

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LA  
VETA ENCANTADA PROYECTO: 750  
OCOÑA - AREQUIPA”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**WALTER VILCA HERRERA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEÓLOGO**

**PUNO - PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**

**TESIS**

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LA  
VETA ENCANTADA PROYECTO: 750  
OCOÑA - AREQUIPA”**

**PRESENTADA POR:**

**WALTER VILCA HERRERA**

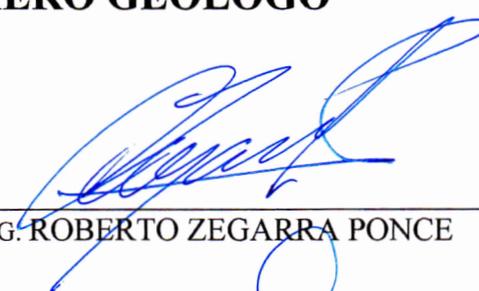
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEÓLOGO**



**APROBADA POR :**

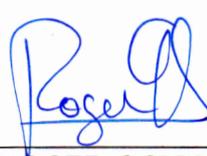
**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
ING. ROBERTO ZEGARRA PONCE

**PRIMER MIEMBRO:**

  
\_\_\_\_\_  
ING. LUIS ORTIZ GALLEGOS

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
\_\_\_\_\_  
M.SC. ROGER GONZALES ALIAGA

**DIRECTOR / ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
DR. MIGUEL ELIAS CALCINA BENIQUE

**ÁREA:** GEOLOGÍA DE MINAS.

**TEMA:** EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y MINERALÓGICA DE LA VETA ENCANTADA.

Fecha de sustentación 28 de diciembre del 2018

## DEDICATORIA

Deseo expresar mi eterna gratitud Al altísimo Dios por todos estos logros a mis padres Martín Vilca Herrera a mi madre Rosalía Herrera de Vilca que con su enorme esfuerzo hicieron que hoy pueda lograr mis metas.

Mi eterna gratitud a mi esposa Daisy Luna Mamani por su constante Apoyo que ha permitido lograr realizarme Profesionalmente, así como a mis queridos hijos Daniel y Abrahán que son parte importante de mi vida.

## AGRADECIMIENTO

Debo agradecer en primer lugar a los propietarios de la empresa minera 750, al Dr. Miguel Elías Calcina Benque por el apoyo mostrado durante la elaboración de este proyecto agradezco también a mi alma mater la Universidad Nacional Del altiplano, a los docentes de la escuela Profesional de Ingeniería Geológica por sus enseñanzas vertidas a mi persona por la formación profesional.

Finalmente, mi agradecimiento al Ing. Roberto Zegarra Ponce, Luis Ortiz Gallegos por su asesoramiento y a todas aquellas personas que de alguna forma me han apoyado para la culminación de este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>II</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XII</b>

### CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

<b>1.1 GENERALIDADES</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>14</b>
<b>1.3 JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>14</b>
<b>1.4 HIPÓTESIS</b> .....	<b>15</b>
1.4.1 Hipótesis general .....	<b>15</b>
<b>1.5 OBJETIVO</b> .....	<b>15</b>
1.5.1 Objetivo general .....	<b>15</b>
1.5.2 Objetivo específico .....	<b>15</b>

### CAPÍTULO II REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.2 DEFINICIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES</b> .....	<b>16</b>
2.2.1 Desde un punto de vista geoquímico .....	<b>16</b>
2.2.2 Desde un punto de vista geoeconómico .....	<b>16</b>
<b>2.3 TRABAJOS DE EXPLORACIÓN</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4 GEOQUÍMICA</b> .....	<b>17</b>
2.4.1 Estudios Geoquímicos .....	<b>18</b>
2.4.2 Muestreo de rocas .....	<b>18</b>
<b>2.5 PERFORACIÓN DE LABORES DE DESARROLLO SUBTERRÁNEA</b> ---	<b>19</b>
2.5.1 Cortadas y galerías .....	<b>19</b>
2.5.2 Piques y Chimeneas .....	<b>20</b>
2.5.3 Subniveles .....	<b>20</b>
<b>2.6 GEOMORFOLOGIA REGIONAL</b> .....	<b>20</b>
2.6.1 Relieve y altitudes .....	<b>20</b>
2.6.2 Drenaje .....	<b>21</b>
<b>2.7 CONTEXTO REGIONAL</b> .....	<b>21</b>
a) Valles .....	<b>21</b>
b) Escarpa costera .....	<b>22</b>

c) Meseta Costanera -----	23
<b>2.8 GEOLOGÍA REGIONAL -----</b>	<b>24</b>
<b>2.8.1 Pre - Cámbrico -----</b>	<b>27</b>
2.8.1.1 Complejo Basal de la Costa (CBC) -----	27
<b>2.8.2 Mesozoico -----</b>	<b>28</b>
2.8.2.1 Formación Labra Cachios – Cachios (Js – la – ca)-----	28
<b>2.8.3 Cenozoico -----</b>	<b>28</b>
2.8.3.1 Formación San José (Ti – sj) -----	28
2.8.3.2 Formación Caraveli (Ti– cv) -----	29
2.8.3.3 Formación Paracas (Ti – pa)-----	30
2.8.3.4 Volcánico Sencca (Ts – vse)-----	31
2.8.4 Cuaternario Reciente (Q - al)-----	32
2.8.5 Rocas Intrusivas -----	34
2.8.6 Complejo Bella Unión (Kis - cbu) -----	34
2.8.7 Batolito de la Costa -----	34
2.8.8 Super Unidad Incahuasi (Ks –gd/to - in)-----	35
2.8.9 Intrusiones Menores Hipabisales (Tms – an) -----	36
<b>2.9 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL-----</b>	<b>36</b>
2.9.1 Falla San Juan-----	37
2.9.2 Falla Churunga-----	37
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<b>3.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO -----</b>	<b>40</b>
3.1.1 Recopilación de Información-----	40
3.1.2 Trabajo de Pre Campo-----	41
3.1.3 Trabajo de Campo-----	41
3.1.4 Equipo, herramientas y materiales -----	41
3.1.5 Recopilación de Muestras-----	43
3.1.6 Equipo de Laboratorio-----	43
3.1.7 Procesamiento de datos-----	44
<b>3.2 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD -----</b>	<b>46</b>
<b>3.3 GEOLOGIA LOCAL-----</b>	<b>47</b>
<b>3.4 GEOMORFOLOGIA LOCAL -----</b>	<b>50</b>
3.4.1 Rasgos Geológicos -----	50

3.4.2 Valles -----	50
3.4.3 Clima-----	50
3.4.4 Vegetación -----	50
<b>3.5 GEOLOGÍA LOCAL-----</b>	<b>51</b>
<b>3.5.1 Cenozoico -----</b>	<b>51</b>
3.5.1.1 Formación San José (Ti - cv)-----	51
3.5.1.2 Volcánico Sencca (Ts – vse)-----	53
3.5.2 Cuaternario Reciente (Q - al) -----	<b>53</b>
<b>3.5.3 Rocas Intrusivas -----</b>	<b>54</b>
3.5.3.1 Complejo Bella Unión (Kis - cbu)-----	54
3.5.4 Batolito de la Costa (bc) -----	55
3.5.5 Super Unidad IncaHuasi (Ks – gd/to -in)-----	55
3.5.6 Super Unidad Linga (Ks-gd/mz-li)-----	56
3.5.7 Intrusiones Menores Hipoabisales -----	56
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS</b>	
<b>4.1 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA VETA ENCANTADA-----</b>	<b>57</b>
4.1.1 Vetas Mercedes y Milagrosa -----	57
4.1.2 Vetas del Sistema NW-SE -----	58
4.1.3 Veta Alexia: -----	58
4.1.4 Veta San Román-----	58
4.1.5 Vetas del Sistema E – W-----	58
4.1.6 Veta Mercedes -----	58
4.1.7 Veta Milagrosa-----	59
4.1.8 Veta Encantada -----	59
4.1.9 Planeamiento -----	61
<b>4.2 COMPORTAMIENTO MINERALÓGICO DE LA VETA ENCANTADA -</b>	<b>63</b>
4.2.1 Exposición de Rocas-----	63
4.2.2 Rocas Hipoabisales-----	64
4.2.3 MICROSCOPIA -----	<b>68</b>
4.2.4 MINERALOGÍA -----	<b>73</b>
4.2.4.1 MINERALES DE MENA -----	73
4.2.4.2MINERALES DE GANGA -----	75
<b>4.2.5 PARAGÉNESIS -----</b>	<b>77</b>

<b>4.2.6 FORMA Y TIPO DE YACIMIENTO</b> -----	<b>78</b>
4.2.6.1 GÉNESIS DEL YACIMIENTO-----	79
4.2.6.2 ZONEAMIENTO-----	79
<b>4.2.7 ALTERACIONES HIDROTERMALES</b> -----	<b>80</b>
<b>4.2.8 CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN</b> -----	<b>81</b>
4.2.8.1 Control estructural-----	82
4.2.8.2 Control mineralógico-----	82
<b>4.2.9 GEOLOGÍA ECONÓMICA</b> -----	<b>83</b>
<b>4.2.10 ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES</b> -----	<b>83</b>
4.2.10.1 Recurso mineral-----	84
4.2.10.2 Recurso mineral medido-----	84
4.2.10.3 Mineral indicado-----	84
4.2.10.4 Recurso mineral inferido-----	85
4.2.10.5 Reservas minerales-----	85
4.2.10.6 Reserva mineral probado-----	85
4.2.10.7 Reserva mineral probable-----	86
4.2.10.8 Mineral inferido-----	86
<b>4.2.11 Procedimiento de los cálculos</b> -----	<b>87</b>
4.2.12 DETERMINACIÓN DE LEY PROMEDIO-----	<b>87</b>
<b>4.2.13 CALCULO DE RESERVA</b> -----	<b>87</b>
4.2.13.1 VALOR DEL MINERAL-----	89
<b>CONCLUSIONES</b> -----	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> -----	<b>91</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> -----	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b> -----	<b>99</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Vista al sur Rio Ocoña ..... 22

Figura Imagen mirando al norte Rio Iquipi ..... 23

Figura 3: Vista mirando al sur-oeste muestra la meseta costanera..... 24

Figura 4: Vista mirando al Sur-Oeste formación Caraveli. .... 30

Figura 5. Mirando al Sur-Este de la zona de estudio se observa el Volcánico Sencca... 32

Figura 6: Columna estratigráfica Regional..... 33

Figura 7: Cortadora modelo BUEHLER. .... 43

Figura 8: Equipo de pulido fino modelo Strues laboPol..... 44

Figura 9: Muestras Para la interpretación en microscopio. .... 44

Figura 10: Columna estratigráfica local..... 52

Figura 11: Veta Mercedes..... 59

Figura 12: Veta Encantada..... 61

Figura 13: Fotografía Roca Granodiorita aflorando dentro de la concesión minera ..... 65

Figura 14: Fotografía Roca Granodiorita en interior Mina..... 66

Figura 15: Cuerpo Subvolcánico andesítico del Complejo Bella Unión..... 67

Figura 16: Sección pulida al este de la veta Encantada ..... 68

Figura 17: Fotomicrografía Inclusión de calcopirita (cpy) ..... 68

Figura 18: Fases de mineralización. .... 69

Figura 19: Cristales de calcopirita ( py) con inclusión de calcopitita (Cpy). .... 69

Figura 20: Minerales Bornita asociada a la Pirita y calcopirita ..... 70

Figura 21: Pirita con reemplazamiento de calcopirita ..... 70

Figura 22: Remplazamiento de cristales de forma anhedrales..... 71

Figura 23: La imagen muestra dentro el cuarzo primario, cristales de Electrón. .... 71

Figura 24: Acercamiento a lo largo de la foto, cristales de Electrón..... 72

Figura 25: Cuarzo con algunas oquedades rellenas por hematita. .... 72

Figura 26: Granos de pirita, algunos de ellos parcialmente limonitizados. .... 73

Figura 27. Veta Encantada clavo medio ..... 74

Figura 28. Veta Encantada clavo Este ..... 75

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas Minera 750, coordenadas UTM 18 S, WGS84.....	46
Tabla 2: Vías de acceso al yacimiento minero 750 .....	47
Tabla 3: Cuadro comparativo de estructuras mineralizadas .....	62
Tabla 4: Secuencia paragenetica.....	78
Tabla 5: Estimación de recursos minerales.....	88
Tabla 6: Resultados de los clavos mineralizados.....	88

## INDICE DE MAPAS

Figura 1. Mapa geológico regional.....	26
Figura 2. Plano Estructura Regional.....	39
Figura 3. Ubicación del área de estudio.....	49
Figura 4. Mapa Geológico estructural local.....	56
Figura 5. Sección longitudinal de la veta Encantada .....	62
Figura 6. Plano de alteraciones hidrotermales.....	81

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>E</b>	: Este (Punto Cardínal)
<b>W</b>	: Oeste (Punto Cardinal)
<b>N</b>	: Norte (Punto Cardinal)
<b>S</b>	: Sur (Punto Cardinal)
<b>NE</b>	: Nor Este
<b>SW</b>	: Sur Oeste
<b>SE</b>	: Sur Este
<b>Au</b>	: oro
<b>Ag</b>	: Plata
<b>Qz</b>	: Cuarzo
<b>Py</b>	: Pirita
<b>Cu</b>	: Cobre
<b>INGEMMET.</b>	: Instituto Geológico Minera Metalúrgico
<b>Gr</b>	: Gramos
<b>N°</b>	: Número
<b>Nv</b>	: Nivel
<b>Cpy</b>	: Chalcopirita
<b>Oxd-Fe</b>	: Óxidos de hierro, [Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]
<b>Q-al</b>	: Cuaternario aluvial
<b>Pb</b>	: Plomo
<b>Zn</b>	: Zinc
<b>pH</b>	: Grado de acides
<b>Tm</b>	: toneladas
<b>%</b>	: Porcentaje

## RESUMEN

Minera 750, se localiza en la quebrada Posco, sobre la margen izquierda del río Ocoña, próximo al poblado de Iquipi, Distrito de Mariano Nicolás Valcárcel, provincia de Camaná, departamento de Arequipa, el objetivo principal del estudio fue realizar una evaluación geológica y mineralógica de la veta encantada que presenta el proyecto minero 750, esto para definir sus recursos minerales. La metodología utilizada es el muestreo geoquímico y secciones pulidas. El yacimiento minero consiste de vetas de relleno de fracturas con cuarzo, pirita, calcopirita el cual está dentro del Batolito de la Costa, conteniendo oro nativo; geológicamente se encuentra dentro de la Franja Metalogénica Aurífera Nazca-Ocoña, estas vetas se caracterizan por ser irregulares las cuales son extensas en profundidad a lo largo de su buzamiento. Las unidades Litoestratigráficas de la zona de estudio está conformada por intrusivos del Cretáceo Superior a Terciario Inferior, pertenecientes al Complejo Bella Unión y a la Super Unidad Incahuasi del Batolito costero, son dislocados por fallas del sistema NE - SW, NW - SE y E - W con buzamiento  $70^\circ$  -  $80^\circ$ . La mineralización, se encuentra encajonada en rocas andesíticas, con dirección EW con buzamiento entre  $70^\circ$  con cambios hasta  $90^\circ$ . La veta Encantada es una de las estructuras mineralizadas más importantes de la unidad Minera 750, aflorando a lo largo de 1500 metros, con rumbo de  $N70^\circ E$  a E-W, con buzamiento de  $70^\circ$  a  $80^\circ N$ , con potencias que oscilan de 0.25 a 0.80m. Además de la veta en estudio, existen otras vetas como veta 750, Mercedes, Milagrosa Alexia, san Román. El oro se encuentra en estado libre y asociado a Qz masivo, Py, Cpy. Las vetas se caracterizan por ser lenticulares, sinuosas, sigmoidales. Las alteraciones hidrotermales presentes en la zona son silicificación, propilitización, argilización y sericitización. La silicificación se presenta mayormente en rocas intrusivas del batolito costero. Los resultados geoquímicos nos permitieron orientar los trabajos de exploración, perforación de labores subterráneas como primera etapa en la zona de estudio en la veta Encantada.

**Palabras claves:** Alteración, Evaluación, Geológica, Mineralización, Veta Encantada.

## ABSTRACT

Minera 750, is located in the Posco ravine, on the left bank of the Ocoña River, near the town of Iquipi, District of Mariano Nicolás Valcárcel, province of Camaná, department of Arequipa, the main objective of the study is to determine the geological and mineralogical characteristics of the enchanted vein that presents the mining project 750, to define its mineral resources we use a descriptive methodology, The mining deposit consists of veins of filling of fractures with quartz, pyrite, chalcopryrite which is inside the Batolito de la Costa, containing native gold ; Geologically, it is located within the Nazca-Ocoña Auriferous Metallogenetic Strip, these veins are characterized by being irregular, which are extensive in depth throughout their dip. The Lito stratigraphic units of the study area are made up of intrusives from the Upper Cretaceous to the Lower Tertiary belonging to the Bella Unión Complex and the Incahuasi Super Unit of the coastal Batholith and are dislocated due to NE - SW, NW - SE and E - W system failures. with dip  $70^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ . The mineralization, is encased in andesitic rocks, with EW direction with dip between  $70^{\circ}$  with changes up to  $90^{\circ}$ . The Encantada vein is one of the most important mineralized structures of the 750 Minera unit, surfacing along 1500 meters, heading from  $N70^{\circ}$  E to EW, with a dip from  $70^{\circ}$  to  $80^{\circ}$  N, with powers ranging from 0.25 to 0.80m. In addition to the vein under study, there are other veins such as Veta 750, Mercedes, Milagrosa Alexia, San Román. Gold is in free state and associated with massive Hz, Py, Cpy. The veins are characterized by being lenticular, sinuous, sigmoidal. The hydrothermal alterations present in the zone are silicification, propilitization, argilization and sericitization; Silification occurs mostly in intrusive rocks of the coastal batholith. The geochemical results allowed us to guide the exploration work, drilling of underground works as the first stage in the study area in the Encantada vein. The estimated potential-prospective economic mineral in the vetiform structures is 470,000 MT, with an average grade of 26 gr.Au/TM and an average power of 0.35 m.

**Keywords:** Alteration, Evaluation, Geological, Mineralization, Enchanted Vein

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 GENERALIDADES

La zona de estudio está ubicada en el flanco occidental de los Andes del sur del Perú, metalogenéticamente está situada en la franja aurífera Nazca Ocoña del Batolito Costanero, Provincia de Camaná distrito Mariano Nicolás Valcárcel, accedando por vía terrestre Arequipa - Ocoña con una distancia de 250 Km y luego 12 Km vía afirmada hasta la zona de estudio.

El yacimiento minero 750 está conformado por un conjunto de vetas filonianas de origen meso termal, el cual se determinó con estudios de lámina delgada, petrografía y mineralogía.

El mapeo geológico en afloramiento y labores subterráneas ayudaron a realizar una evaluación geológica y mineralógica de la veta Encantada.

