	\$ 0,36	\$2289,6
ANFO	2410 kg	\$ 1,17	\$ 2819,7
Guía	8268 m	\$ 0,40	\$ 3307,2
Barreno	15	\$ 105	\$ 1575
Brocas	45	\$ 19	\$ 855
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 14259,7</b>

**Costos no operacionales Propuesta 1**

Tabla 4.9 Gastos totales en sueldos del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 1.

<b>SUELDOS DEL PERSONAL DE MINA</b>			
<b>Personal requerido</b>	<b>N°</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Total</b>
Perforista	1	\$20 por metro de avance	\$ 4240
Ayudante de perforista	1	\$20 por metro de avance	\$ 4240
Obreros	3	\$15 por metro de avance	\$ 9540
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 18020</b>

Tabla 4.10 Gastos de rol de provisiones del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 1.

<b>ROL DE PROVISIONES DEL PERSONAL DE MINA</b>				
<b>Personal requerido</b>	<b>13er sueldo</b>	<b>14to sueldo</b>	<b>IESS patronal</b>	<b>TOTAL</b>
Perforista	\$ 346,67	\$ 132	\$ 126,36	\$ 605,03
Ayudante de perforista	\$ 346,67	\$ 132	\$ 126,36	\$ 605,03
Obreros (3)	\$ 260	\$ 132	\$ 94,77	\$ 1460,31
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 2670,37</b>

### Resumen de costos directos e indirectos propuesta de galería de acceso 1

Tabla 4.11 Resumen de costos directos e indirectos para el desarrollo de la galería de acceso 1.

<b>SOCIEDAD MINERA "NUEVA ESPERANZA"</b>	
<b>RESUMEN DE COSTOS PROPUESTA DE GALERÍA DE ACCESO 1</b>	
	<b>TOTAL (106 días laborables)</b>
<b>Metros lineales a explotar</b>	212 metros
<b><i>COSTOS OPERACIONALES Y NO OPERACIONALES</i></b>	<b>\$ 35729,17</b>
- <b><u>Costos operacionales</u></b>	<b>\$ 15038,8</b>
Consumo de combustible	\$ 779,1
Accesorios de voladura	\$ 14259,7
- <b><u>Costos no Operacionales</u></b>	<b>\$ 20690,37</b>
Sueldos de personal administrativo	\$ 18020
Rol de provisiones del personal administrativo	\$ 2670,37

### Costos operacionales Propuesta 2

Tabla 4.12 Consumo y costo total de combustible de compresor para el desarrollo de la galería de acceso 2

<b>Consumo de Combustible</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por galón</b>	<b>Precio total</b>
Diésel	160	\$ 2,94	\$ 470,4

Tabla 4.13 Gastos y gastos totales de los accesorios de voladura para el desarrollo de la galería de acceso 2

<b>Accesorios de Voladura</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
Explocen	4480	\$ 0,46	\$ 2060,8
Fulminante	3840	\$ 0,36	\$ 1382,4
ANFO	1455 kg	\$ 1,17	\$ 1702,35
Guía	4992 m	\$ 0,40	\$ 1996,8
Barreno	10	\$ 105	\$ 1050
Brocas	28	\$ 19	\$ 532
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 8724,35</b>

### **Costos no operacionales Propuesta 2**

Tabla 4.14 Gastos totales en sueldos del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 2.

<b>SUELDOS DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>			
<b>Personal requerido</b>	<b>N°</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Total</b>
Perforista	1	\$20 por metro de avance	\$ 2560
Ayudante de perforista	1	\$20 por metro de avance	\$ 2560
Obreros	3	\$15 por metro de avance	\$ 5760
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 10880</b>

Tabla 4.15 Gastos de rol de provisiones del personal de mina para el desarrollo de la galería de acceso 2.