En el presente trabajo se tomó en cuenta la información geológica regional, local y análisis geoquímicos. Este trabajo fue realizado el año 2018, con el objetivo de validar la información proporcionada. La veta Encantada posee un gran interés económico, y representa un potencial de gran importancia económica para el proyecto minero 750.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería es la actividad que el ser humano realiza para extraer y utilizar las sustancias minerales que existen en la naturaleza. El aprovechamiento de los recursos minerales está presente en la vida del hombre desde las más remotas edades, utilizándolas en su alimentación (sal común), manifestaciones artísticas, herramientas y artefactos primitivos para la vida doméstica y productiva. Tumialán, (1987).

En muchos yacimientos mineros aún hay el desconocimiento de la geología y geología económica, es el caso de Minera 750 por lo tanto, es necesario realizar un cartografiado geológico en superficie e interior mina acompañado de un muestreo geoquímico, secciones delgadas y pulidas que nos llevará evaluar las características geológicas, y mineralógicas de la veta Encantada.

Dadas las consideraciones anteriores se tiene las siguientes preguntas:

- ¿La evaluación geológica de la veta Encantada que presenta el proyecto minero 750, contribuirá a la ubicación de nuevas estructuras mineralizadas?
- ¿Cuál es el comportamiento mineralógico de la veta Encantada del proyecto minero 750?

Dar respuesta a estas interrogantes a través del presente estudio ha sido el objetivo fundamental de la presente investigación el mismo que detallaremos más adelante.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad en el Perú, se encuentran muchos yacimientos mineros metálicos y polimetálicos acompañados de minerales de Au, Cu, Ag, tales como (Minera 750, San Juan de Churunga, Caravelí, Nazca, Ocoña, etc.). En algunos yacimientos el Au se encuentran finamente diseminado, y son explotados en diferentes lugares del Perú.

Debido a lo largo y ancho del país encontramos mucha actividad que se dedica a la pequeña, mediana y gran minería.

La evaluación geológica y mineralógica de la veta Encantada expresada en la tesis, contribuirá significativamente para nuevos proyectos de exploración geológica minera, principalmente en la zona denominada Posco, el resultado de la investigación determinará criterios geológicos y nuevas ideas para la exploración de recursos naturales y contribuirá a las investigaciones científicas.

## **1.4 HIPÓTESIS**

### **1.4.1 Hipótesis general**

Con el mapeo geológico, reconocimiento de minerales, muestreo Geológico tanto superficial como en labores subterráneas, será posible determinar los componentes geológicos, Mineralógicos y donde se concentraron los fluidos mineralizastes con mayor valor económico.

Con la caracterización geológica del yacimiento minero 750 podemos determinar el comportamiento Geológico y mineralógico de la veta Encantada.

## **1.5 OBJETIVO**

### **1.5.1 Objetivo general**

Realizar una evaluación Geológica y Mineralógica de la veta Encantada que presenta el yacimiento minero 750.

### **1.5.2 Objetivo específico**

- Establecer las características geológicas, de la veta Encantada.
- Determinar el comportamiento mineralógico de la veta Encantada, paragénesis zoneamiento.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.6 REVISIÓN DE LITERATURA

Dentro de la revisión de literatura se hace un resumen de todos los conceptos geológicos litológicos, estructurales, geoquímicos que aplicaremos en el presente proyecto del yacimiento minero 750.

#### 1.7 DEFINICIÓN DE YACIMIENTOS MINERALES

Yacimiento mineral es la parte o fracción de la corteza terrestre donde por procesos geológicos se formaron elementos o agregados minerales útiles, que pueden ser explotados con beneficio económico, con los medios técnicos disponibles. Smirnov. (1976).

##### 1.7.1 Desde un punto de vista geoquímico

Acumulaciones o concentraciones de elementos que están presentes en la corteza terrestre sólo de forma diseminada Bateman (1951).

##### 1.7.2 Desde un punto de vista geoeconómico

Acumulación local geológicamente establecida, de un mineral específico que puede ser extraído bajo las condiciones económicas actuales”. Cillite (2001)

## 1.8 TRABAJOS DE EXPLORACIÓN

La exploración minera se basa en una serie de actividades y diversas técnicas disponibles para llevar a cabo el trabajo, establecidas las posibilidades de la región estudiada, Su objeto es realizar una evaluación Geológica, para el cual se realizaron estudios que consisten en la cartografía geológica que se basa en la representación en un plano de referencia, normalmente topográfico, de todos aquellos hechos geológicos observados en un determinado lugar. Dicho de otra forma, consiste en elaborar planos geológicos. Así mismo en muestreo y análisis geoquímico de las rocas mediante una serie de trabajos superficiales, como muestreo de sedimentos, rocas, etc. Una vez detectado la mineralización de interés económico, es decir, en la que observamos caracteres que permiten suponer que pueda llegar a ser explotada, para confirmar las inferencias, se ha realizado perforaciones de labores subterráneas como (crucero, galerías, chimeneas y piques de exploración), lo cual permite definir la geometría del cuerpo mineral y sus contenidos en cuanto a minerales de interés económico. Pasamos a llevar a cabo su evaluación o valoración económica, en donde se ha realizado la exploración, determinando de la cantidad de (reservas) y de la calidad (ley Promedio) de mineral de un depósito. Arribas, A. (1996)

## 1.9 GEOQUÍMICA

La utilización de la exploración geoquímica en la búsqueda de un yacimiento se basa fundamentalmente en una técnica que se encarga de realizar investigaciones geológicas minerales mediante la obtención de muestras de minerales, rocas, sedimentos y la determinación de la abundancia (anomalía) de los elementos presentes en dichas muestras. Las acciones físicas y químicas, externas y posteriores a la formación del yacimiento originan removilizaciones de los elementos que componen el yacimiento. La

fijación posterior de éstos da lugar a contenidos anómalos, cuya detección puede contribuir a localizar su origen, es decir, el propio yacimiento. Rose y Burt, (1979)

### **1.9.1 Estudios Geoquímicos**

Con el objeto de obtener información detallada sobre los valores de metales preciosos como oro, plata, cobre y otros, el Proyecto Minero 750, se programó toma de muestras desde la fase inicial de la exploración Geológica, las muestras fueron tomadas en la campaña de perforación en labores subterráneas, así como muestreo de rocas de estructuras aflorantes, así mismo de zonas de alteración que según criterio geológico, permitan orientar los trabajos secuenciales de exploración.

### **1.9.2 Muestreo de rocas**

La toma de muestras en roca y cuerpos mineralizados se realizó en afloramientos de rocas frescas y alteradas. Las muestras representativas fueron muestreadas aplicando las técnicas de geoquímica chip rock (puntos, canal), trincheras. Las muestras de roca recogidos con fines de exploración de minerales se dividen en diferentes categorías de exploración. Cada categoría se basa en el método de recolección y los métodos utilizados para el muestreo son:

#### **a) Canales**

Son también las que más se utilizaron en la prospección y exploración geológica. Esta técnica se realizó en la superficie del afloramiento, y en labores mineras subterráneas estructuras mineralizadas (vetas). Se recogieron la muestra en pequeños fragmentos en una longitud determinada. Generalmente en la sucesión a lo largo de una línea perpendicular a la veta.

**b) Puntos**

Muestreo de chip rock, se realizó en afloramientos de roca con evidencias de mineralización. Estas muestras han sido tomadas con cincel punta de acero, combo obteniendo esquirlas en pequeñas porciones, se realizó el muestreo en diferentes áreas del proyecto. Se recogieron de forma sistemática para proporcionar un valor representativo para cada intervalo. Las muestras Chip se recogen generalmente en un afloramiento de la roca matriz. Método es útil porque si la mineralización está presente, la anchura de la zona mineralizada se puede determinar.

**c) Trincheras**

Este sistema de muestreo es aplicado por lo general en lugares donde la mineralización está cubierta de material cuaternario, en el presente estudio realizamos trincheras de 15 a 25 m, y de 0.30 a 0.80 m. de profundidad.

**1.10 PERFORACIÓN DE LABORES DE DESARROLLO SUBTERRÁNEA**

Son labores de exploración y desarrollo en donde se realiza excavaciones, comprende perforación y voladura en labores horizontales y verticales (cortadas, estocadas, piques, chimeneas, rampas) cuyos objetivos son: llegar a las proyecciones de las vetas para su posterior desarrollo, así mismo de ejecutar cámaras diamantinas de donde se realizarán taladros diamantinos que confirmarán o descartarán la presencia de vetas en las proyecciones dadas las labores de exploración.

**1.10.1 Cortadas y galerías**

Son labores horizontales de 2.1 x 2.4 metros de sección, realizadas principalmente con fines exploratorios, para dar accesos y servicios a las zonas de trabajo.

### **1.10.2 Piques y Chimeneas**

Son labores verticales y/o inclinadas de doble compartimiento de 2.4 m x 1.2 m de sección y de chimeneas simples de 1.2 m x 1.2 m. de sección, estas labores se realizan en forma convencional.

### **1.10.3 Subniveles**

Son labores horizontales de 1.2 m x 1.8 m de sección, realizadas durante la etapa de preparación a partir de una chimenea sobre el nivel principal y sirven para delimitar el inicio del área de explotación.

## **1.11 GEOMORFOLOGIA REGIONAL**

Las unidades geomorfológicas más resaltantes, los constituyen la cadena costanera y la Cordillera occidental, con relieves bastante erosionados y empinados asociados a quebradas.

### **1.11.1 Relieve y altitudes**

El área Se encuentra en la parte oriental de la faja costanera. Regionalmente se considera tres zonas geomorfológicas adyacentes, y que son paralela a la línea de costa, y va hasta el pie de la cordillera; dichas zonas son: terrazas marinas cadena costanera y meseta de la cota, siendo esta última unidad, donde se ubica la mina. Geográficamente, se encuentra en la región yunga, según (Pulgar Vidal), presentando una altura que van desde los 550 hasta los 1350 m. s. n. m. y en corto recorrido. Localmente el nivel actual, nos indica que la erosión a la que ha estado sometido las diferentes formaciones geológicas, dando una composición topográfica bien accidentada y la forma típica de valle en “V”, propio de la erosión juvenil. (Ver Imagen N°1)

### **1.11.2 Drenaje**

El río Ocoña es el principal colector de la región: la superficie se encuentra fuertemente dividido por un sistema dendrítico, existiendo otro tipo de drenaje, pero de menor importancia. El río Ocoña es uno de lo que contienen agua durante todo el año y que se emplea en la agricultura y también para uso doméstico, mientras que la quebrada Poscco, donde se encuentra Cía. Minera 750 no tiene ningún caudal por lo contrario durante el año es seca, la misma que tiene una dirección NW-SE La cuenca de captación fluvial se encuentra en el flanco este que provienen del deshielo del nevado Coropuna en dirección sur-oeste y al oeste la confluencia del río Maran con otros ríos en dirección sur-este que se unen en Chaucalla, a lo largo de sus recorridos vierten sus aguas ambas cuencas y se unen en Iquipi donde nace el río Ocoña. Localmente el río Grande fluye con dirección NE-SW, su caudal es permanente durante todo el año, incrementando éste considerablemente en los meses de verano debido a las intensas lluvias que caen en las partes altas.

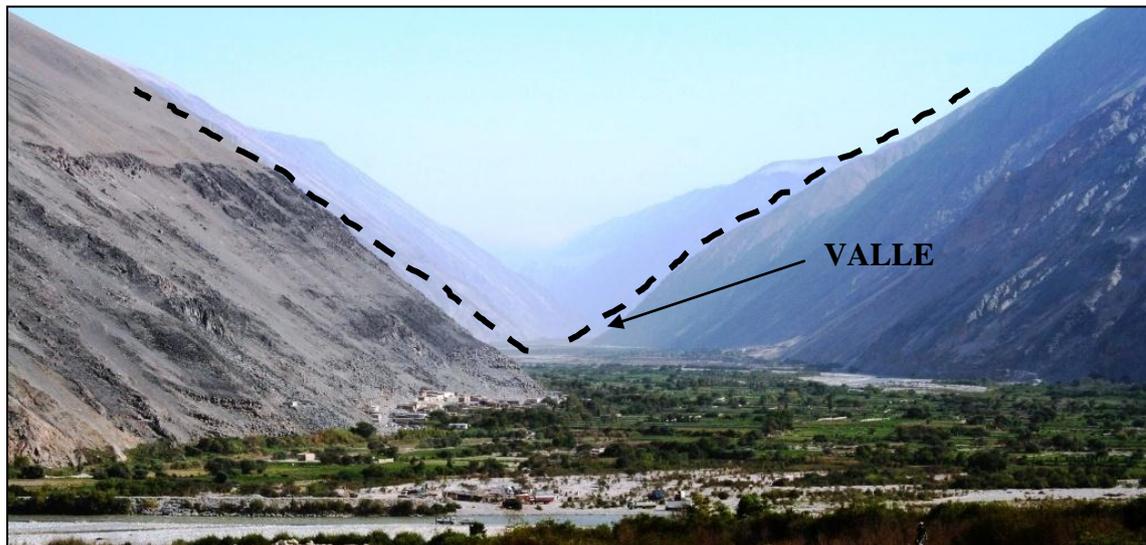
### **1.12 CONTEXTO REGIONAL**

Regionalmente se diferencian tres unidades geomorfológicas principales, las mismas que fueron consecuencia de los ciclos erosivos producto del levantamiento Andino; así tenemos.

#### **a) Valles**

El resultado de las diferentes etapas de erosión, dan origen a numerosas quebradas y valles profundos que discurren hacia la costa Los ríos descienden de la Cordillera Occidental y al formar los valles principales como el Ocoña y Caraveli, lo hacen con gradiente más suave con lechos bastante amplios, y desembocan en el Océano Pacífico.

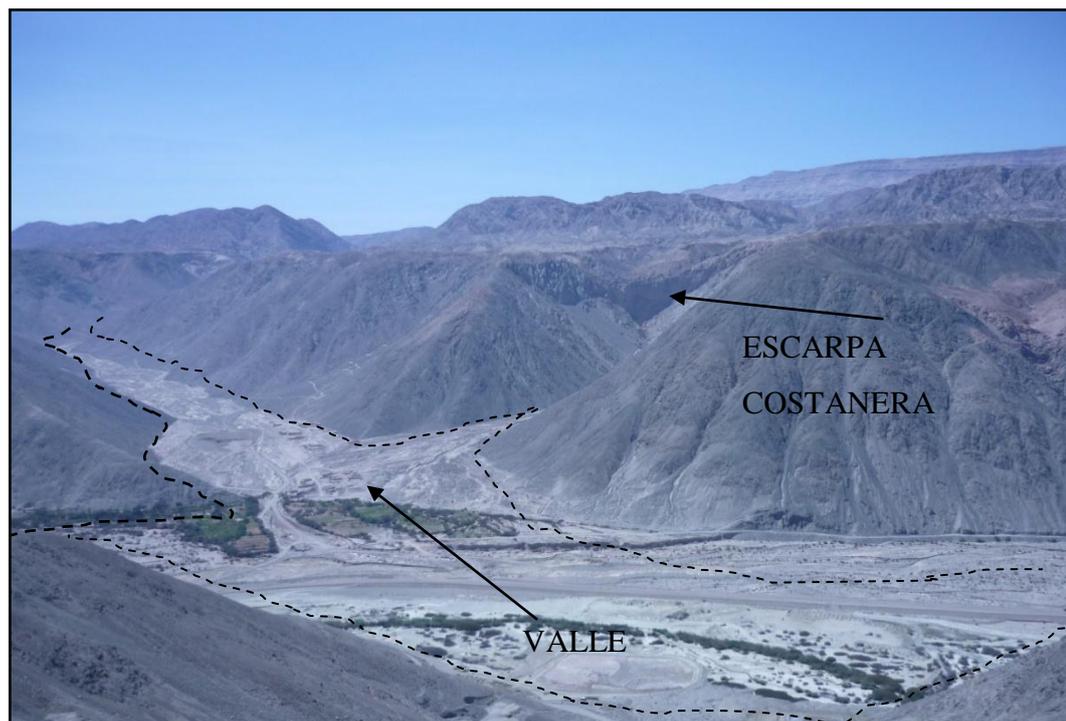
En los flancos de estos valles la actividad erosiva reducida, debido a que tienen gradiente suave y que están conformados por rocas intrusivas. (**Ver figura N°1**).



**Figura 1:** Vista al sur Rio Ocoña - Secocha. – FUENTE: Internet

#### **b) Escarpa costera**

Esta unidad corresponde al relieve formado por la cadena costanera, donde las diferentes cumbres alcanzan alturas de 600 a 1400m (en la zona de estudio), hacia la costa terminan bruscamente en el Océano Pacífico y las playas litorales son casi ausentes salvo las desembocaduras de los grandes valles dichas escarpas se encuentran constituidas por rocas antiguas como metamórficas, graníticas y sedimentarias con edades desde el precámbrico hasta el mesozoico. (**Ver figura N°2**).



**Figura 2: Imagen mirando al norte Rio Iquipi. FUENTE: Propia**

### c) Meseta Costanera

Forma parte de la llanura costanera, tiene un relieve bajo y ondulante con suave inclinación hacia el Suroeste, se eleva bruscamente hacia el Noreste, conformando los flancos de la Cordillera Andina. Litológicamente la llanura de Caravelí está formada por la acumulación de depósitos continentales y marinos de edad Terciario-Cuaternario, producto de los diferentes ciclos erosivos se encuentran cerros aislados de poca altura. Esta unidad geomorfológica está limitada al Este por la Cordillera Occidental y al Oeste por la Cordillera de la Costa y forma parte de la depresión tectónica longitudinal que se extiende a lo largo de toda la faja costanera entre Ica y Tacna, en forma casi paralela a la línea de la costa. (**Ver figura N°3**).



**Figura 3:** Vista mirando al sur-oeste muestra la meseta costanera. **FUENTE:** Propia

### 1.13 GEOLOGÍA REGIONAL

La geología regional está comprendida por rocas metamórficas, sedimentarias y volcánicas sedimentarias que en edad van desde el Precambriano al cuaternario reciente. La secuencia estratigráfica comienza con el Precambriano que está representado por rocas metamórficas que constituyen el basamento de la secuencia estratigráfica; aflora como consecuencia de la profunda acción erosiva de los ríos Marán, Ocoña y Cotahuasi. Se encuentra emplazado en forma de un horst entre rocas ígneas del batolito costero y rocas sedimentarias del Mesozoico, a modo de una faja irregular, NW-SE, levantado por una serie de fallas. Sobreyaciendo al complejo basal están las rocas clásticas del Grupo Yura, testigos sedimentarios de las transgresiones jurásicas, que afloran a lo largo de los ríos Huanca y Cotahuasi sobre las que yacen las rocas calcáreas del Cretáceo medio. Por un efecto de compresión producidos por la tectónica andina, ocurrió un plegamiento principalmente en la región del flanco occidental de la cordillera de los Andes, como en las laderas de los profundos valles (Cotahuasi y Anta-Anta o Marán), donde la

orientación de las estructuras tiene un rumbo general NW-SE, según la tendencia general Andina.