<b>ROL DE PROVISIONES PARA LA MANO DE OBRA INDIRECTA</b>				
<b>Personal requerido</b>	<b>13er sueldo</b>	<b>14to sueldo</b>	<b>IESS patronal</b>	<b>TOTAL</b>
Perforista	\$ 260	\$ 99	\$ 126,36	\$ 485,36
Ayudante de perforista	\$ 260	\$ 99	\$ 126,36	\$ 485,36
Obreros (3)	\$ 195	\$ 99	\$ 94,77	\$ 1166,31
<b>Subtotal</b>				\$ 2137,03

**Resumen de costos directos e indirectos propuesta de galería de acceso 2**

Tabla 4.16 Resumen de costos directos e indirectos para el desarrollo de la galería de acceso 2.

<b>SOCIEDAD MINERA "NUEVA ESPERANZA"</b>	
<b>RESUMEN DE COSTOS PROPUESTA DE GALERÍA DE ACCESO 2</b>	
	<b>TOTAL (64 días laborables)</b>
<b>Metros lineales a explotar</b>	128 metros
<b><i>COSTOS OPERACIONALES Y NO OPERACIONALES</i></b>	<b>\$ 22211,78</b>
- <b><u>Costos operacionales</u></b>	<b>\$ 9194,75</b>
Consumo de combustible	\$ 470,4
Accesorios de voladura	\$ 8724,35
- <b><u>Costos no Operacionales</u></b>	<b>\$ 13017,03</b>
Sueldos de personal administrativo	\$ 10880
Rol de provisiones del personal administrativo	\$ 2137,03

#### 4.4 Comparación de ventajas y desventajas de las propuestas

Tabla 4.17 Comparación de ventajas y desventajas de las propuestas.

Parámetros	Descripción	Propuesta 1	Propuesta 2
<b>SEGURIDAD</b>	<p>✓ Los dos sitios donde se situarán la bocamina será sobre el suelo por lo que se realizó un análisis para determinar su cohesión y de esta manera determinar su resistencia al corte, donde en las 2 propuestas existe una adecuada combinación de las características de cohesión y ángulo de fricción generando buenas condiciones de estabilidad.</p> <p>✓ Se realizó perfiles en los dos sectores de bocamina para determinar la pendiente natural del terreno, en donde la opción que tenga menor ángulo tendrá más estabilidad.</p>	<p>Cohesión 0,486 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Ángulo de fricción 60°</p> <p>Ángulo de Pendiente del terreno 23°</p>	<p>Cohesión 0,583 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>Ángulo de fricción 53°</p> <p>Ángulo de Pendiente del terreno 15°</p>
<b>AMBIENTE</b>	<p>✓ El único parámetro a tener en consideración en tema ambiental en las dos propuestas es la quebrada que se encuentra en el sector.</p>	<p>Una posible afectación producto de aguas de mina y por oxidación de material estéril en la escombrera.</p>	<p>No produce afectación a la quebrada ya que se encuentra distante de la misma.</p>

<b>ECONÓMICO</b>	✓ Se realizó un análisis económico de los gastos para la construcción de la infraestructura necesaria, así como de la galería de acceso:		
	Construcción de vía	<b>Volumen</b> 9225 m <sup>3</sup>	<b>Volumen</b> 5574 m <sup>3</sup>
		<b>Gasto</b> \$ 12915	<b>Gasto</b> \$ 7803,6
	Plataforma para la infraestructura	<b>Volumen</b> 6365,4 m <sup>3</sup>	<b>Volumen</b> 10203,2 m <sup>3</sup>
	<b>Gasto</b> \$ 8911,56	<b>Gasto</b> \$ 14284,48	
	Desarrollo de la galería de acceso	<b>Metros lineales</b> 212 m	<b>Metros lineales</b> 128 m
		<b>Gasto</b> \$ 35729,17	<b>Gasto</b> \$ 22211,78
	Gasto total	<hr/> \$ 57555,73	<hr/> \$ 44299,86

	<p>✓ Un factor fundamental a considerar luego de acceder al yacimiento mineral es su explotación, por lo que se analiza cuál de las propuestas es la más factible.</p>	<p>Al llegar a la mineralización la galería de acceso estaría a una profundidad considerable de la superficie lo que permitiría la explotación de mineral hacia arriba lo cual reduciría considerablemente los costos de producción y tiempos de extracción de mineral con respecto a la otra propuesta.</p>	<p>Esta galería al llegar a la mineralización estaría muy cerca de la superficie lo cual para explotar ese yacimiento sería por medio de pozos lo cual resultaría muy costoso.</p>
--	--	--	--

#### 4.5 Diseños topográficos finales

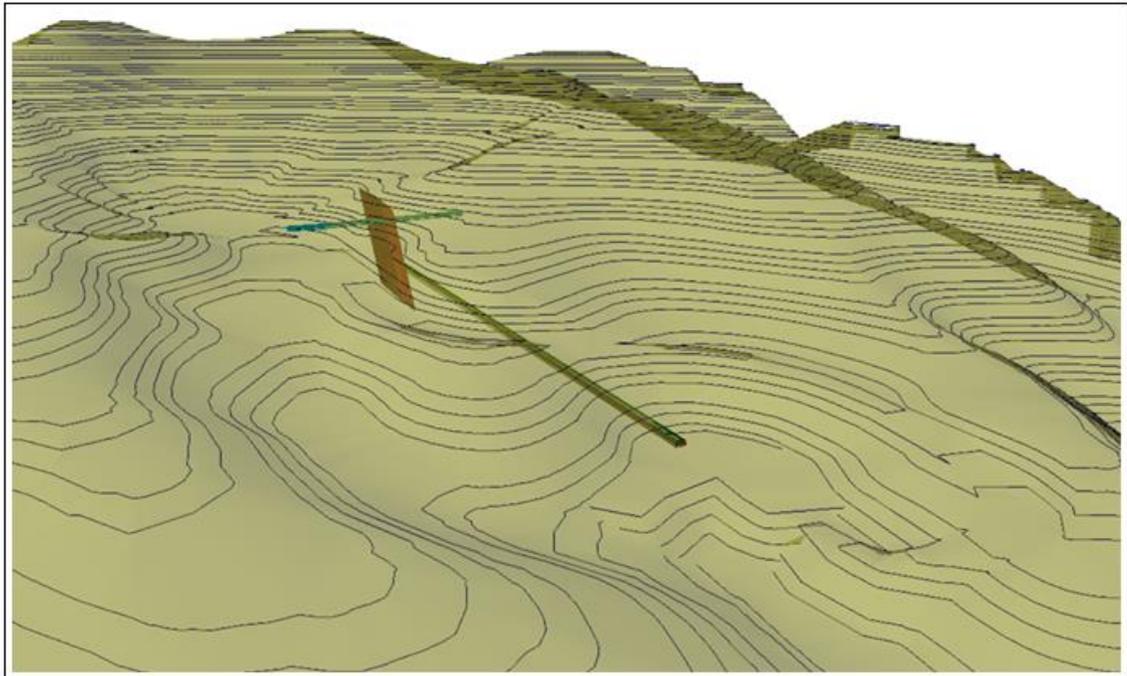


Figura 4.8 Vista 3D superior de la propuesta de galería de acceso 1. (Software RECMIN)