El sistema de fallas al igual que en la región costera tiene las mismas características de fallamiento en bloques. Una discordancia angular notable, como una serie muy persistente de capas rojas marcan el fin del cretáceo superior y el desarrollo del terciario inferior, como consecuencia de la orogenia peruana. Remanentes de esta secuencia rojiza terciaria (formaciones San José y Caravelí) en capas horizontales, sobre rocas metamórficas y rocas intrusivas del Batolito Costanero, cubiertas discordantemente por una gruesa secuencia clástica, proveniente de una intensa actividad erosiva ocurrida en el terciario inferior. Estas dos unidades que, en la región, representan a la base del terciario en estudios previos eran consideradas como del terciario medio a superior (Grupo Moquegua). Debido a movimientos verticales, la sedimentación pasa a ser de ambiente marino, bastante fosilífera (Formaciones Paracas y Camaná).

La parte superior de la secuencia estratigráfica está representada por rocas volcánicas y volcano sedimentarias de edad Terciario medio a Cuaternario reciente. El magmatismo andino se inicia con la intrusión de grandes cuerpos de rocas hipabisales realizada en el cretáceo que rompen y metamorfozizan a rocas sedimentarias del Jurásico, Cretáceo Inferior y medio, siendo a su vez cortadas por el batolito costanero. Estos hipabisales se han emplazado principalmente, siguiendo la dirección de las zonas de mayor fracturamiento, aflorando en forma de pequeños cuerpos a lo largo de una dirección aproximada  $N30^{\circ} 40^{\circ}W$ , es decir, siguiendo el patrón estructural andino; de aquí que su emplazamiento sintectónico está relacionado a fallas pre-existentes emplazadas durante las manifestaciones iniciales del plutonismo finicretáceo. A estos hipabisales se les denomina Complejo Bella Unión de composición andesítica a dacítica. El batolito de la costa está representado por sus segmentos Incahuasi, Linga y Tiabaya; cubierto por

formaciones terciarias; intruyen rocas metamórficas del Complejo Basal, así como al Hipabisal Bella Unión. El cuerpo principal está constituido por una asociación de diorita, cuarzodiorita, granodiorita, monzonita y tonalita. Su emplazamiento está controlado por estructuras pre-existentes, como fallas y fracturas profundas, que el patrón estructural andino. Respecto a la actividad minera se circunscribe a la explotación de algunos yacimientos de mayor valor comercial y de fácil acceso, como es la explotación del oro en áreas que se encuentran cercanas a los ríos Ocoña y Caravelí. (Ver anexo Mapa N.º 1)

### **1.13.1 Pre - Cámbrico**

#### **1.13.1.1 Complejo Basal de la Costa (CBC)**

Con este nombre BELLIDO y NARVAEZ (1960) designaron a las rocas que constituyen el basamento de la Cadena Costanera en el sur del Perú.

Las rocas metamórficas que conforman el basamento de esta región están constituidas principalmente por gneises, granitos potásicos con estructuras gneísicas, diques de composición básica e intermedia, así como por pequeños cuerpos tabulares de pegmatita granatífera. En la quebrada Posco y en las márgenes derecha e izquierda del río Ocoña, estas rocas metamórficas se encuentran como techos colgantes, sobre intrusivos más modernos, tal como se puede ver en los cerros Takila y Ancha.

Al sur del C. San José, cerca de la Mina La Eugenia han quedado pequeños remanentes metamórficos sobre rocas hipabisales subvolcánicas y sobre dioritas y granodioritas del Batolito de la Costa, donde están cortados por diques y filones de cuarzo, así como por microdioritas más recientes. Algunos de estos filones contienen porcentajes variables de oro y cobre, los cuales han sido explotados en años anteriores. El Complejo Basal se encuentra cubierto discordantemente por diferentes formaciones que van desde el Jurásico inferior hasta el Cuaternario.

#### **Edad y Correlación**

La edad del complejo basal de la costa de esta área se infiere en base al metamorfismo regional que presenta permitiendo correlacionarlo con el afloramiento expuesto en el sur del Perú, en el que se ha realizado dataciones radiométricas, con el método de Rb/S, dando edades de 180 m.a. indicando que se trata de rocas pertenecientes al Precámbrico. Afloramientos similares se encuentran en los cuadrángulos de Atico, Ocoña, Camaná y la Yesera.

### **1.13.2 Mesozoico**

#### **1.13.2.1 Formación Labra Cachios – Cachios (Js – la – ca)**

Secuencia de areniscas grises intercaladas con lutitas abigarradas, las areniscas, areniscas cuarzosas y cuarcitas, son de color gris claro a parduzco, por intemperismo amarillo rojizas y rosado pardusco. Son de grano fino a medio, con óxidos de hierro en manchas diseminadas. Forman capas de grosor variable y generalmente presentan estratificación cruzada. Aquí también se encuentra el Batolito de la Costa topográficamente la parte superior de este macizo se encuentra erosionado, formando una superficie de abrasión marina, levemente horizontal, inclinada al sur y afectada por un número grande de fallas y fracturas con levantamientos y hundimientos verticales en cuya superficie se han depositado las formaciones terciarias. Tanto su composición mineralógica como su estructura y textura se mantienen sin cambios notables por grandes distancias dentro de una misma superunidad. Los máficos están constituidos piroxenos, horblenda y biotita los cuales se presentan en concentraciones dando a la roca un aspecto moteado y disperso en forma irregular; estas formas constituyen uno de los factores para la diferenciación de las grandes unidades.

#### **Edad y Correlación**

El tiempo de sedimentación de las formaciones Cachios Labra de la región Arequipa, ha sido datado entre el Titoniano - Oxfordiano, (Jurásico superior) Benavides V. (1962), García W (1968) y Vicente (1981, 1989).

### **1.13.3 Cenozoico**

#### **1.13.3.1 Formación San José (Ti – sj)**

Se le asigna este nombre a una secuencia de areniscas, lutitas y arcillas finamente estratificadas y cruzadas por abundantes vetillas de yeso e intercaladas con niveles de conglomerados; en su tercio superior existen abundantes capas de evaporitas. Estas

rocas fueron depositadas en cuencas lagunares de baja profundidad y son de color rojizo mayormente; su lugar típico de exposición es el cerro San José, ubicado al sureste del pueblo de Caravelí. Los afloramientos que representan a esta unidad se encuentran en forma de remanentes, a alturas de 1,000 a 2,000 m.s.n.m., desde las inmediaciones de Caravelí se prolongan hacia el sur. Las exposiciones más completas se encuentran en los cerros San José, Fortuna, Cruz Blanca, Los Mellizos, etc.

### **Edad y Correlación**

Se encuentra infrayaciendo a rocas de la Formación Caravelí, con discordancia erosional. Se le asigna una edad comprendida entre fines del Cretáceo y principios del Terciario (Paleoceno según Víctor Pecho por las dataciones realizadas por J. Cobbing y Pitcher). A la Formación San José se le correlaciona con la Formación Sotillo, Grupo Moquegua, Formación Moquegua Inferior de la región de Arequipa. Asimismo, se le correlaciona con las formaciones Seraj y Querque de la región de Huanca, con la Formación Jahuay de Omate.

#### **1.13.3.2 Formación Caraveli (Ti- cv)**

Sus afloramientos se extienden, en forma continua y son de carácter molásico, representan acumulaciones de pie de monte como consecuencia de un intenso ciclo erosivo que siguió al levantamiento regional, resultado de la primera fase tectónica andina. Los afloramientos cubren parte de los fondos de los valles. Constituida mayormente por gruesas secuencias conglomerádicas, fácilmente deleznable y clastos bien estratificados y compactos, teniendo además niveles de conglomerados finos gradacionales y fácilmente reconocibles por su coloración.

### **Edad y Correlación**

La edad de la Formación Caravelí está basada en su posición estratigráfica, yace con discordancia erosional sobre la Formación San José considerada como el Paleoceno

superior a eoceno inferior según V. Pecho G. y es correlacionable con el Grupo Moquegua, Formación Moquegua Superior, el miembro superior de la Formación Seraj de las hojas de Huambo y Orcopampa. (Ver figura N°4).



Figura 4: Vista mirando al Sur-Oeste formación Caraveli. FUENTE: Propia

### 1.13.3.3 Formación Paracas (Ti – pa)

La formación Paracas marca el inicio de las transgresiones terciarias que ocurrieron a lo largo de la costa del Perú. Sus mejores exposiciones se encuentran en la pampa Gramadal en los cerros Tetillas, Infiernillo y Ladera y en la pampa Cortadera. En la margen izquierda del río Ocoña, aflora en los cerros Clavelinas y CunoCuno, donde constituyen las secciones más completas. En general la formación Paracas está integrada por areniscas de grano grueso hasta conglomerádicas, con cemento calcáreo, interestratificadas con lutitas, areniscas tobáceas, areniscas arcillosas, arcillas tobáceas, calcarenitas, margas, etc. Se intercalan dentro de esta secuencia, niveles delgados de diatomita y estratos tobáceos, con grosores que van desde decímetros hasta más de 2 m.

#### Edad y Correlación

De acuerdo a las muestras tomadas por V. Pecho (1984) han permitido situar a la Formación Paracas en el Eoceno medio a superior según David Huamán. Se correlaciona con formaciones de litología semejantes y que afloran a lo largo de la

Costa Sur del Perú. La Formación Paracas yace con discordancia erosiona sobre la Formación Caravelí, este se correlaciona con la formación Camaná y son correlacionables con el Grupo Moquegua (Semperé et al. 2015).

#### **1.13.3.4 Volcánico Sencca (Ts – vse)**

El nombre original proviene de la región Maure (Tacna-Puno) e introducido por Mendivil. S (1965), al estudiar afloramientos en rocas piroclástica depositadas en forma levemente horizontal, en la margen izquierda del río Ocoña. Litológicamente está constituido por tobas y brechas tobáceas de naturaleza mayormente dacítica a riolítica. Macroscópicamente se observas feldespatos, cuarzo, laminillas de biotita y vidrio volcánico, ya que presenta una coloración blanco rosáceo en fractura fresca, variando a gris amarillento o rojizo por intemperismo. En general está Formación ocurre en bancos compactos formando cornisas verticales o en forma de lapilli, que se intercala con arena gruesa y tobas retrabajadas. Su espesor máximo para la zona de estudio es de 80 metros aproximadamente.

#### **Edad y Correlación**

Se le asigna una edad correspondiente al Plioceno medio a superior (S. Mendivil, 1965), la edad no solo ha sido asignada por sus relaciones estratigráficas, sino también por dataciones radiométricas los cuales indican edad entre 2 y 4.3 m.a. Se correlaciona con los tufos del mismo nombre que afloran en los cuadrángulos de Ichuña (Moquegua) y Characato (Arequipa). El volcánico Sencca yace discordantemente en forma horizontal cubriendo rocas de diferentes edades, su tope algunas veces se encuentra cubierto por depósitos aluviales y piroclásticos recientes. (**Ver figura N°5**).

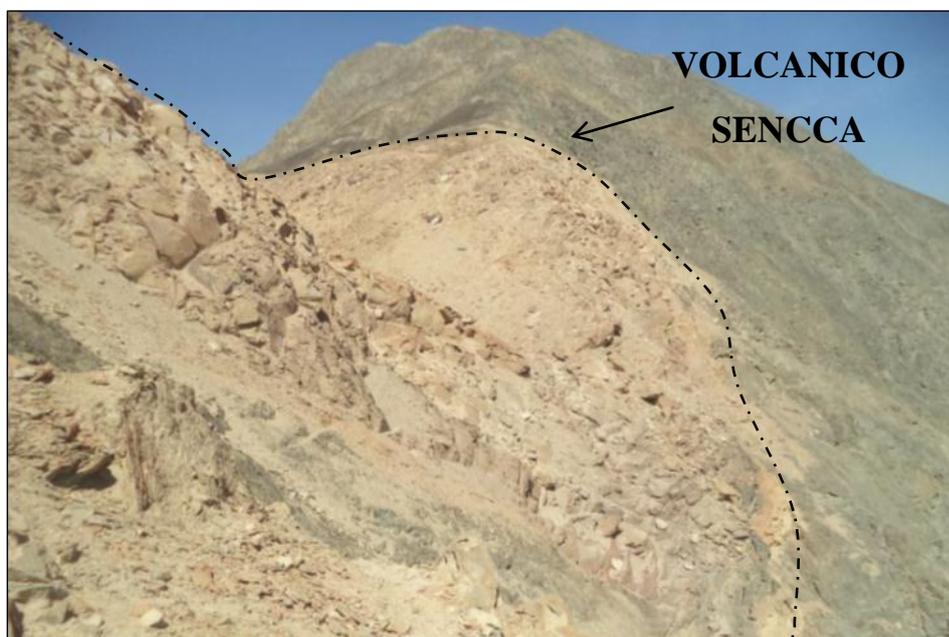


Figura 5. Mirando al Sur-Este de la zona de estudio se observa el Volcánico Sencca, FUENTE: propia.

#### 1.13.4 Cuaternario Reciente (Q - al)

Los depósitos cuaternarios tienen una propagación dispersa en forma de terrazas, arenas eólicas, limos, depósitos recientes de gravas y arenas fluviales con grosores variables. Los depósitos clásticos recientes en la región lo conforman: depósitos aluviales, coluviales y fluviales. Los depósitos aluviales se ubican en las quebradas y valles, donde el río se ensancha formando terrazas en ambos márgenes del río Ocoña, están conformados por clastos sub redondeados de diversos tamaños de gneis, dioritas, granodioritas, tonalitas, volcánicos englobados en una matriz areno arcillosa (conglomerado) y alternan con capas de arcilla y arena.

Los depósitos coluviales son fragmentos angulosos de roca intrusiva de diversos tamaños, englobados en material areno arcilloso suelto transportado y acumulado por acción de la gravedad, acumulados en las laderas de los cerros. El depósito fluvial lo constituye el actual lecho del río Ocoña y están formados por cantos rodados, gravas y arenas. (Ver figura N°6).

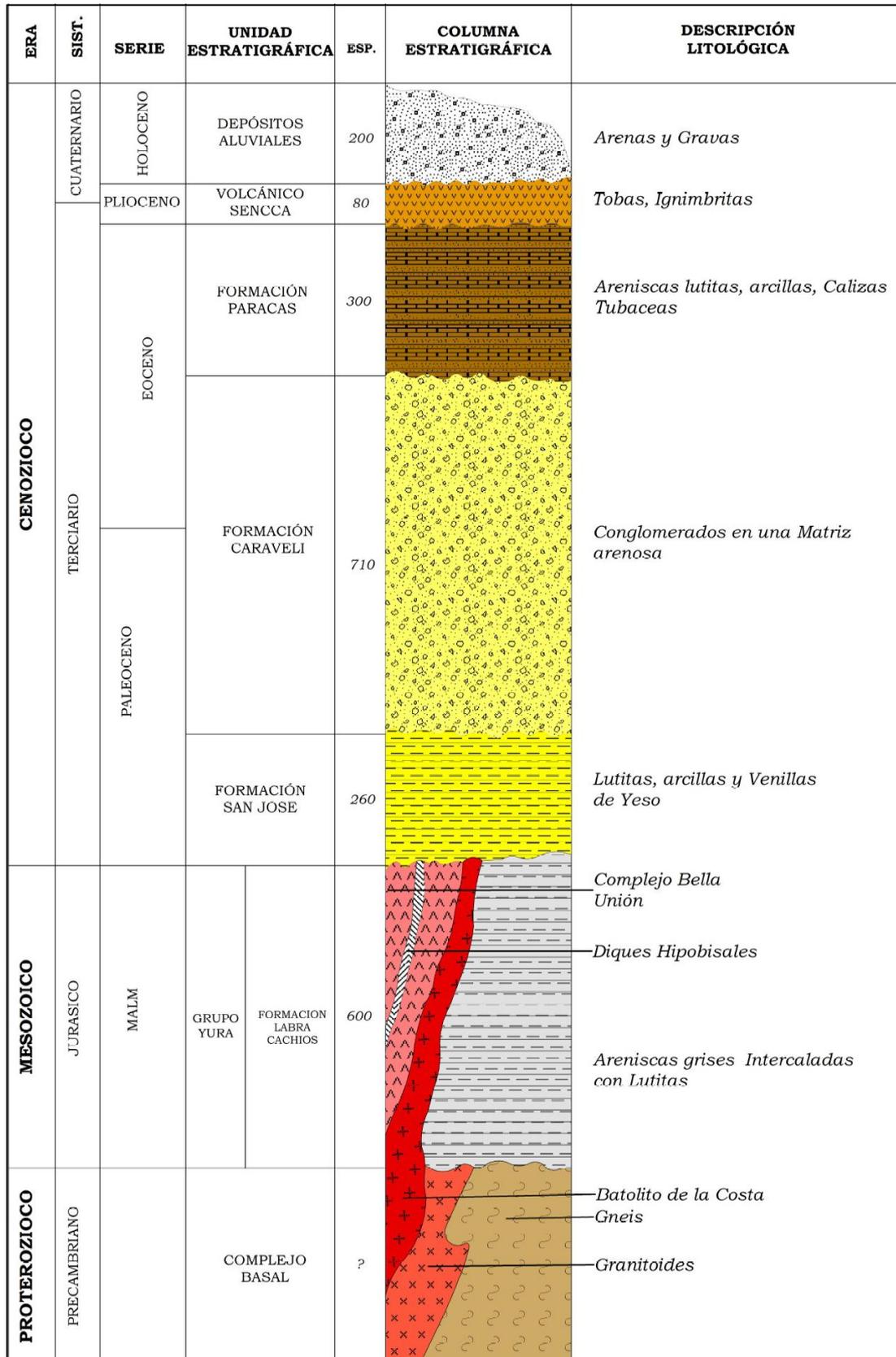


Figura 6: Columna estratigráfica Regional. FUENTE: Miguel alcedo iquipasa

### **1.13.5 Rocas Intrusivas**

En la región afloran en gran extensión, intrusivos ácidos a intermedios, representados por diorita, tonalita, granodiorita, de la Super unidad Incahuasi y rocas de composición andesítica, riolítica del Complejo Bella Unión y diques de composición básica a intermedia atraviesan las rocas mencionadas como una e tapa final de diferenciación magmática.

### **1.13.6 Complejo Bella Unión (Kis - cbu)**

Las rocas hipabisales del Complejo Bella Unión dan inicio al magmatismo andino de edad cretácea que rompen y metamorfizan rocas del Complejo Basal y a su vez cortado por rocas del Batolito de la Costa.

Está constituido por una serie de cuerpos de composición andesítica a dacítica, de color gris verdoso oscuro, asimismo estas rocas están intruidas por diques andesíticos, y diques oscuros.

En la margen derecha del río Ocoña estos hipabisales han originado zonas mineralizadas en sus contactos con rocas metamórficas e intrusivas, tales como las correspondientes a Posco (margen derecha), y Clavelinas (margen izquierda).

Para asignarle una edad de emplazamiento a este complejo, se basan en las relaciones estratigráficas, ya que no se cuenta con edades radiométricas. Se le asigna una edad entre el Cretáceo medio y el Cretáceo superior.

### **1.13.7 Batolito de la Costa**

De acuerdo a W. S. Pitcher y E.J. Cobing, el Batolito Costanero del Perú con 25 millones de años, ha sido emplazado en forma alargada, paralela y cerca al litoral, siguiendo una gran zona de fallas y fracturas localizadas a lo largo de márgenes activas entre las placas continental y marina del continente Sudamericano. El Batolito de la

Costa ha sido dividido en cinco grandes segmentos que son: Piura, Trujillo, Lima, Arequipa y Toquepala.

Topográficamente la parte superior de este macizo se encuentra erosionado, formando una superficie de abrasión marina, levemente horizontal, inclinada al sur y afectada por un número grande de fallas y fracturas con levantamientos y hundimientos verticales en cuya superficie se han depositado las formaciones terciarias. Tanto su composición mineralógica como su estructura y textura se mantienen sin cambios notables por grandes distancias dentro de una misma superunidad. Los máficos están constituidos por piroxenos, hornblenda y biotita los cuales se presentan en concentraciones dando a la roca un aspecto moteado y disperso en forma irregular; estas formas constituyen uno de los factores para la diferenciación de las grandes unidades.

#### **1.13.8 Super Unidad Incahuasi (Ks –gd/to - in)**

La súper-unidad Incahuasi, está integrada principalmente por intrusivos tonalíticos, granodioríticos y dioríticos, originados por fases de pulsaciones magmáticas y por el emplazamiento de cuerpos tardíos representados por monzodioritas y dioritas a hornblenda, los cuales han sido emplazados en los bordes de esta súper-unidad. La Zona central de esta súper-unidad está constituida por una asociación de granodiorita y tonalita difícil de delimitar mediante un contacto, ya que son mayormente gradacionales. En la margen derecha del río Ocoña, han sido determinadas como granodioritas. La edad de emplazamiento está en base a mediciones radiométricas por el método k-Ar, asignaron una edad 95 MA, por los Dr. W. Pitcher Coobing con edad de 83 Ma.

### **1.13.9 Intrusiones Menores Hipabisales (Tms – an)**

Ubicados en las áreas de gran fracturamiento y la orientación regional del plegamiento. Están representados por una serie de diques de diferentes dimensiones, que van desde algunos decímetros hasta algunas decenas de metros de ancho y de unos pocos metros de longitud, prolongándose en forma individual o a manera de enjambres concentrados. Estos diques son de composición andesítica a dacítica, en algunos casos como pequeños cuerpos hipoabisales de composición monzonítica.

### **1.14 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL**

La intensidad de la deformación, está relacionada a la litología, así las rocas de la cubierta superior constituidas por cuarcitas y calizas del Cretáceo Inferior y Medio, más competentes, se han plegado suavemente, dando anticlinales y sinclinales bastante amplios; las lutitas y areniscas arcillosas del Jurásico Superior muestran un plegamiento y fallamiento intenso. La mayoría de los pliegues son asimétricos e inclinados hacia el Noreste, mayormente en las rocas del Grupo Yura. Las fallas son de rumbo NO – SE y NNE – SSO. (Mapa N°2)

El rasgo Estructural más importante en la zona, está representado por la Falla Choclón y sus sistemas de fracturas más importantes tienen rumbo NO–SE con variaciones de N 80° O y N 75° O, buzamiento vertical; el sistema de fracturas es seguido por la zona de cizallamiento. La falla Choclón viene a constituir el conducto y localizador del emplazamiento de las vetas del sistema NO -SE y se encuentran rellenadas por soluciones mineralizadas derivadas de la intrusión, las vetas contienen cuarzo, pirita escasa dentro de los que se distribuyen escasos valores de oro como inclusiones.

#### **1.14.1 Falla San Juan**

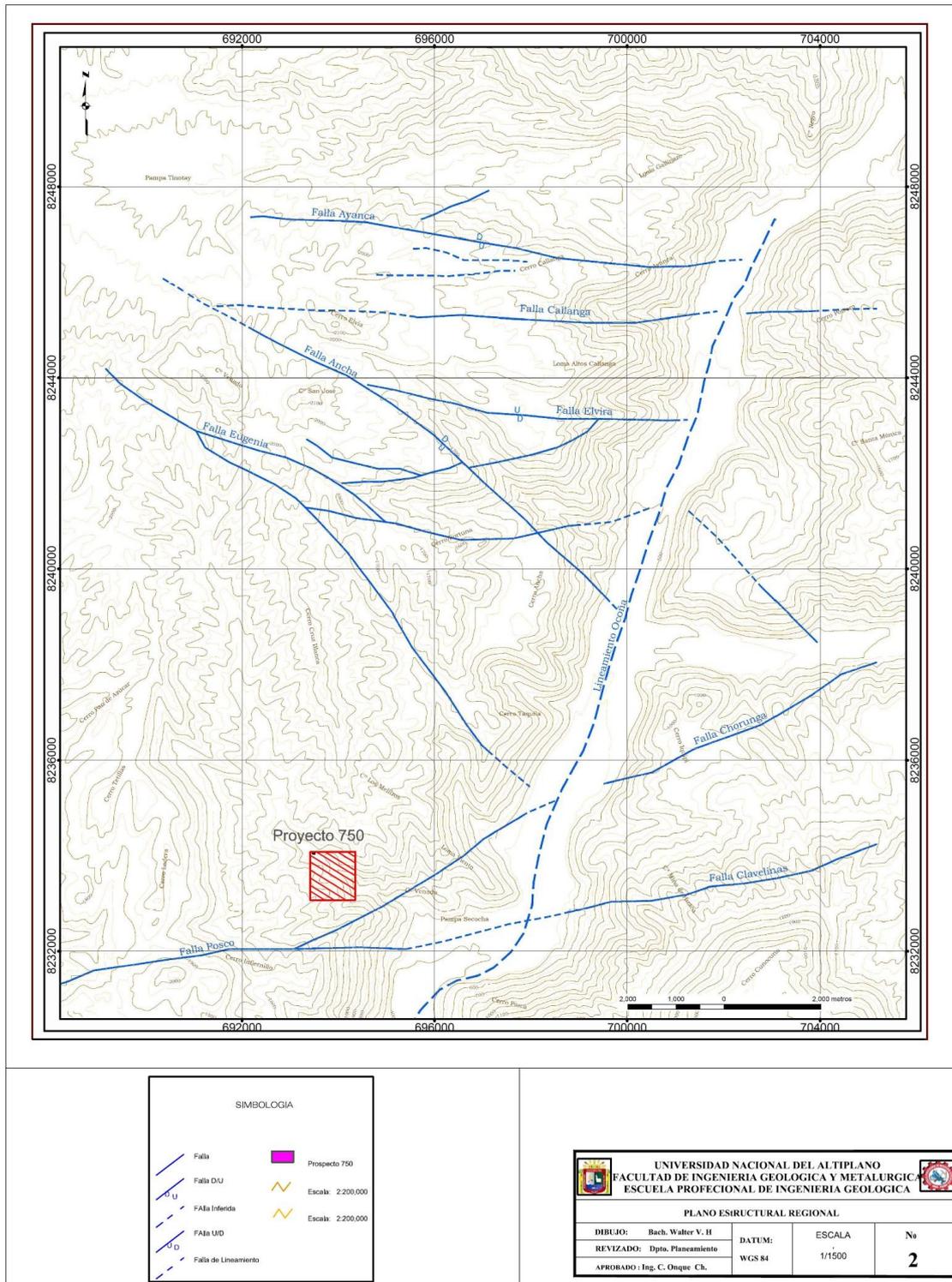
Es una falla inversa de dirección N50°W, con pendiente hacia el norte, afecta a los intrusivos tonalíticos de la super - unidad Incahuasi, y es percibida en la parte alta de la quebrada donde se emplaza el campamento del yacimiento minero, así como en la cortada esperanza. Esta falla se pierde debajo de los sedimentos continentales de la formación Caravelí, lo que nos indica que es una falla anterior a la formación Caravelí.

#### **1.14.2 Falla Churunga**

Es una falla inversa de dirección aproximada S65°W (dirección coincidente con la formación de la Chorunga), y buzamiento hacia el sur, con una longitud de 20km, desde el inicio en la falla Choclón hasta la interceptación con la falla Santa Mónica-Rosario. Afecta distintos tipos de rocas: Complejo Basal de la Costa, Complejo Bella Unión, Intrusivo Linga y posiblemente rocas de la formación Caravelí, su edad se le considera como Post-Oligoceno. Ambos ocurrieron con predominancia de rocas volcánicas durante el cretáceo medio-tardío. Tumialan, Abel Bailon. (1982).

La zona de estudio se encuentra en una zona importante en el marco estructural, debido a que se encuentra dentro de un Sistema de Fallas regional E-W, denominado Sistema de Fallas Iquipi-Clavelinas (SFIC). Este sistema de fallas es considerado como una zona de transición entre dos dominios corticales con distintas edades y composiciones, definidas en base a estudios de isótopos de Pb- Nd-Sr, elementos traza y densidad es intracorticales (Mamani et al., 2008). Por lo tanto, el SFIC sería un sistema estructural trans cortical donde los magmas ascendieron sub-verticalmente desde profundidades que corresponden a la corteza inferior-media y al manto superior.

Es por esto, que este sistema tectónico representaría un ambiente favorable para el emplazamiento de depósitos minerales. Y a la vez fue sometido a distintos eventos que modificaron su comportamiento hasta la actualidad. Los cuales originaron diversas fracturas y fallamientos principalmente en la dirección NW-SE, los cuales generaron desplazamiento y discontinuidad de las estructuras mineralizantes.



**Plano 1: Plano Estructural Regional. FUENTE: propia**

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1.15 METODOLOGÍA DE TRABAJO

En el presente trabajo de investigación se aplicó una metodología descriptiva, comparativa, analítica y explicativa, para dar a conocer el trabajo con un carácter de investigación del depósito de mineral. Todo ello mediante la recopilación de datos e información de forma cualitativa y cuantitativa, finalmente será de carácter expositivo alcanzando a un diseño y ensayo del proyecto de investigación que se desarrolló de acuerdo al siguiente procedimiento metodológico: Hernández S. y otros (2010)

El proyecto de investigación tubo una metodología descriptiva, interpretativa y analítica mediante el procesamiento de los datos obtenidos en las distintas fases del estudio. El trabajo para el siguiente estudio se realizó en etapas:

##### 1.15.1 Recopilación de Información

Se realizó la recopilación y análisis de la información geológica existentes del área de estudio, como archivos técnicos tesis y bibliografía, en base a cartas nacionales y mapas geológicos, a escala. 1: 100.000 del cuadrángulo de Caravelí, extraído del Instituto Geológico Minero Metalúrgico (INGEMMET), del Boletín 32p, así mismo la foto interpretación a partir de imágenes satelitales del área del proyecto, la interpretación de

imágenes de satélite con énfasis en la determinación de anomalías de color delineándolas sobre un mapa geológico

### **1.15.2 Trabajo de Pre Campo**

Todo el material bibliográfico recopilado y disponible fue analizado, la búsqueda de información que consistió en recurrir a diversas fuentes tales como boletines, mapas metalogenéticos, estructurales a escala regional, y estudios existentes.

### **1.15.3 Trabajo de Campo**

En primer lugar, se realizó el reconocimiento preliminar de la zona, posteriormente al tener la idea de las características generales, se procedió a efectuar el levantamiento topográfico, geológico del área de interés. a una escala de 1:500 Asimismo, y paralelamente se realizó el mapeo litológico y muestreo de la estructura mineralizada, ésta última mediante canales perpendiculares al rumbo del afloramiento de la veta.

### **1.15.4 Equipo, herramientas y materiales**

Se considera en primer término, el aspecto de seguridad, se refiere a los elementos que obligatoriamente deben llevar los muestreros, los cuales son:

- Casco protector
- Zapatos de seguridad
- Guantes de cuero
- Correa – porta lámpara
- Lámpara eléctrica
- Anteojos de seguridad
- Respirador con filtro de polvo
- Arnés y línea de vida.

En la exploración geológica se emplearon los siguientes equipos:

- Brújula
- Equipo de estación total
- Martillo (picza)
- Comba de 4 libras
- Cincel de acero de 30 cm de largo, punta de acero.
- Cinta métrica de 50mts de fibra de vidrio.
- Flexómetro de 5mts.
- Lupa
- Ácido
- Protactor

Tablero de mapeo con sus respectivos lápices de color En el muestreo se utilizaron los siguientes materiales:

- Bolsas de muestreo de polietileno de 35 x 25.
- Mochilas para el transporte de las muestras.
- Pita de yute para amarrar las bolsas de muestras
- Pintura de color Rojo.

Materiales y equipos que se usó en etapa de gabinete

- Escritorio y materiales de escritorio
- Computadora
- Impresora
- Libros
- Libreta de Apuntes, Etc.

### 1.15.5 Recopilación de Muestras

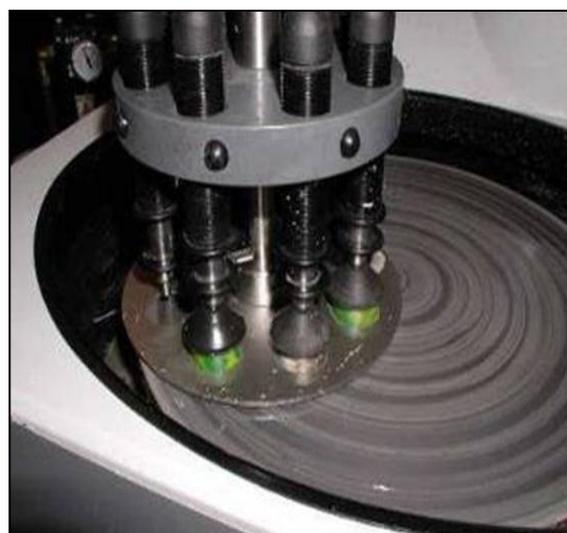
la recolección de muestras que se obtuvieron fueron tomadas en el afloramiento de la veta, en trincheras realizadas a lo largo de un tramo de la veta Encantada. En la zona observan trabajos de minería informal con una buena extracción de mineral de buena ley. Las muestras de mineral, que fueron tomadas de las estructuras aflorantes y de interior mina las cuales se llevaron a laboratorio químico Empresa Titan (Chala).

### 1.15.6 Equipo de Laboratorio

Para obtener láminas delgadas se debe seguir un proceso de varios pasos con un equipo altamente especializado. La combinación del equipo, los consumibles, el proceso de trabajo y el método depende del tipo de muestra. A continuación, se describe un flujo de trabajo general. Las muestras mineralógicas se describirán en más detalle a continuación. (Ver figura N°7).



(a)



(b)

**Figura 7:(a) Cortadora modelo BUEHLER IsoMet High Speed Pro (b) pulidora modelo ESTRUERS LaboForce .**



Figura 8: Figura 9. Equipo de pulido fino modelo Strues laboPol.



Figura 9: Muestras Para la interpretación en microscopio.

### 1.15.7 Procesamiento de datos

Estuvo orientado íntegramente al estudio de sección delgada y pulida de las muestras obtenidas en el campo.

#### a) Preparación de la sección delgada:

- Se utilizó la Cortadora modelo (BUEHLER IsoMet High Speed Pro). Con la que se cortó la muestra 20x30x8mm
- el equipo de pulido fino modelo Strues labopol. Se sometio a la muestra a un esmerilado hasta obtener plenitud completa.

- Realizar el esmerilado de la placa de vidrio hasta una plenitud completa y un grosor bien definido
- Cortar el material excedente de la muestra a un grosor de 0,5-2 mm.
- Esmerilar las láminas delgadas hasta un grosor de 80  $\mu\text{m}$
- Esmerilar la lámina delgada hasta un grosor final de sección + resina de, p. ej.: 30  $\mu\text{m}$ .
- Pulir las láminas delgadas eliminando aproximadamente 10  $\mu\text{m}$ .

**b) estudio de sección delgada y pulida:**

- para el estudio se utilizó el microscopio de la marca leyca modelo ICC50 W.  
los mismos que sirvieron para su respectiva interpretación y así elaborar los diferentes planos, para finalmente redactar la presente tesis.

### 1.16 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El proyecto minero 750 políticamente se encuentra ubicado dentro de la jurisdicción del distrito Mariano Nicolás Valcárcel, provincia de Camaná, departamento de Arequipa; específicamente en la localidad del Centro Poblado menor de Posco Misky geográficamente se ubica en la margen derecha del río Ocoña en el flanco occidental del Batolito de la Costa, en la franja aurífera Nazca - Ocoña y está delimitada por las siguientes coordenadas UTM. (Ver Tabla N°1)

**Tabla 1: Coordenadas Minera 750, coordenadas UTM 18 S, WGS84**

CONCESIÓN	VERTICE	CORDENADAS WGS 84		DATUN
		E	N	
Posco	1	692 452.369	8 234 267.995	WGS 84
	2	692 933.605	8 232 326.925	
	3	695 645.135	8 233 048.788	
	4	695 645.135	8 234 989.808	

Se localiza a una altitud entre 750 y 1200 m.s.n.m. comprendida en el cuadrángulo de Caravelí, Hoja 32 - P de la carta geológica nacional, Datum WGS 84, Zona 18L. Para llegar al proyecto se accede mediante dos vías: La vía más usada es Arequipa –Ocoña (250 Km. Panamericana Sur) Ocoña, proyecto minero Minera 750 haciendo un total de 79 Km., el tiempo estimado del recorrido desde Arequipa hasta el prospecto es de 8 horas. La segunda alternativa es vía Lima - Ático - Caravelí –Minera 750 con un recorrido de 867 km., el tiempo estimado del recorrido desde Lima hasta el prospecto es de 16 horas con

Movilidad liviana; el siguiente cuadro resume el acceso a seguir hasta el prospecto:

**Tabla 2: Vías de acceso al yacimiento minero 750**

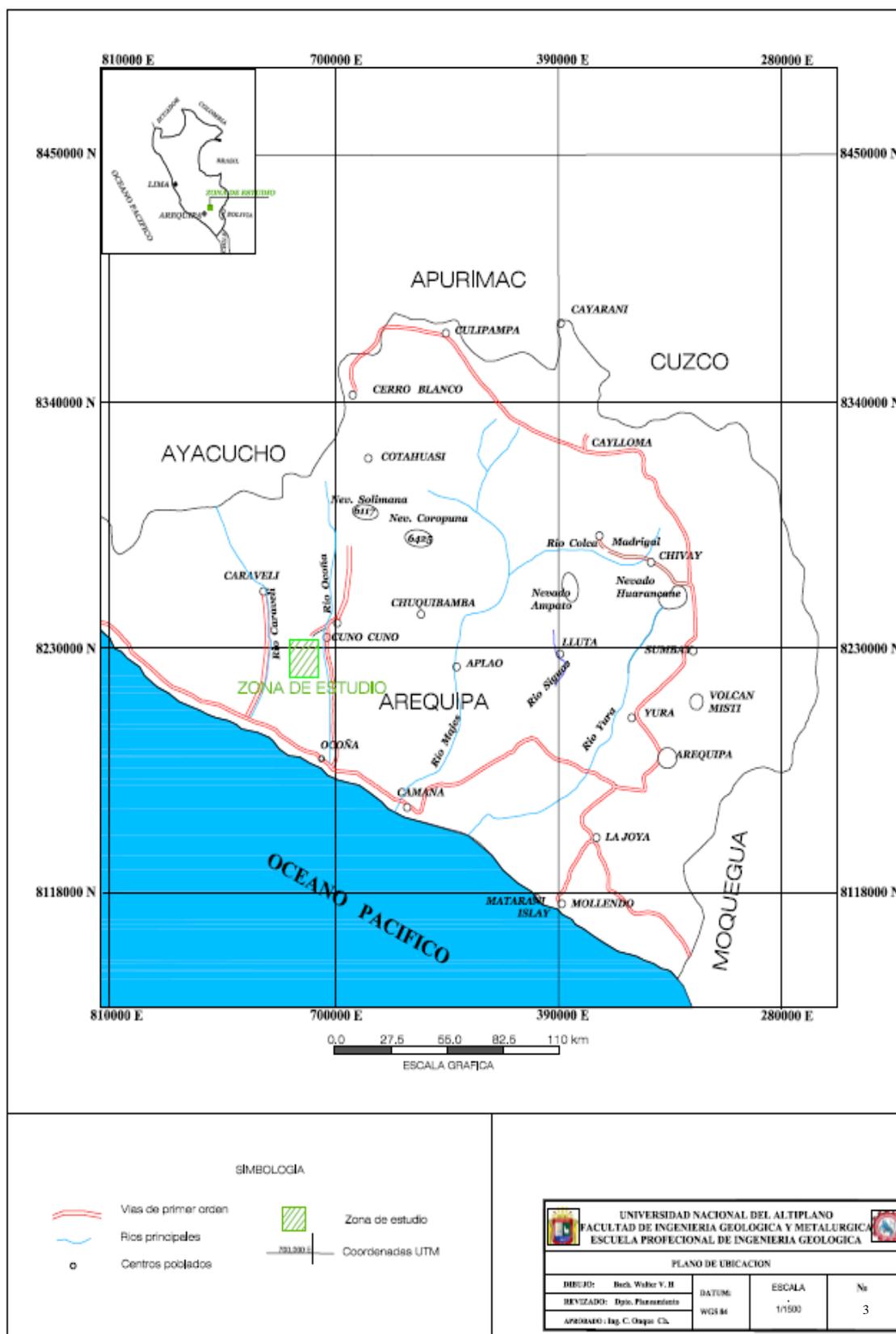
ORIGEN- DESTINO	TIPO DE VIA	DISTANCIA Km	ESTADO	TIEMPO
AREQUIPA - OCOÑA	TERRESTRE	250	ASFALTADO	4:00
OCOÑA - SECOHA	TERRESTRE	67	AFIRMADO	3:00
SECOCHA - PROYECTO	TERRESTRE	12	TROCHA	0:30
		<b>Total 329 Km</b>	<b>Total de horas</b>	<b>7:30</b>

### 1.17 GEOLOGIA LOCAL

Minera 750 se ubica próxima a una de las pocas ventanas geológicas que se encuentra en la costa sur del Perú como consecuencia de la acción erosiva del río Ocoña en rocas sedimentarias, metamórficas, intrusivas y derrames volcánicos, muestran un fracturamiento paralelo al levantamiento andino. Las rocas metamórficas que conforman el basamento del área de estudio están constituidas principalmente por gneis, mineralógicamente estos gneises son de composición granítica mayormente de tono gris oscuro con bandas claras y oscuras constituidos por ortosa, y plagioclasas, las bandas oscuras a negras están compuestas por biotita y otros ferromagnesianos. También se observa la presencia de rocas sedimentarias, correspondientes a la formación San José, que tienen una amplia distribución en la margen E del río Ocoña, se extiende asimismo al NW en forma discordante sobre las rocas intrusivas. Se caracteriza por la presencia de arcillas rojizas y amarillentas atravesadas por venillas de yeso.

La andesita perteneciente al Complejo Bella Unión aflora en la parte central del yacimiento, donde se encuentran emplazadas la mayor parte de las estructuras mineralizadas, constituyendo la roca encajonante. Se caracteriza por presentar un color gris oscuro, textura fanerítica de grano medio, constituida mayormente por feldespatos, biotita, cuarzo y moscovita. Su contacto con la granodiorita Incahuasi es muy gradacional. La granodiorita Incahuasi se presenta intruyendo a la andesita del Complejo Bella Unión, está ampliamente distribuida en la zona y sus afloramientos están bien expuestos. Por el Norte aparece a la altura de la Paccha, por el Sur hasta el río

Ocoña; desaparece en algunos sectores por encontrarse cubierta por los sedimentos del Terciario. En forma dispersa se encuentran rocas del volcánico Sencca, constituidos por tobas volcánicas de colores gris blanco y deleznales de color rojizo. Los depósitos recientes están constituidos por limos y escombros de carácter aluvial, se encuentran en la unión de las quebradas Posco, y Eugenia en la parte superior del yacimiento.



Plano 2: Ubicación del área de estudio. Fuente propia.

## **1.18 GEOMORFOLOGIA LOCAL**

### **1.18.1 Rasgos Geológicos**

Se encuentran quebradas profundas en forma de “V” (figura N°1) como consecuencia de la erosión de los ríos, favorecido además por el fallamiento que probablemente controlan el curso de los mismos. El yacimiento minero 750 se encuentra en el flanco izquierdo de la quebrada del Valle de Ocoña,

### **1.18.2 Valles**

Resultante de las diferentes etapas de erosión valle-cañón, dando origen a numerosas quebradas y valles profundos que discurren hacia la costa. Los ríos descienden de la Cordillera Occidental y al formar los valles principales como el Ocoña y Caravelí, lo hacen con gradiente más suave con lechos bastante amplios, y desembocan en el Océano Pacífico. En los flancos de estos valles la actividad erosiva reducida, debido a que tienen gradiente suave y que están conformados por rocas intrusivas.

### **1.18.3 Clima**

En general el clima de la zona es cálido y seco, bastante árido del tipo desértico. En los meses de verano (enero-abril) ocurren pequeñas precipitaciones pluviales, en los meses de mayo a octubre la estación es normalmente seca; una característica es la ocurrencia de fuertes vientos generalmente por las tardes, con dirección Oeste-Este. La temperatura promedio es de 15°C, en invierno es de 10°C y en verano llega a los 32°C. Ronal Victor Zuñiga (2014).

### **1.18.4 Vegetación**

La flora está constituida mayormente por productos como (papa, habas, maíz, etc.), además se encuentra variedad de árboles frutales en el valle del río Ocoña, asimismo la

población lugareña se dedica a la producción e importación de vino La fauna está compuesta por ganado vacuno y ovino.

## **1.19 GEOLOGÍA LOCAL**

### **1.19.1 Cenozoico**

#### **1.19.1.1 Formación San José (Ti - cv)**

Se le asigna este nombre a una secuencia de areniscas, lutitas y arcillas finamente estratificadas y cruzadas por abundantes vetillas de yeso e intercaladas con niveles de conglomerados; en su tercio superior existen abundantes capas de evaporitas. Estas rocas fueron depositadas en cuencas lagunares de baja profundidad y son de color rojizo mayormente; su lugar típico de exposición es el cerro San José, ubicado al sureste del pueblo de Caravelí. Los afloramientos que representan a esta unidad se encuentran en forma de remanentes, a alturas de 1,000 a 2,000 m.s.n.m., desde las inmediaciones del yacimiento se prolongan hacia el sur. Las exposiciones más completas se encuentran en los cerros San José, Fortuna, Cruz Blanca, Los Mellizos, etc. (**Ver figura N°10**).

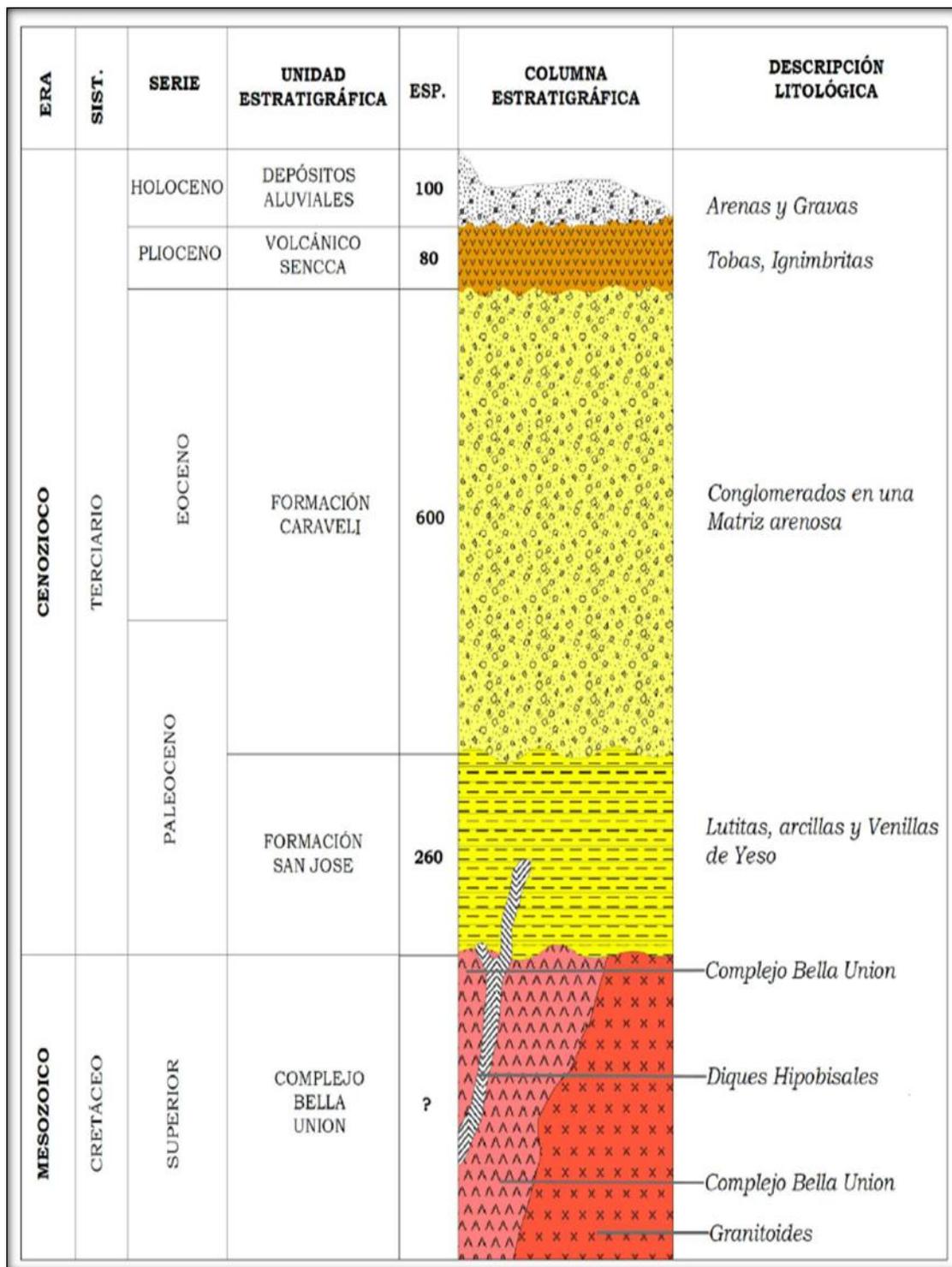


Figura 10: Columna estratigráfica local. FUENTE: Propia

Sus afloramientos se extienden, en forma continua y son de carácter molásico, representan acumulaciones de pie de monte como consecuencia de un intenso ciclo erosivo que siguió al levantamiento regional, resultado de la primera fase tectónica andina. Los afloramientos cubren parte de los fondos de los valles. Constituida mayormente por gruesas secuencias conglomeráticas, fácilmente deleznable y clastos bien estratificados y compactos, teniendo además niveles de conglomerados finos gradacionales y fácilmente reconocibles por su coloración.

#### **1.19.1.2 Volcánico Sencca (Ts – vse)**

Litológicamente está constituido por tobas y brechas tobáceas de naturaleza mayormente dacítica o riolítica. Esta formación se presenta en bancos compactados formando cornisas verticales o en forma de depósitos en forma de lapilli que se intercalan con arena gruesa y tobas re trabajadas.

#### **1.19.2 Cuaternario Reciente (Q - al)**

Los depósitos cuaternarios tienen una propagación dispersa en forma de terrazas, arenas eólicas, limos, depósitos recientes de gravas y arenas fluviales con grosores variables. Los depósitos clásticos recientes en la región lo conforman: depósitos aluviales, coluviales y fluviales. Los depósitos aluviales se ubican en las quebradas y valles, donde el río se ensancha formando terrazas en ambas márgenes del río Ocoña, están conformados por clastos sub redondeados de diversos tamaños de gneis, dioritas, granodioritas, tonalitas, volcánicos englobados en una matriz areno arcillosa (conglomerado) y alternan con capas de arcilla y arena. Los depósitos coluviales son fragmentos angulosos de roca intrusiva de diversos tamaños, englobados en material

areno arcilloso suelto transportado y acumulado por acción de la gravedad, acumulados en las laderas de los cerros.

Los depósitos fluviales lo constituye el actual lecho en la quebrada Posco y el río Ocoña y están formados por cantos rodados, gravas y arenas.

### **1.19.3 Rocas Intrusivas**

Afloran en gran extensión en el área de estudio, están representadas por la granodiorita perteneciente a la Súper Unidad Incahuasi y andesitas, dacitas del Complejo Bella Unión, cortados por diferentes diques de composición andesítica, dacíticos, dioritas y lamprofiros.

#### **1.19.3.1 Complejo Bella Unión (Kis - cbu)**

Las rocas hipabisales del Complejo Bella Unión dan inicio al magmatismo andino de edad cretácea que rompen y metamorfizan rocas del Complejo Basal y a su vez cortado por rocas del Batolito de la Costa. Está constituido por una serie de cuerpos de composición andesítica a dacítica, de color gris verdoso oscuro, asimismo estas rocas están intruidas por diques andesíticos, y diques oscuros. En la margen derecha del río Ocoña estos hipabisales han originado zonas mineralizadas en sus contactos con rocas metamórficas e intrusivas, tales como las correspondientes a posco, (margen izquierda), y clavelinas (margen derecha).

Para asignarle una edad de emplazamiento a este complejo, se basan en las relaciones estratigráficas, ya que no se cuenta con edades radiométricas. Se le asigna una edad entre el Cretáceo medio y el Cretáceo superior.

#### **1.19.4 Batolito de la Costa (bc)**

El Batolito Costanero del Perú ha sido emplazado en forma alargada, paralela y cerca al litoral, siguiendo una gran zona de fallas y fracturas localizadas a lo largo de márgenes activas entre las placas continental y marina del continente Sudamericano. El Batolito de la Costa ha sido dividido en cinco grandes segmentos que son: Piura, Trujillo, Lima, Arequipa. Topográficamente la parte superior de este macizo se encuentra erosionado, formando una superficie de abrasión marina, levemente horizontal, inclinada al sur y afectada por un número grande de fallas y fracturas con levantamientos y hundimientos verticales en cuya superficie se han depositado las formaciones terciarias. Tanto su composición mineralógica como su estructura y textura se mantienen sin cambios notables por grandes distancias dentro de una misma superunidad. Los máficos están constituidos piroxenos, horblenda y biotita los cuales se presentan en concentraciones dando a la roca un aspecto moteado y disperso en forma irregular; estas formas constituyen uno de los factores para la diferenciación de las grandes unidades. W.S.Pitcher y E.J.Cobing,

#### **1.19.5 Super Unidad IncaHuasi (Ks – gd/to -in)**

La súper-unidad Incahuasi, está integrada principalmente por intrusivos tonalíticos, granodioríticos y dioríticos, originados por fases de pulsaciones magmáticas y por el emplazamiento de cuerpos tardíos representados por monzodioritas y dioritas a horblenda, los cuales han sido emplazados en los bordes de esta súper unidad. La Zona central de esta súper-unidad está constituida por una asociación de granodiorita y tonalita difícil de delimitar mediante un contacto, ya que son mayormente gradacionales. En la margen derecha del río Ocona, han sido determinadas como granodioritas. La edad de emplazamiento está en base a mediciones radiométricas por el método k-Ar, asignaron una edad 95 MA, por los Dr. Pitcher y Coobing.

### **1.19.6 Super Unidad Linga (Ks-gd/mz-li)**

Las rocas constituyentes de esta súper-unidad han sido determinadas como granodioritas y monzonitas que se exponen en la margen derecha del río del proyecto minero en forma de una delgada faja orientada de este a oeste.

Sus afloramientos se encuentran alrededor de la súper- unidad de Incahuasi y sus contactos no son claramente expuestos por estar cubiertos por depósitos terciarios y cuaternarios. Se presenta con un tono gris a gris claro, de grano medio a grueso, con abundantes concentraciones de elementos ferromagnesianos, destacando la biotita y la horblenda, que por epidotización toman un tono verdoso sobresaliendo los cristales anhedrales de plagioclasas y feldespatos alcalinos en cantidades dominantes; dando la clasificación como una Monzonita Cuarcífera.

Se ha emplazado hace 97 MA, que corresponde al Cretáceo Superior según las determinaciones radiométricas efectuadas por el NERC, The Natural Research Council de Gran Bretaña, en sus trabajos realizados sobre el batolito de la costa, dirigido por los doctores Cobbing y Pitcher.

### **1.19.7 Intrusiones Menores Hipoabisales**

Ubicados en las áreas de gran fracturamiento y la orientación regional del plegamiento. Representado por una serie de diques del sistema NW y E-W, con buzamientos que varían de 75° a 85° al SW y al N estos diques atraviesan las rocas plutónicas del Batolito de la Costa, como una etapa final de diferenciación magmática; son de naturaleza andesítica a dacítica, dioritas y lamprofiros, con propilitización moderada a fuerte local; se exponen cortando a los intrusivos del Incahuasi. Estos diques en algunos casos se presentan en forma paralela a las estructuras mineralizadas. La edad de intrusión de estas rocas corresponde al Terciario Superior. (Ver anexo Mapa N° 3)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 1.20 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA VETA ENCANTADA

En el área de estudio se reconocieron 7 estructuras vetiformes emplazadas en los sistemas NW-SE y E-W: el primer sistema de vetas con rumbo que van  $N 60^{\circ} - 85^{\circ} W$  con buzamientos  $70^{\circ}$  a  $85^{\circ} SW$  respectivamente, siendo las más conocidas la veta Mercedes, Milagrosa, y Veta Encantada; los otros sistemas de estructuras se encuentran asociadas a fracturas de rumbo E - W, con buzamientos que oscilan entre  $70^{\circ}$  y  $85^{\circ}$  al S, siendo las más conocidas la veta 750, San Roman, Alexia. Las vetas son estructuras que corren desde 250 m. hasta 1200 m., emplazadas en rocas del Complejo Bella Unión, Super Unidad Incahuasi, estas vetas en algunos casos forman estructuras cimoides cerrados y abiertos. (Ver Tabla N°3)

##### 1.20.1 Vetas Mercedes y Milagrosa

Afloran en el flanco izquierdo de la quebrada Posco y las vetas Alexia, San Román y Veta Encantada afloran en el flanco derecho de la quebrada Posco.