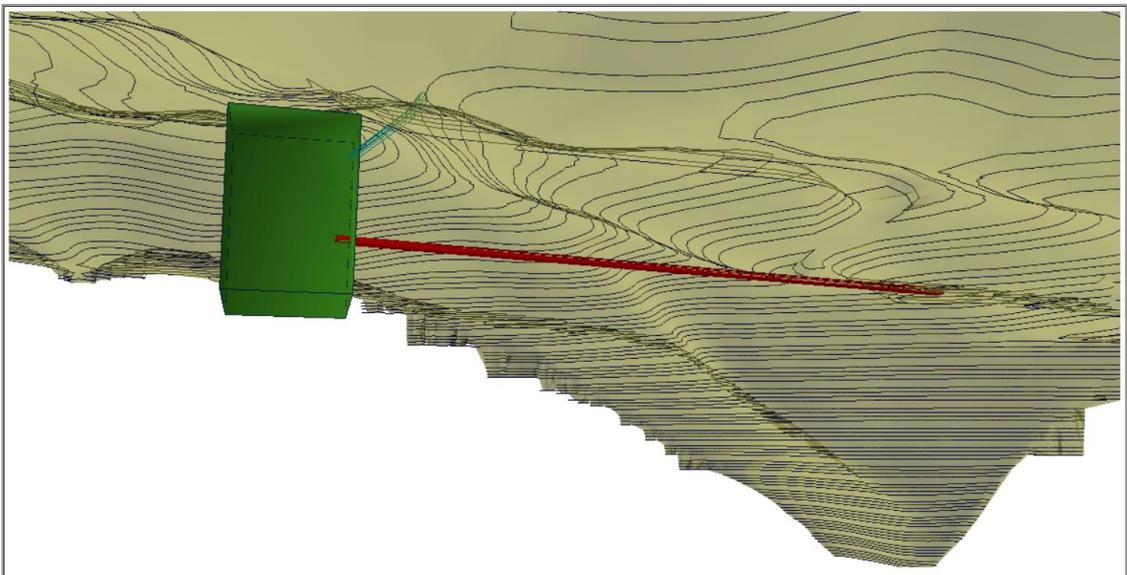


Figura 4.9 Vista 3D lateral de la veta y propuesta de galería de acceso 1. (Software RECMIN)

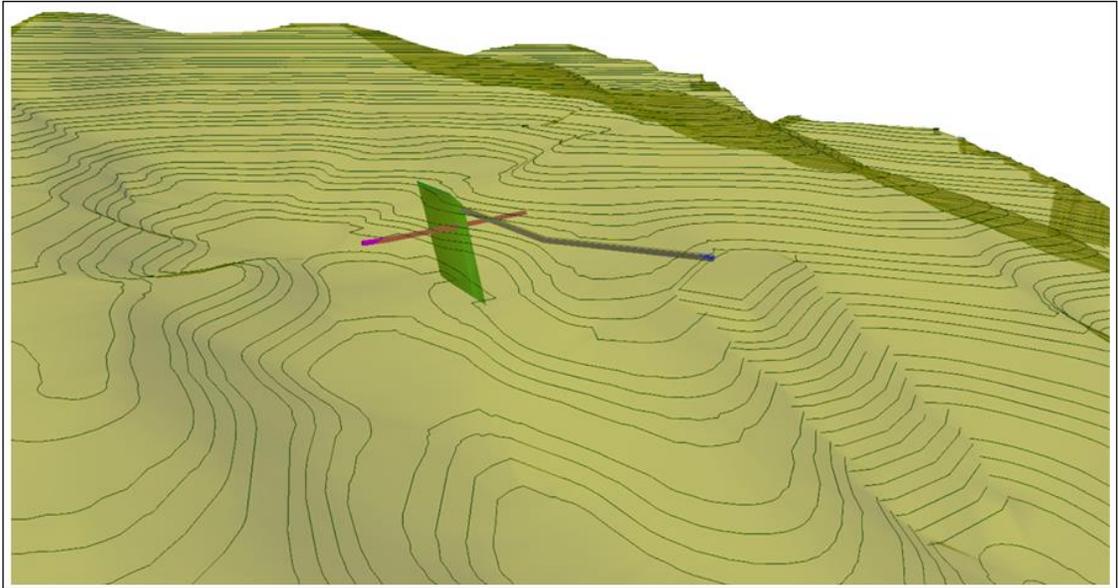


Figura 4.10 Vista 3D de la propuesta de galería de acceso 2. (Software RECMIN)