### **1.20.2 Vetas del Sistema NW-SE**

#### **1.20.3 Veta Alexia:**

Se ubica en ambas márgenes de la quebrada posco, presenta un afloramiento discontinuo de 350 m. de longitud, emplazada en andesita con rumbo promedio N 75° - 80° W, buzamiento que varía de 75° a 85 SW, con potencia promedio de 0.20 m; con leyes que varían desde 3.50 a 8.50 gr.Au/TM. La veta está rellena principalmente con cuarzo blanco, hialino, cavernoso, limonitas tapizando cavidades lixiviadas, con hematita, pirita con algo de calcopirita.

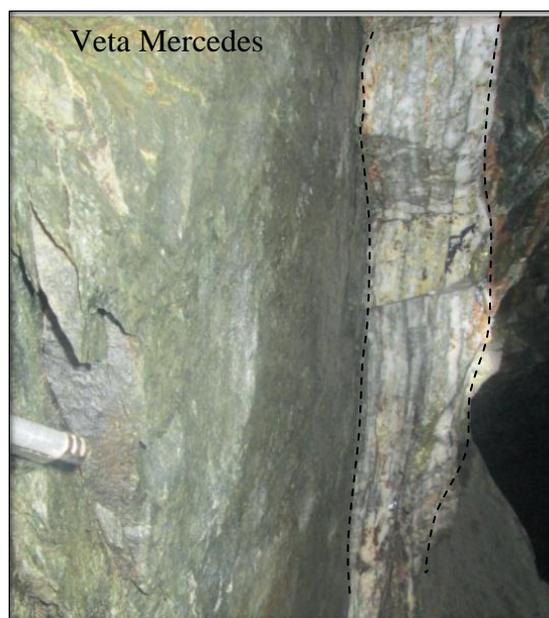
#### **1.20.4 Veta San Román**

Se localiza en el flanco Oeste de la quebrada Posco, emplazada en andesita, presenta un afloramiento de 200 m; con rumbo promedio N 70° W, buzamiento 82° SW, con potencia promedio de 0.30 cm; con leyes que varían de 0.06 a 28.50 gr.Au/TM. El relleno mineralógico de esta fractura está constituido por cuarzo blanco (estéril), cuarzo gris poroso con limonitas 40%, pirita 35%, calcita (15%).

### **1.20.5 Vetas del Sistema E – W**

#### **1.20.6 Veta Mercedes**

Es la estructura mineralizada más importante, presenta un afloramiento de 1000 m. de longitud, se encuentra emplazada en rocas del complejo Bella Unión con rumbo promedio E-W, buzamiento de 70° 85° al S, su potencia fluctúa entre 0.5 y 0.40 m., con leyes que varían de 0.20 a 9.20 gr.Au/TM. El relleno de fractura está constituido por cuarzo (poroso, hialino), hematita, jarosita, carbonatos de cobre, calcita, yeso; esporádicamente oro en finas películas y disseminación en la roca encajonante. Existen tramos reconocidos mediante cateos de mineros artesanales, con labores inclinadas que van de 2 a 15 m. de longitud. (Ver figura N°11)



**Figura 11: Veta Mercedes conformada principalmente con Cuarzo y Pirita, mostrando bandeamiento, notándose la geometría sigmoidea. FUENTE: Propia.**

### 1.20.7 Veta Milagrosa

Considerada como la segunda veta en importancia, emplazada en andesita y granodiorita, presenta un afloramiento de 600 m; esta veta se ubica entre las quebradas Posco y Loma de Viento, con un rumbo promedio E - W, buzamiento que varía de  $75^\circ$  -  $85^\circ$  al Sur, su potencia varia de 0.15 a 0.25 cm., con leyes que varían de 2.90 a 8.83 gr.Au/TM. El relleno mineralógico de esta estructura está constituido por hematita, jarosita, carbonatos de cobre, cuarzo (blanco, hialino, gris poroso), calcita, yeso y como alteración presenta sericita.

### 1.20.8 Veta Encantada

En el afloramiento se ha reconocido en una longitud aproximada de 1500 mts. Localizándose adyacente a la quebrada Posco. Tiene un rumbo de  $N 75^\circ$  a  $80^\circ$  E su buzamiento que varía entre  $70^\circ$  -  $85^\circ$  S, con leyes que varían de 4.30 a 9.3 gr.Au/TM. Esta estructura mineralizada corre paralela al dique andesítico que nos sirve de control estructural y petrográfico.

La veta Encantada presenta tres clavos mineralizados: El clavo W sus valores de oro en promedio son mayores al clavo medio y al clavo Este, lleva un rumbo N 72° - 80° E con un tramo de 192 mts. Y leyes a veta van desde 4.30 gr.Au/T.M. hasta 9.3 gr.Au/T.M.. Con una potencia que van desde 0.25 hasta 0.80m, Los minerales expuestos son pirita, calcopirita, cuarzo, limonitas hematita y calcita.

El clavo medio ha sido reconocido en el nivel 720 comprobando que los clavos mineralizados son de alcance vertical y horizontal. Su rumbo N 75° 80° E con potencias que varía de 0.20 a 0.60m con leyes de 4.30 grau/tm hasta 5.9 grau/tm. Controlado por el dique andesítico del complejo bella unión, con minerales de pirita calcopirita presencia de galena, cuarzo, limonita.

El clavo Este inicia con una potencia de 0,7 con el avance llega a 0.60 el cuarzo es lechoso tiene pirita cristalizada de 0.5mm. Las leyes varían de 4.2 grau/tm hasta 7.2 grau/tm. Destacando que también se encuentra tramos con baja ley, 0.75 grau/tm a 0.1 grau/tm con distancias de 150 a 200 mts. En la cual la roca alcanza su mayor dureza,

#### **NV. 720:**

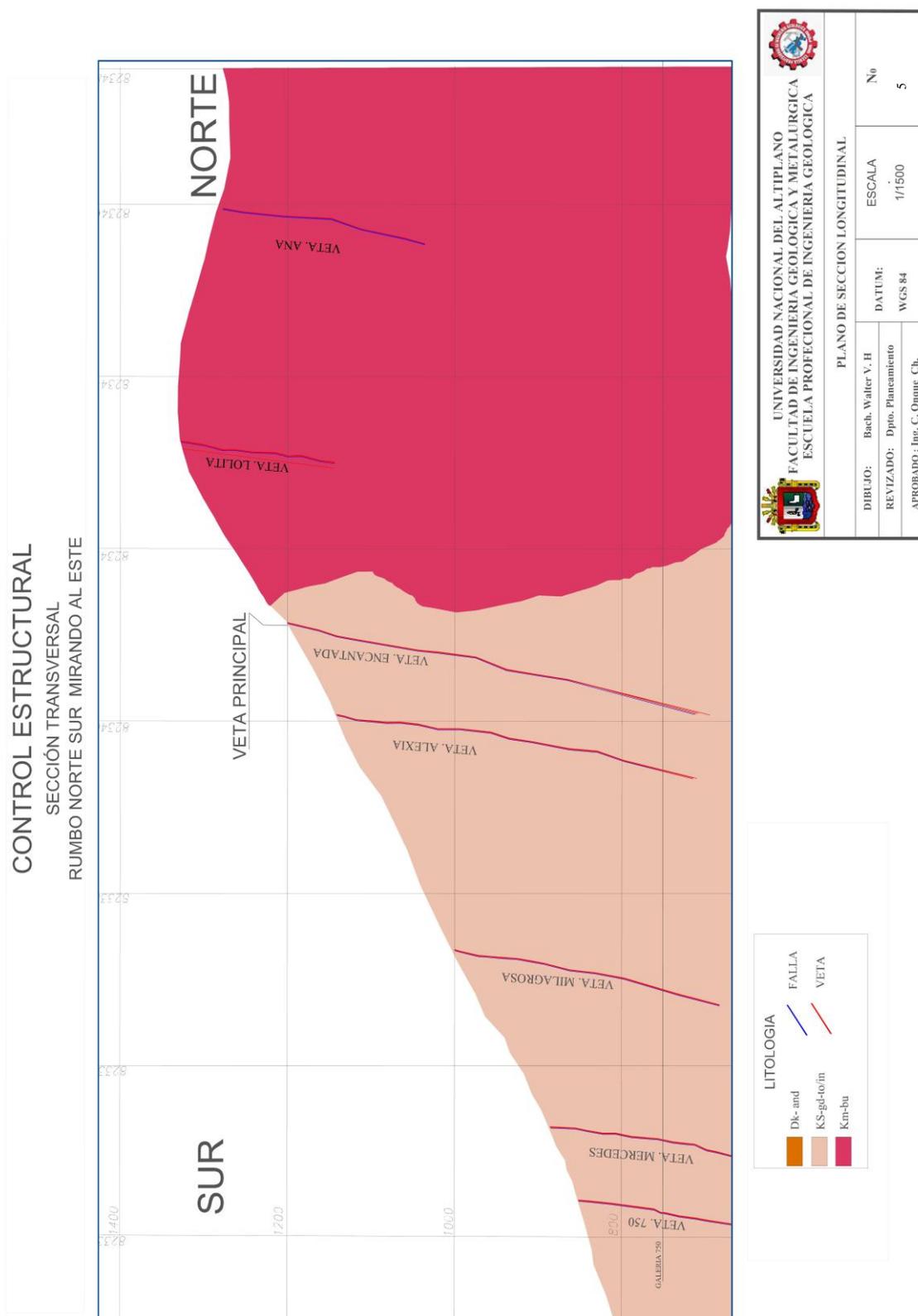
Se realizó una cortada hacia el Norte de 192 metros que va desde la veta San Román para interceptar la veta Encantada que está controlado litológicamente por el dique volcánico con granodiorita su composición mineralógica está caracterizada por presentar cuarzo con disseminación de pirita y pequeños lentes de calcita y Oro libre en el cuarzo, su rumbo es E 77 W con un buzamiento de 87° al S en este nivel la longitud de la veta para el E es de 173 m, lo longitud para el lado w es de 181m. Poniendo la granodiorita al piso y en el techo el dique. Operativamente se está desarrollando un inclinado hacia el nivel 90 de la misma forma interceptar la veta hacia el W ya que presenta leyes favorables para la explotación.

### 1.20.9 Planeamiento

Minera 750 es una mina de oro, con una producción aproximada de 60tn /día. El aporte de veta Encantada como zona de producción es de 20 tn/día. La mina se divide en cinco zonas de producción, estos son veta Mercedes, veta Milagrosa, veta Alexia y veta San Román veta Encantada. En veta Encantada el método consiste en la construcción de galerías los cuales sirven como labor de extracción para los tajeos, dejando un puente de 3 metros aproximadamente, el acceso a estas galerías como a los tajeos son por chimeneas. Las secciones de las galerías es al ancho 2.10 m en ancho y de alto 2.10M, el ancho de explotación en los tajeos varía desde 0.20m. Hasta 0.60m. 10M, el ancho de explotación en los tajeos varía desde 0.20m. Hasta 0.60m. (Ver figura N°12).



Figura 12: Veta Encantada conformada principalmente con cuarzo limonita con una potencia de 0.20 cmts. Roca encajonante compacta de color gris verdusco con textura porfirítica. fuente propia.



**Tabla 3: Cuadro comparativo de estructuras mineralizadas**

CUADRO COMPARATIVO DE ESTRUCTURAS MINERALIZADAS				
VETAS	RUMBO	BUZAMIENTO	POTENCIA (m)	LONGITUD (m)
VETA ALEXIA	NW -SE	75° - 80°	0,20	600
VETA SAN ROMAN	NW -SE	70°	0,30	500
VETA MERCEDES	E -W	70° - 85°	0,5 - 0,40	1200
VETA MILAGROSA	E -W	75° - 85°	0,15 - 0,25	300
VETA ENCANTADA	E -W	70° - 85°	0,30	200

### 1.21 COMPORTAMIENTO MINERALÓGICO DE LA VETA ENCANTADA

El área estudiada está constituida por materiales del Complejo Bella Unión del Cretáceo y del Batolito Costero, con diferentes litologías pertenecientes al Cretácico Superior. La concesión está formada por Andesitas del Complejo Bella Unión, Tonalitas y Dioritas de la Super unidad Incahuasi. Estos materiales se encuentran cortados por otro grupo de rocas intrusivas hipoabisales formado diques de anchura métrica y coloración oscura de composición andesítica y dacítica.

#### 1.21.1 Exposición de Rocas

En el área de la mina afloran rocas intrusivas principalmente y rocas sedimentarias. Las rocas subvolcánicas de composición andesítica al Complejo Bella Unión, dan inicio a las primeras manifestaciones del magmatismo andino en el Sur del País, durante el cretácico Medio; estas rompen y metamorfosean rocas del complejo Basal, y estos a su vez son cortados por rocas del Batolito de la costa. Roca perteneciente al Batolito de la Costa intruyen a las anteriores, estas son de edades comprendidas entre el cretácico Superior al Terciario Inferior y los cuales en esta zona esta representados por Dioritas y Granodioritas (Superunidad Incahuasi). Sobre estas rocas yacen en discordancia angular sedimentos de origen continental, que se conoce con el nombre (Formación San José y Caravelí) inferior y superior, respectivamente. Las rocas anteriores están cubiertas por depósitos recientes.

### 1.21.2 Rocas Hipoabisales

Afloran en gran extensión, esta representadas por la diorita y la granodiorita; en el caso de las Rocas Hipabisales encontramos a la Andesita. Sobre estas rocas yacen en discordancia angular sedimentos de origen continental, que se conoce con el nombre (Formación San José y Caravelí) inferior y superior, respectivamente. Las rocas anteriores están cubiertas por depósitos recientes. Sobre estas rocas yacen en discordancia angular sedimentos de origen continental, que se conoce con el nombre (Formación San José y Caravelí) inferior y superior, respectivamente. Las rocas anteriores están cubiertas por depósitos recientes.

#### a) Diorita

Esta roca intrusiva se halla ampliamente distribuida en la parte central del yacimiento, y en ella están emplazadas la mayor parte de estructuras mineralizadas. Roca intrusiva compacta, de color gris verdoso de textura porfirítica de grano fino a medio compuesto de cristales de plagioclasas, feldespatos potásicos y cuarzo. Así mismo presenta cristales ferromagnesioanos; con una alteración de óxidos de hierro. Con un magnetismo moderado. Dureza y densidad media.

Composición:

1. Feldespatos (Oligoclasa-albita)	55%
2. Biotita	28%
3. Cuarzo	4%
4. Muscovita	8%
5. Otros (Pirita)	5%
	100%

#### b) Granodiorita

Esta roca es posterior a la Diorita, su contacto no se encuentra bien definido, ya que algunas veces se hallan pitones aislados de Diorita dentro de la Granodiorita. Se le considera integrante del Batolito de la Costa (Superunidad Incahuasi) que integrada principalmente por intrusivos granodioríticos, dioríticos y tonalíticos, originados por fases de pulsaciones magmáticas. Es la responsable de la mineralización aurífera de la zona, por su carácter ácido, estando relacionado al Intrusivo de Minas Eugenia, San Juan de Churunga, Alpacay, etc. Macroscópicamente su color es gris claro (superficie fresca) y en superficie intemperizada es de color pardo claro, textura granular (gruesa); con abundantes cristales. Macroscópicamente su color es gris claro (superficie fresca) y en superficie intemperizada es de color pardo claro, textura granular (gruesa); con abundantes cristales de Plagioclasas, Ortosa, Cuarzo y como minerales accesorios Biotita, Muscovita y Anfíbol (**Véase Fotografía N°13**).



**Figura 13: Fotografía Roca Granodiorita aflorando dentro de la concesión minera. fuente propia.**

Se le considera integrante del Batolito de la Costa (Superunidad Incahuasi) que integrada principalmente por intrusivos granodioríticos, dioríticos y tonalíticos,

originados por fases de pulsaciones magmáticas. La mineralización aurífera de la zona, por su carácter ácido, estando relacionado al Intrusivo de Minas San Juan de Chorunga, Ancha, etc. Esta roca se presenta casi intacta, casi nula o levemente fracturada; mientras que la Diorita se muestra de moderada a fuertemente fracturada.

Macroscópicamente su color es gris claro y en superficie intemperizada es de color pardo claro, textura granular (gruesa); con abundantes cristales de Plagioclasas, Ortosa, Cuarzo y como minerales accesorios Biotita, Muscovita y Anfíbol.

#### Composición

1. Cuarzo	50%
2. Plagioclasa	30%
3. Ortosa	10%
4. Biotita	3%
5. Hornblenda	5%
	100%



**Figura 14: Fotografía Roca Granodiorita en interior Mina. color blanco grisáceo con parches maficos, con textura fanerítica de grano medio, presenta cristales de plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, anfíboles y biotita, dureza densidad media**

### c) Andesita

Pertenece al Complejo Bella Unión, es una roca Subvolcánica, principalmente con alteración Propilítica. En la labor minera se encuentra en contacto definido con las rocas intrusivas del Batolito de la Costa. En la mayoría de casos, presenta mineralización rellenando esos contactos que tienen una dirección aproximada E-W. Esta roca se presenta moderadamente fracturada. Como se observa en la mineralización se encuentra dentro la Roca Andesítica. (Ver figura N°15).



**Figura 15:** Cuerpo Subvolcánico andesítico del Complejo Bella Unión albergando la estructura mineralizada. Presenta una coloración grios con tonalidad azulada con textura porfirítica, presenta plagioclasa. La matriz afanítica está compuesta por cristales de plagioclasa. Dureza fuerte y una densidad media Fuente propia.

### 1.21.3 MICROSCOPIA

Secciones delgadas y pulidas de la veta Encantada.

Secciones pulidas Ver Figura N° 16

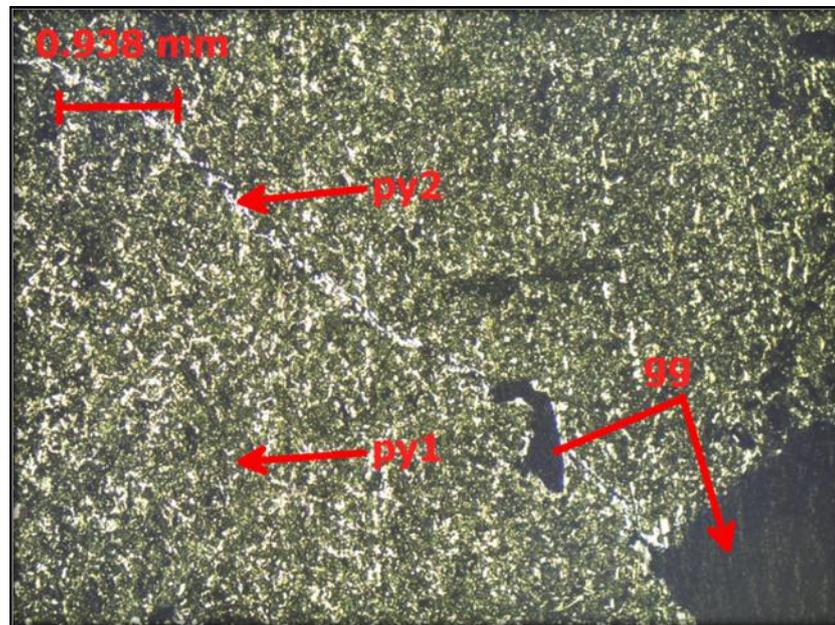


Figura 16: Sección pulida al este de la veta Encantada, se observa dos eventos de mineralización; en la muestra se tiene  $py_{1++}$  y  $py_{2+}$  que se muestra como micro venillas, ambas se encuentran reemplazados con  $cpy_{+++}$ . Se considera que el cuarzo es la primera etapa

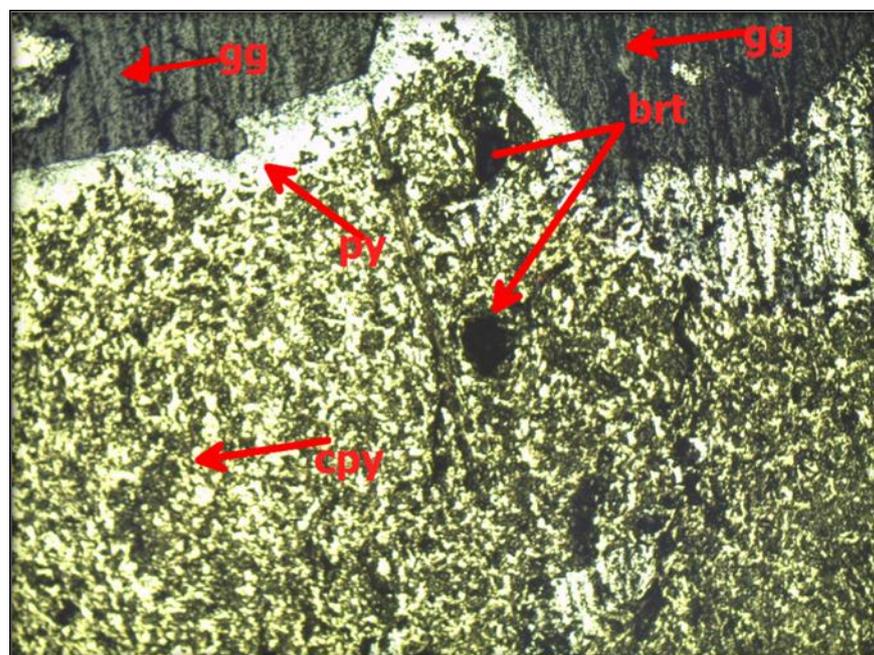


Figura 17: Fotomicrografía Inclusión de calcopirita (cpy) en pirita también con inclusión de bornita. ( brt)

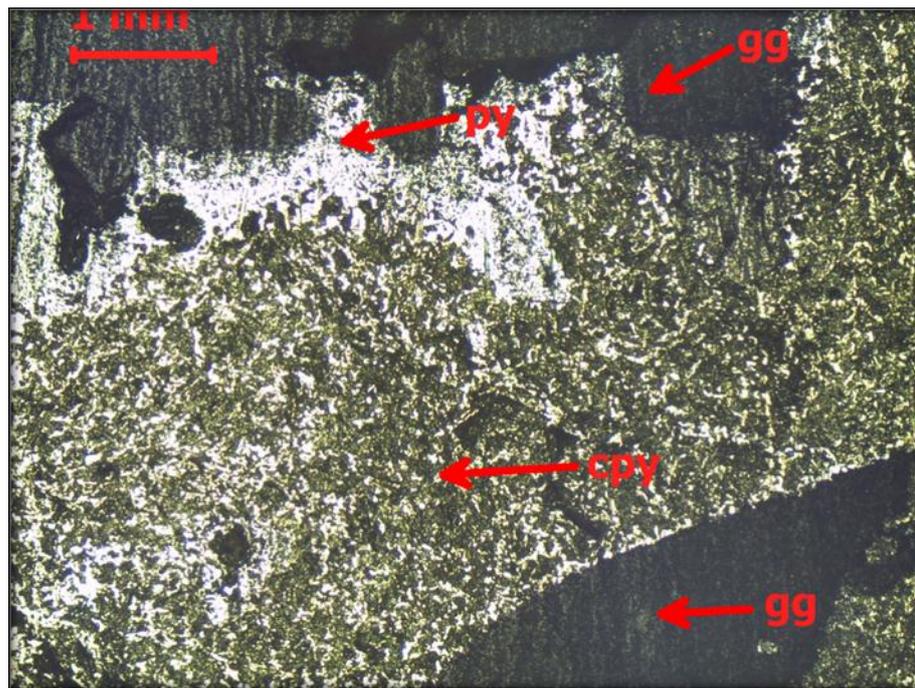


Figura 18: Fases de mineralización siendo el cuarzo la primera etapa de mineralización la pirita con inclusión de calcopirita.

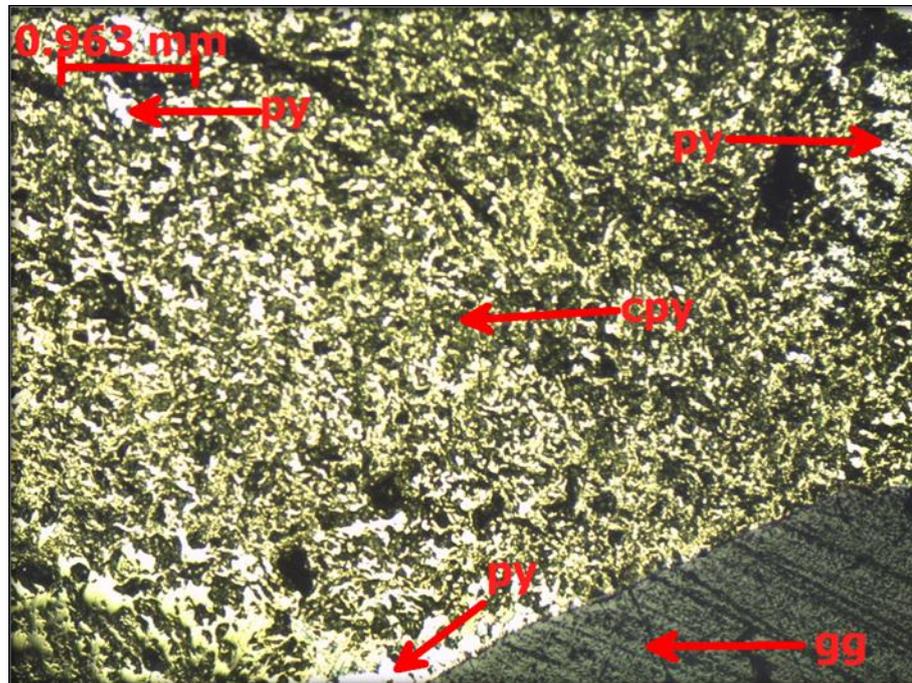


Figura 19: Cristales de calcopirita ( py ) con inclusión de calcopirita (Cpy) también se observan gangas.

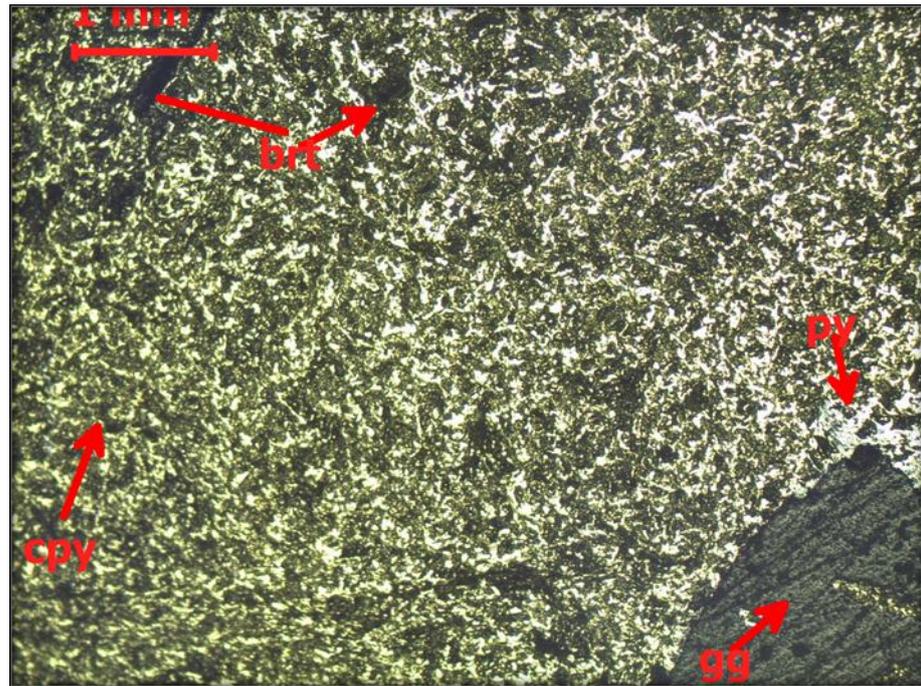


Figura 20: Minerales Bornita asociada a la Pirita y calcopirita, la ganga corresponde a la parte no metálica.

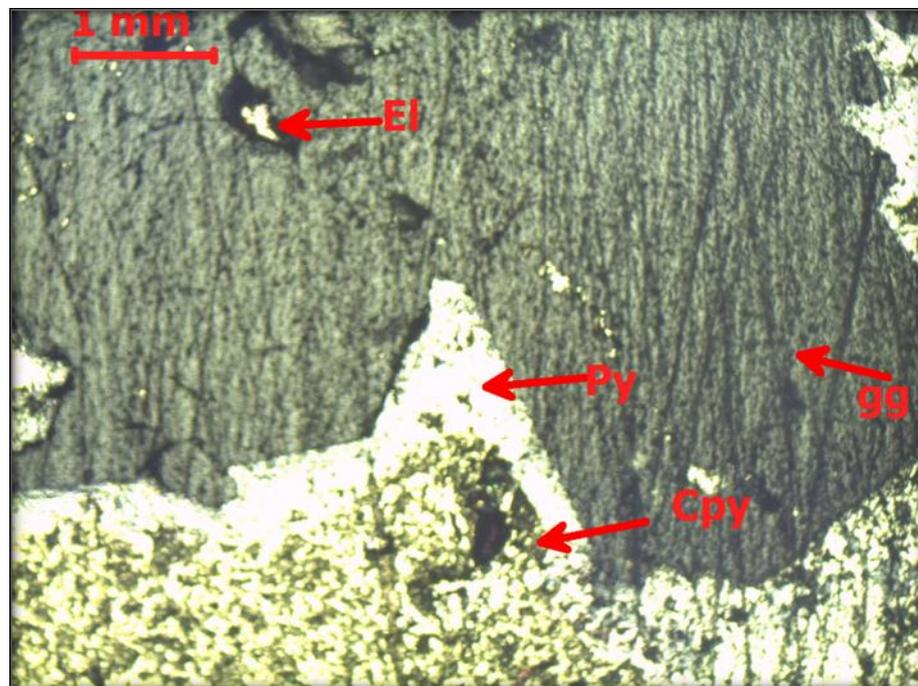


Figura 21: Pirita con reemplazamiento de calcopirita en la estructura mineralizada, electron que se encuentra relleno de oquedades, cristales de calcopirita (cp) diseminada en minerales de ganga. (GGs.)

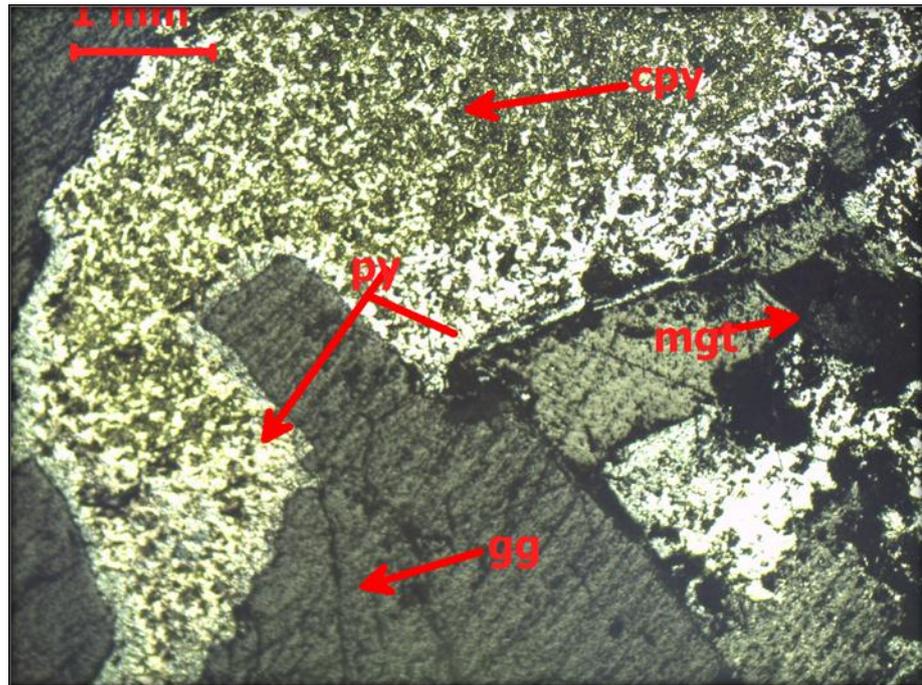


Figura 22: Reemplazamiento de cristales de forma anhedral en la roca en ex solución a través de sus bordes y planos de clivaje, evidenciándose el proceso de martirización, los cristales se encuentran muy alterados, quedando solo relictos.

residuos de magnetita, anclados en cuarzo primario

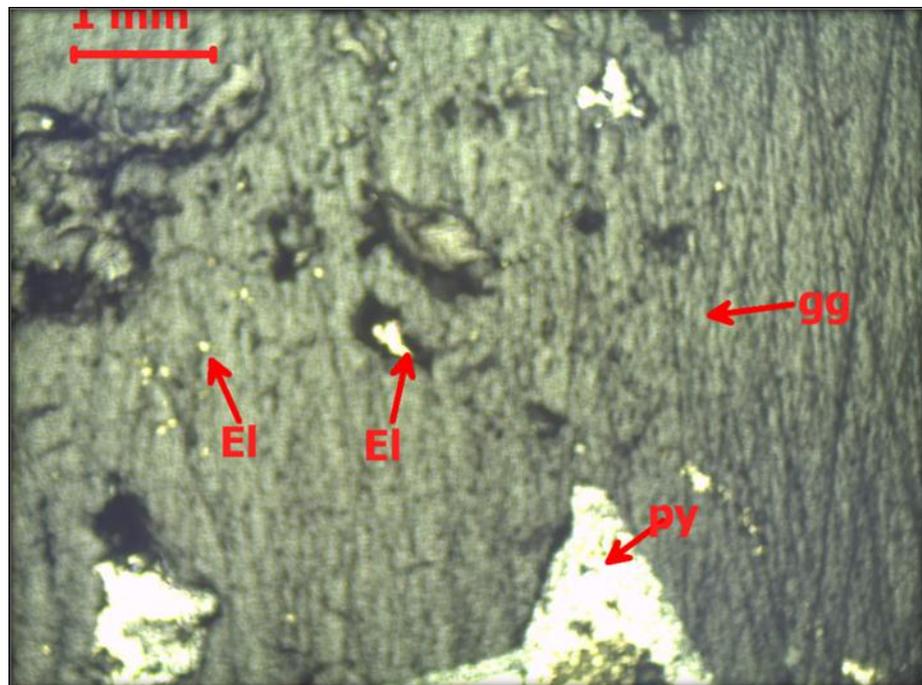
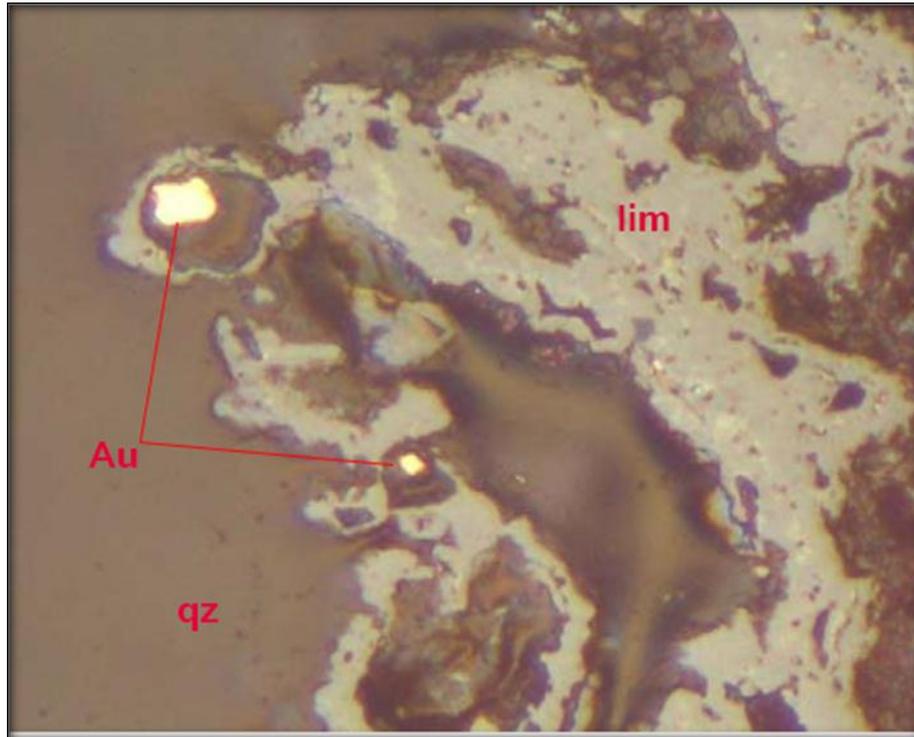
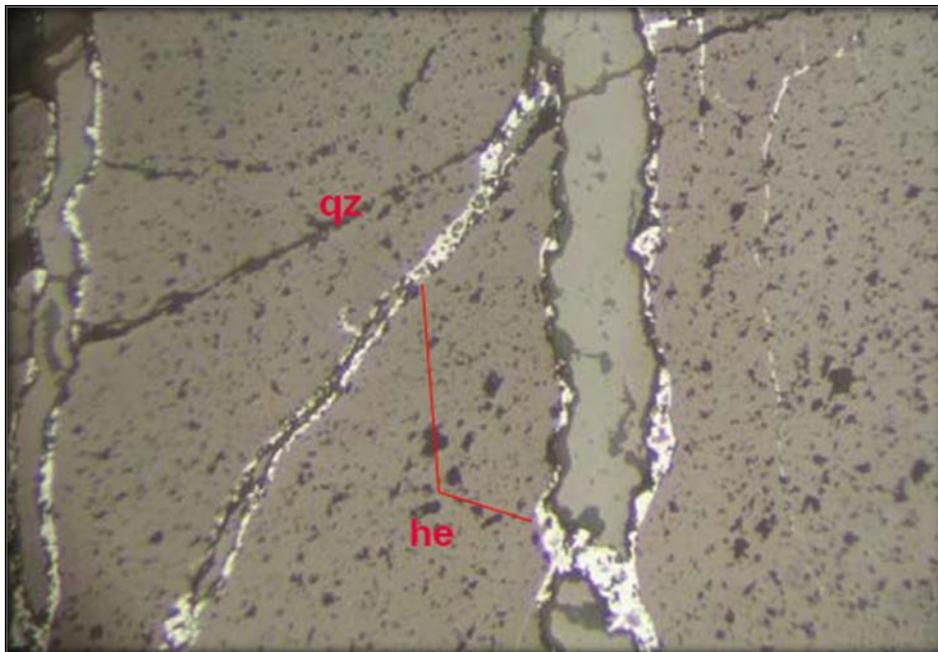


Figura 23: La imagen muestra dentro el cuarzo primario, cristales de Electrun.