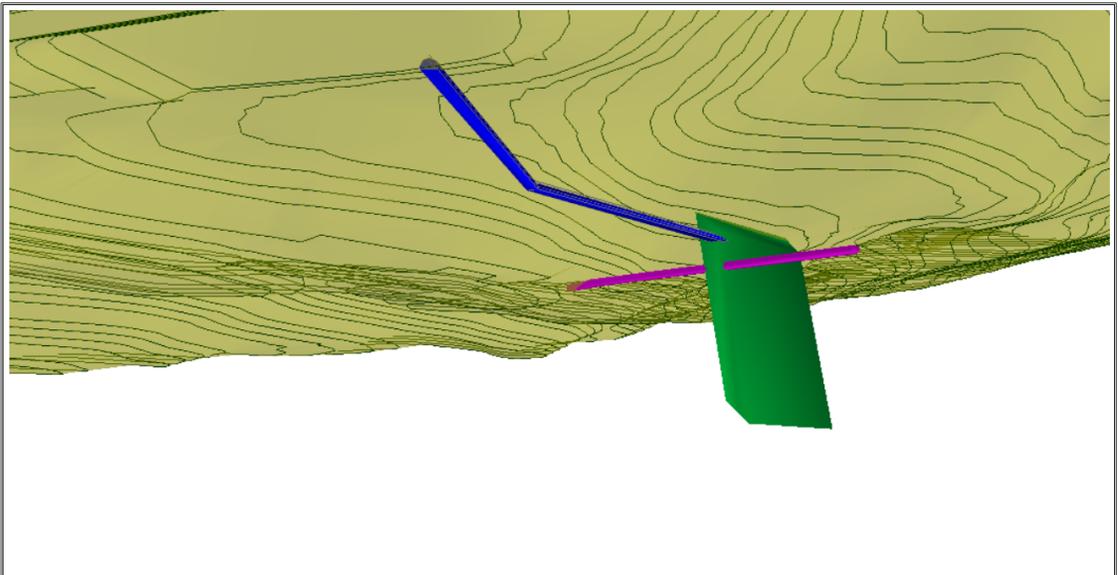


Figura 4.11 Vista 3D Lateral de la veta y propuesta de galería de acceso 2. (Software RECMIN)

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- De acuerdo al informe preparado por Hedenquist en 2007 para la compañía minera Cornestone describe que la zona está conformada por un sistema de vetas epitermales alojadas por un complejo diatrema por arriba de la formación Saraguro.
- Este sistema vetiforme se localiza dentro del cinturón Gañarín el cual abarca grandes depósitos minerales tanto de alta como de baja sulfuración como lo son el de Quimsacocha y Cañaribamba, respectivamente.
- Mediante la exploración realizada tanto en superficie como en la galería existente, se evidencia que la zona de estudio está compuesta por material volcánico, donde la roca encajante se encuentran constituida por tobas de composición dacítica y andesíticas.
- A través del recorrido en la zona y análisis de información, se determinó que el área de operación minera no presenta zonas de fallas considerables y se encuentra distante de la estructura de rumbo andino, como es el sistema de fallas Girón, al este (10 km aproximadamente).
- En el mapeo geológico realizado en la galería presente en el sitio, se pudo identificar la presencia de 2 vetas mineralizadas la cual una de ellas corresponde a la que aflora en superficie.
- De acuerdo al mapa de pendientes del área de operación minera, se pudo proponer dos alternativas de bocamina, donde el primer punto de bocamina propuesto se encuentra en la coordenada UTM WGS84 X: 686511, Y: 9643826 a una altura de 2412 msnm, mientras que el segundo punto de bocamina propuesto se encuentra en la coordenada UTM WGS84 X: 686537, Y: 9643932 a una altura de 2445 msnm.

- De los estudios ingenieriles se pudo determinar que la primera galería propuesta se encuentra a 212 metros de la veta a la cual se pretende llegar mientras que la segunda galería propuesta está a 128 metros.
- De acuerdo a los análisis correspondientes en seguridad, las dos propuestas de bocamina están óptimas para desarrollarlas, siendo la alternativa 2 la que mejor condiciones presenta.
- En tema ambiental la propuesta 1 se encuentra muy cercano a una quebrada por lo que podría presentarse afectaciones, mientras que en la propuesta 2 no produce afectaciones de ningún tipo.
- En el ámbito económico se analizó los gastos para la construcción de vía, plataforma para la infraestructura y desarrollo de la galería, resultando la segunda propuesta con menores gastos con un total de \$44299,86 mientras que en la primera propuesta el gasto total es de \$57555,73 habiendo una diferencia de \$13255,87.

## Recomendaciones

- Seguir explorando el área de operación ya que según los estudios y perforaciones realizadas por la empresa Cornerstone, en el lugar existe presencia de varias vetas mineralizadas, lo que le garantizaría a la sociedad la posibilidad de también poder acceder hacia ellas y así aumentar sus reservas minerales.
- Al momento de analizar la mineralización presente y las alternativas, como punto de bocamina, se debe realizar con instrumentos topográficos de mayor precisión para que el error sea lo más mínimo posible al acceder hacia a la veta mineralizada.
- Para un mejor análisis de suelo para determinar su resistencia es recomendable llevar las muestras a examinar en laboratorio, de esta manera se obtiene resultados más exactos.
- No se recomienda la segunda alternativa ya que al momento de explotar el mineral se lo tendrá que hacer por medio de pozos y los costos de producción serán elevados.
- Elegir la primera alternativa de bocamina propuesta, ya que se facilitarán los trabajos de desarrollo y la explotación del mineral; por ende los costos de extracción serán menores que la otra propuesta.
- Al empezar la construcción de la galería de acceso se recomienda a la Sociedad Minera “Nueva Esperanza”, realizar un análisis detallado del macizo rocoso para conocer la estabilidad del mismo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Canet, C., & Camprubí, A. (2006). Yacimientos minerales: Los Tesoros de la Tierra. México.
- Centro Integrado de Geomática Ambiental CINFA. (2007). Informe Final: Mapa de Cobertura Vegetal y Uso de Suelo de la Cuenca del Río Jubones Escala 1:25000. Loja.
- Chérrez, P. (2011). Geología Económica de la Vetas Auríferas de Yashipa, Prospecto Shaglli, Provincia del Azuay. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional.
- Estudios Mineros del Perú SAC. (sf). Manual de Minería. Lima, Perú.
- García, M. (2012). Biología y Geología. España.
- Herrera, J., & Gómez, J. (2007). Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas.
- Maksaev, V. (2001). Metalogénesis. Chile.
- Minería, L. d. (29-01-2009). Registro Oficial. Quito, Ecuador.
- Moreno, H., Ibáñez, S., & Gisbert, J. (2011). Alfisoles. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ordoñez, C. (2016). Estudio Geológico Estructural de la Galería Principal de Acceso y Transporte, denominada “MINA A LA CARRETERA” Del Área Minera “MIRANDA ALTO” Código 481 del Cantón Zaruma Provincia del El Oro-Ecuador. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja.
- Ortiz, J. (2008). Apuntes de curso de explotación de minas. Chile.
- Páez, C. (2008). Espectrometría de reflectancia (SWIR) aplicada para mapeo de alteración en la zona de Viruela-La Cruz, proyecto La India : Distrito Minero Mulatos, Sahuaripa, Sonora México. México: Universidad de Sonora.

Reyes, B. (2005). Curso: Métodos de Explotación. Chile.

Saavedra, A. (Febrero de 2015). Etapas del Proceso: Construcción de Túneles Mineros.

Obtenido de [http://www.construccionminera.cl/wp-content/uploads/2013/12/ConstruccionMinera\\_10.pdf](http://www.construccionminera.cl/wp-content/uploads/2013/12/ConstruccionMinera_10.pdf)

**ANEXOS**

Anexo 1. Registro fotográfico



Foto N° 1: Veleta utilizada



Foto N° 2: Penetrómetro utilizado



Foto N° 3: Galería existente

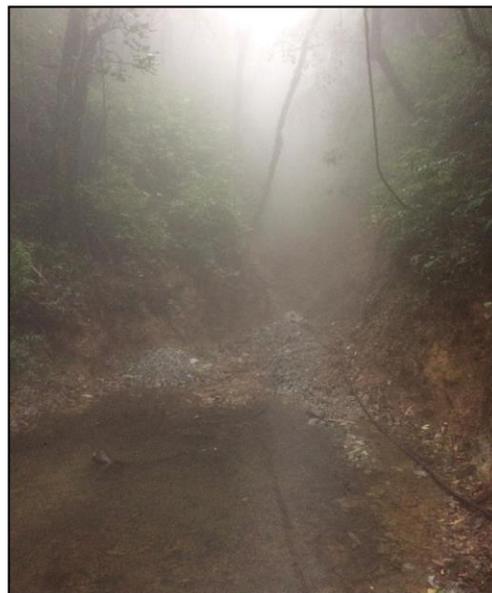
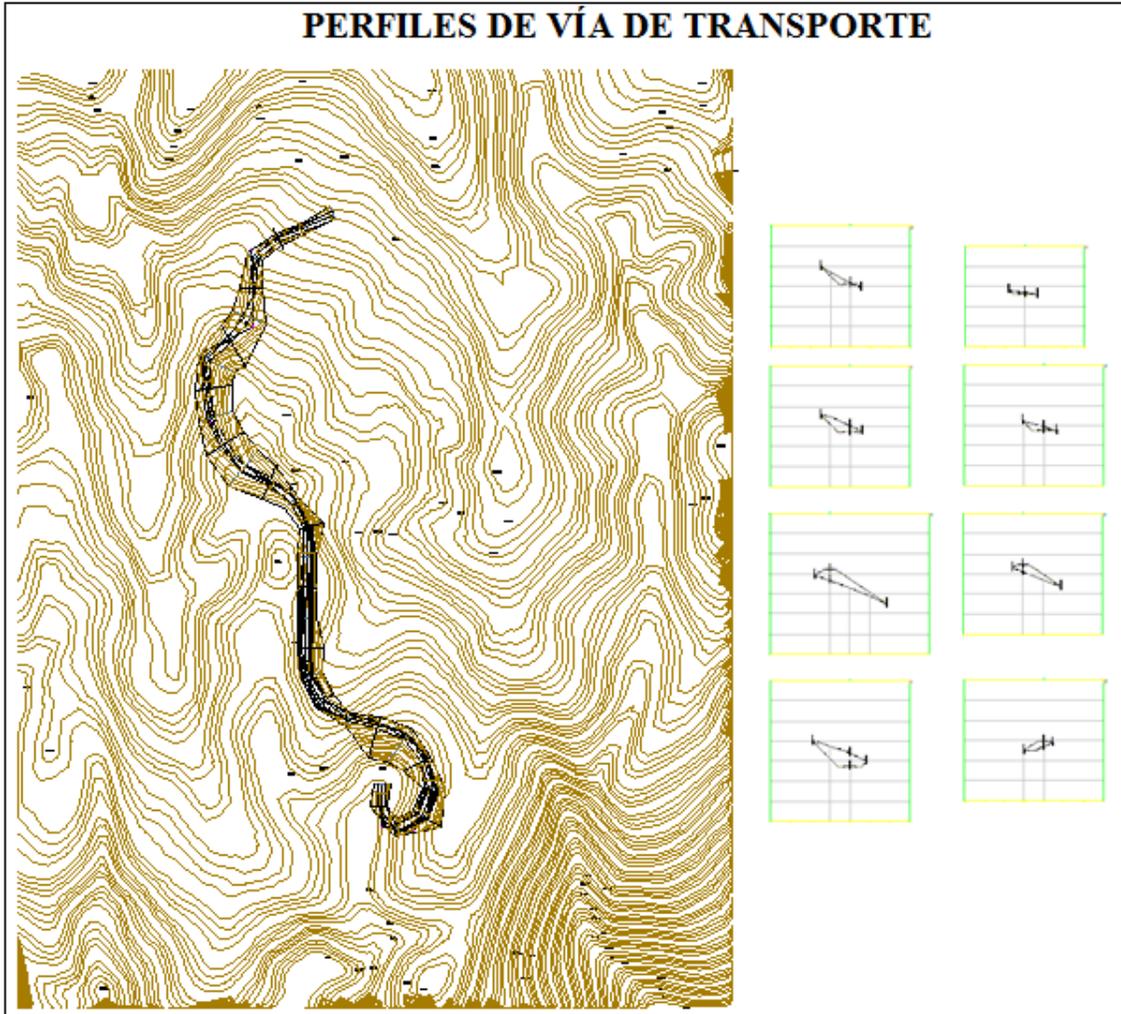
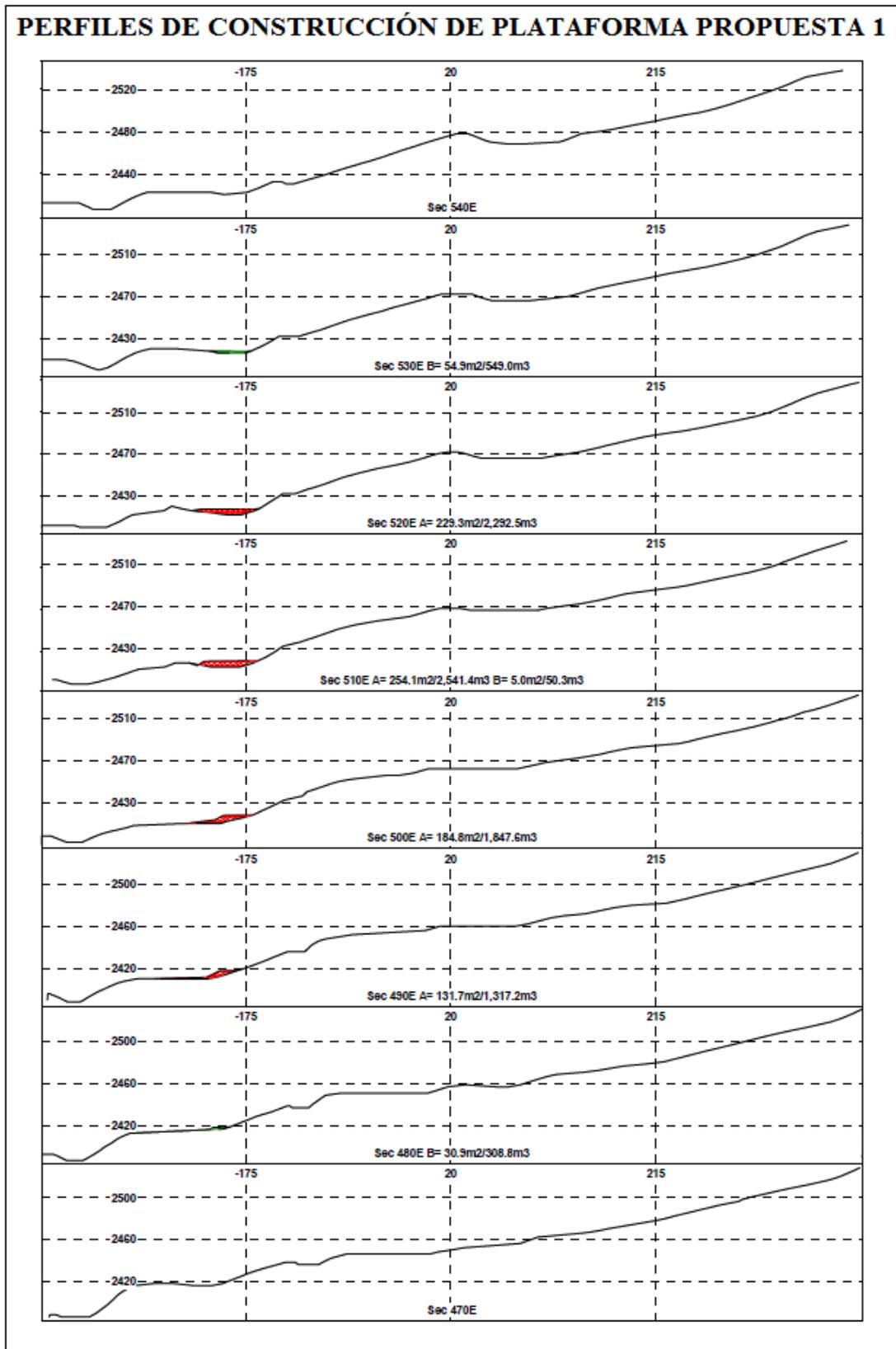


Foto N° 4: Quebrada del sector

Anexo 2. Perfiles de vía de transporte para las propuestas 1 y 2



Anexo 3. Perfiles para la construcción de la plataforma propuesta 1.



Anexo 4. Perfiles para la construcción de la plataforma propuesta 2.