**Figura 24: Acercamiento a lo largo de la foto, cristales de Electrun**

Dos partículas de oro en oquedades con limonita, dentro de la masa de cuarzo



**Figura 25: Cuarzo con algunas oquedades rellenas por hematita en contacto con limonita.**

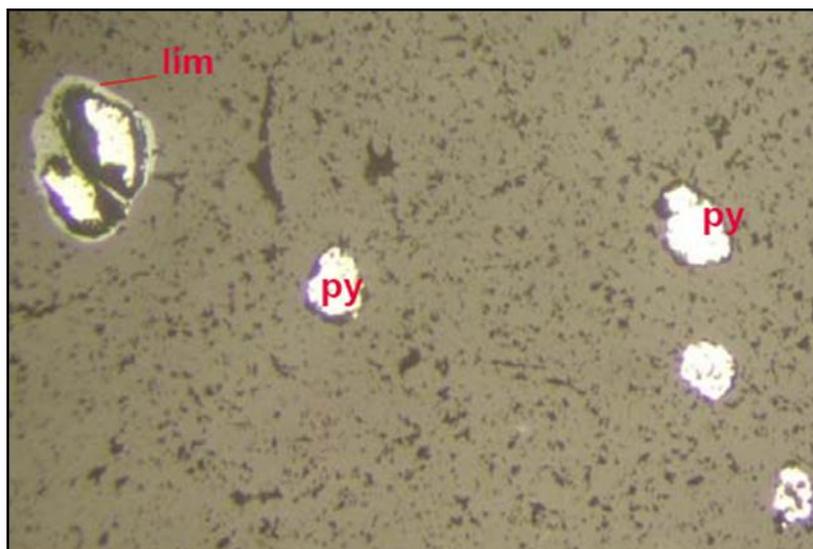


Figura 26: Granos de pirita, algunos de ellos parcialmente limonitizados, e impregnados en la masa de ganga. (GGs).

#### 1.21.4 MINERALOGÍA

En veta Encantada, la mineralización en la parte superficial se encuentra asociada a limonitas y hematitas (zona de óxidos) y en el interior el oro se encuentra como Au libre asociado al cuarzo y como ex solución en la Pirita diseminada (pirita aurífera), calcopirita y marcasita en menor proporción (zona de sulfuros). Se le considera como valor económico principalmente a la Pirita, seguida de la Calcopirita, galena y el Oro nativo, el oro se encuentra finamente localizado en la Pirita, en el cuarzo, siendo alguno visible a simple vista.

##### 1.21.4.1 MINERALES DE MENA

- **Oro nativo (Au).** -Este está asociado a la pirita, cuarzo y galena en menor proporción ocurre como inclusiones en estos minerales y se puede observar a simple vista en el cuarzo, se caracteriza por su color amarillento y brillo metálico intenso.

- **Pirita (FeS).** - Es de color amarillo latón pálido, lustre metálico brillante, se presenta en tamaños variables, se le encuentra asociado al cuarzo y no siempre acompañado de calcopirita, galena y otros. Ocurre en forma predominante cristalizada masiva, fracturada, es el control mineralógico aurífero que está en relación directa con la cantidad de oro, se puede distinguir dos tipos de pirita macroscópicamente, uno con una coloración clara sin oro y otro de coloración oscura con oro.
- **Galena (SPb).** - Se encuentra en forma cristalizada masiva, forma inclusiones anhedrales en la pirita, presenta inclusiones de Oro. Tiene un color gris plomo, lustre metálico, se presenta en forma masiva, en pequeñas proporciones formando bandas o vetillas, asociado a la calcopirita y pirita en una ganga de cuarzo. Esta galena es de tipo argentífera. (Ver Figura N°27)



Figura 27. Veta Encantada clavo medio, Cuarzo y parches de Pirita calcopirita. Fuente: Fuente propia.



**Figura 28.** Veta Encantada clavo Este Cuarzo y parches de Pirita con óxido de hierro, que ocurrieron producto de alteración. Fuente: fotografía propia.

#### 1.21.4.2 MINERALES DE GANGA

##### - Calcopirita ( $S_2$ Cu Fe)

Se encuentra masiva y asociada a la pirita, forma inclusiones en la pirita ya veces la reemplaza. Tiene un color amarillo latón, lustre metálico, aspecto masivo.

##### - Cuarzo ( $Si O_2$ )

Está asociado a la pirita y oro, en forma masiva, contiene inclusiones de oro, en niveles superiores toma coloraciones diversas a las limonitas y hematitas. Presenta un color blanco lechoso a cuarzo ahumado, tiene un brillo vítreo, en las partes internas se le encuentra cristalizado, relleno de cavidades, lo cual indica varios rasgos nítidos de deposición de oro nativo es solo en el cuarzo donde solamente se puede observar en forma macroscópica.

##### - Esfalerita (ZnS)

En forma anhedral, inclusiones en la pirita. Tiene un brillo adamantino presenta un color pardo oscuro, está asociado a la galena. En general es muy raro encontrarlo.

- **Clorita ( $\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Mg}_3(\text{OH})_2\text{Mg}_3(\text{OH})_6$ )**

Esta se encuentra asociada a la epidota y a la pirita caracteriza la alteración propílica dándole un color verdoso se le asocia a las altas concentraciones de oro.

- **Calcita ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ )**

Está asociado a los minerales de ganga. Tiene un brillo vítreo de color a blanco amarillento, se encuentra en forma masiva y sobre todo en todas las vetas, es muy rara encontrarla de forma cristalizada.

- **Bornita ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ )**

Asociado a la pirita y al cuarzo, se presenta en venillas muy pequeñas, de color rojo cobre y lustre metálico.

- **Malaquita ( $\text{CO}_3\text{Cu}_2(\text{OH})_2$ )**

Este mineral se presenta como una mena supergénica, se halla en las zonas de oxidación de los filones, tiene una coloración verde brillante.

- **Limonita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$ )**

Es de origen secundario, este mineral es siempre de origen supergenético, se forma por la solución o alteración de los minerales de hierro previamente existentes, se presenta mayormente en variedades terrosas, de color pardo amarillento. Se relaciona con valores altos de Au y su ocurrencia es abundante, por lo que da un tinte amarillento al cuarzo. La limonita es la expresión superficial de la oxidación de los filones de sulfuros, aparece generalmente asociada con la hematita, pirolusita, calcita y cuarzo.

- **Hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )**

Producto de la oxidación de la pirita, presenta un color castaño rojizo, su ocurrencia es más restringida y se encuentra generalmente en forma terrosa, su relación con el oro es menos directa, aunque se han observado regulares valores junto a ella.

### 1.21.5 PARAGÉNESIS

La paragénesis de un depósito está dada por la secuencia deposicional en cuanto al tiempo. Este orden cronológico es reconocido por el estudio de las relaciones que se observan en los minerales, a través de sus características estructurales y texturales. Se presentan dos etapas de deposición de mineral los cuales se representan por el bandeamiento en las vetas:

- **Primera etapa:** una primera emisión de fluido hidrotermal asociado a cuarzo-calcita-pirita, que cubrió ambas superficies de la fractura, predominando el cuarzo en un 90% con respecto a la calcita en los niveles superiores. Prueba de ello es que donde las fracturas son angostas las vetas contienen cuarzo y pirita aurífera.
- **Segunda etapa:** hay una segunda emisión de fluido hidrotermal en la cual vino integrada con sulfuros, oro nativo, Electrum y cuarzo. Estos llegaron de forma coetánea; sin embargo, se nota un ligero bandeamiento en la estructura. El cuarzo de esta segunda etapa es hialino y los sulfuros están constituidos por pirita, esfalerita, calcopirita, galena en lentes, los cuales se incrementan en profundidad. Al final de esta etapa existe una pequeña época en el cual se forma calcita en pequeñas cantidades, para rellenar pequeños espacios entre las cajas y la veta. Por lo que se resume que la pirita aurífera se forma en ambas etapas de deposición. De acuerdo a lo anterior, la secuencia paragenética se muestra en la (Tabla N° 3.)

**Tabla 4: Secuencia paragenetica**

	TIEMPO			ZONA DE OXIDACION
	HIPOTERMAL	MESOTERMAL	SUPERGENA	
CUARZO			—	
PIRITA			—	
CALCOPIRITA			—	
BIOTITA			—	
ELECTRUN			—	
ORO		—		
COVELINA			—	

**1.21.6 FORMA Y TIPO DE YACIMIENTO**

De acuerdo a la forma, son depósitos filoneanos, del tipo relleno de fracturas, cuya mineralización ha sido originada por acción hidrotermal, de facies mesotermal a epitermal, de baja a mediana temperatura y presión, ya que las rocas cajas presenta moderada alteración, esto es un indicio de que las soluciones no tuvieron un grado de temperatura elevada cuando subieron por las fracturas pre-existentes, las estructuras mineralizadas son de origen epigenético, ya que su mineralización fue posterior al fracturamiento y también al emplazamiento de las rocas intrusivas. Los factores esenciales para la formación de depósitos hidrotermales son los siguientes:

- Presencia de aberturas en las rocas, por las cuales deben ir las soluciones.
- Reacción química, cuyo resultado sea la deposición mineral.
- Suficiente concentración de materia mineral depositada, para llegar a constituir depósitos minerales económicamente explotables.

Estos factores mencionados se han dado en la veta Encantada, por lo que se llega a la conclusión de que por el origen es un depósito epigenético, por el carácter de las soluciones es hidrotermal y por la temperatura y presión es epitermal a mesotermal.

### **1.21.6.1 GÉNESIS DEL YACIMIENTO**

El yacimiento mineral está íntimamente relacionado con la primera fase de la Orogenia Andina, por el hecho de que en este yacimiento se presentan rocas intrusivas, se piensa que posiblemente esté relacionado con el magma que originó dichas rocas y las soluciones mineralizantes en diversas etapas de la intrusión, que, consecuentemente, dio lugar a la formación de depósitos hidrotermales que se conocen en la región. La diferenciación magmática da como resultado un producto final de fluidos que originalmente estaban dispersos en el magma. Siendo estos líquidos residuales al desprenderse del mismo, aprovecharon las fracturas preexistentes, hasta encontrar las condiciones físicas químicas favorables para su precipitación y así mismo la formación del sistema de vetas.

En este caso los procesos hidrotermales han originado depósitos por simple relleno de fisura, donde las soluciones se han transportado por aberturas pre-existentes, produciéndose la precipitación en lugares cercanos a la superficie, debido principalmente a la pérdida de presión y temperatura lo que dio como resultado las vetas de cuarzo con pirita aurífera, oro en solución y sulfuros.

### **1.21.6.2 ZONEAMIENTO**

De acuerdo a la paragénesis mostrada líneas arriba, esta creo un zoneamiento vertical distribuido de la siguiente manera:

- En la zona lixiviación se observa limonita hematita goethita se alcanza a ver el Oro nativo
- Zona de óxidos muestra malaquita, azurita cuprita en parches y diseminados de oro.

- Zona supergénica está la presencia Oro nativo Electrun, covelina englobado en el cuarzo lechoso la pirita
- Zona primaria esta la calcopirita, pirita como parches diseminados el Oro se encuentra diseminado en el Cuarzo.
- a) De acuerdo al primer evento, el conjunto de los minerales ganga, constituyen la mayor parte del relleno de la fractura en los niveles superiores, junto con las limonitas y óxidos; en cambio, en los niveles inferiores hay una tendencia a compartir su proporción con los sulfuros.
- b) De acuerdo al segundo evento, la cantidad de sulfuros y mineral aurífero incrementa en los niveles inferiores.

### 1.21.7 ALTERACIONES HIDROTERMALES

La alteración hipógena consiste en los fenómenos producidos por la alteración hidrotermal, al momento del emplazamiento de la veta aurífera, se hace mención de la piritización, la presencia de clorita y minerales arcillosos en la roca caja. Las alteraciones hidrotermales son:

- a) **Silicificación.-** Se caracteriza por la presencia dominante de sílice o cuarzo (lentes y venilleo), este tipo de alteración está representada por la introducción de sílice en las rocas caja, a la vez que impermeabiliza, afecta en mayor grado a la andesita, la textura de la roca es suave, blanquecina, alternada con alteraciones anteriormente producidas y que por la adición de sílice, terminan silicificadas; la silicificación en la roca caja como en la estructura llega a grado moderado a fuerte.
- b) **La Propilitización.** - Afecta en mayor grado a la granodiorita presenta una coloración verdosa presenta buena mineralización en su presencia, está asociada a la clorita, epidota, carbonatos y pirita. Aplicado a las asociaciones minerales

que caen en la categoría de alteración incipiente a débil. Se observada en dos grados bien definidos; la primera fase presenta ligera tonalidad verdusca, las plagioclasas aún se observan con incipiente alteración, en la segunda, más fuerte, el color verde es intenso, los minerales primarios totalmente alterados, notándose una textura suave blanquecina (calcita) alternada con la coloración verde de la clorita.

- c) La Argilización y Sericitización.** -Se halla en lugares donde los minerales potásicos fueron alterados a minerales arcillosos, principalmente en la granodiorita, es de aspecto blanquecino, suave al tacto. En la zona donde predomina esta alteración, las rocas pierden su dureza, volviéndose suaves y totalmente blanquecinas, en las vetas del yacimiento minero 750, la mineralización económica se asocia a este tipo de alteración.
- d) Oxidación.** - Cuando un yacimiento mineral es expuesto a la erosión, es meteorizado junto a las rocas que lo encierran. Las aguas superficiales oxidan muchos minerales metálicos, produciendo disolventes que afectan a su vez a otros minerales. Esta zona es concordante a la topografía a manera de franja, se caracteriza por la presencia de óxidos de hierro, limonitas y hematitas, con colores amarillentos y rojizos respectivamente. (Ver anexo Mapa N° 3)

### 1.21.8 CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN

En la mayoría de las vetas de la zona existe la presencia del dique andesítico en contacto con las cajas que son intrusivas, constituye el principal control que se sigue en las diversas labores. La presencia de estructuras definidas a espacios abiertos permite la intrusión andesíticos y deposición de mineral. Por otro lado, los diques andesíticos que afloran en la unidad minera y sus alrededores contienen pirita con valores de oro de 0.2 a 0.8 Gr Au/TM.

### **1.21.8.1 Control estructural**

La deposición de las soluciones mineralizadas ha sido controlada por la presencia de fracturas de tensión, fallas pre-minerales y contactos entre rocas diferentes. Esto es evidente ya que las estructuras sirvieron como canales por los cuales migraron las soluciones mineralizadas depositando a su paso su contenido metálico. Asimismo, la posición que la mena ocupa dentro de la geometría de las vetas, es influenciada por el ancho de la abertura y el área superficial que presenta a las soluciones para su reacción; además, el cambio de buzamiento y potencias de las estructuras, se relacionan con el aumento o decrecimiento de la ley.

### **1.21.8.2 Control mineralógico**

Los cambios mineralógicos tan comunes en las rocas que rodean vetas epigenéticas envuelven habitualmente la introducción de ciertos elementos químicos y sustracción de otros. Así tenemos que, por el reemplazamiento de los minerales por acción de las distintas etapas de la mineralización, que trajeron consigo mineral estéril y económico, se formaron minerales como la pirita, la cual está en relación directa a la cantidad de oro, a mayor cantidad de pirita mayor cantidad de oro. Existen dos tipos de pirita reconocidos macroscópicamente:

- Pirita de color claro, con menor proporción de oro.
- Pirita de color oscuro, con mayor proporción de oro.

En el yacimiento el control mineralógico está constituido principalmente por pirita fina. El oro nativo ocurre a menudo diseminado en el cuarzo. A nivel superficial los minerales de mena o la evidencia de su presencia anterior, son las guías más directas que pueden ofrecer los afloramientos; así que, producto de la meteorización de aguas meteóricas, se observa oxidación de sulfuros primarios, quedando en el lugar hematita y

limonita. La calcita es el último mineral de la secuencia de mineralización hipogénica, por lo que a un aumento de calcita nos indicaría una disminución en valores de oro.

### **1.21.9 GEOLOGÍA ECONÓMICA**

Veta Encantada es un yacimiento Aurífero típico del metalotecto del Batolito de la Costa, forma parte de la faja aurífera Nazca-Ocoña, que pertenece a la Provincia Metalogénica Occidental del Perú. El área de estudio se ubica en una zona potencialmente aurífera, por lo tanto, se considera desde el punto de vista económico en una zona de gran importancia. Las rocas encajonantes de estas vetas están constituidas por rocas intrusivas que forman parte del Batolito de la Costa (Cretáceo superior – Terciario Inferior) y diques andesíticos y porfiríticos, posteriores al intrusivo. Macroscópicamente el intrusivo es una diorita o granodiorita.

#### **1.21.10 ESTIMACIÓN DE RESERVAS MINERALES**

En la minera 750 como ya se mencionó anteriormente existen varias estructuras importantes como son Mercedes, Milagrosa, Alexia, San Román, de toda esta veta la principal y de interés del estudio es la veta Encantada, por ser una de las más extensas en su afloramiento de 1500 ms. En los mencionados se muestran tres clavos mineralizados clavo Este, clavo céntrico y clavo Oeste.

El cálculo de tonelaje se basa en un muestreo, el que figura a un plano. Estos planos de muestreo se harán de galerías, chimeneas. El muestreo es sistemático por puntos cada 4m, estos puntos se toman en toda la trayectoria de la estructura sacando una muestra compuesta representativa.

#### **1.21.10.1 Recurso mineral**

Un 'Recurso Mineral' es una concentración u ocurrencia de interés económico intrínseco dentro o fuera de la corteza terrestre en forma y cantidad tal como para demostrar que hay perspectivas razonables para una eventual extracción económica. La ubicación, cantidad, contenido metálico, características geológicas y continuidad de un recurso mineral se conocen, estiman o interpretan desde una evidencia y conocimiento geológicos específicos. Los Recursos Minerales se subdividen, según confianza geológica ascendente, en categorías de Inferidos, Indicados y Medidos.

#### **1.21.10.2 Recurso mineral medido**

Parte de un recurso mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza, su tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas, en afloramientos, zanjas, tajos, túneles, laboreos y sondajes, las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y de leyes. Esta categoría requiere un alto nivel de confianza en el entendimiento de la geología y controles del yacimiento, la confianza en la estimación es suficiente

#### **1.21.10.3 Mineral indicado**

Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si

lo suficientemente cercanos para asumirlas. La confianza en el estimado resulta suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos.

#### **1.21.10.4 Recurso mineral inferido**

Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales, pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación económica de prefactibilidad que merezca darse a conocer al público

#### **1.21.10.5 Reservas minerales**

Una "Reserva Minerales" es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Cuya explotación es posible Incluye dilución de materiales y tolerancias por pérdidas que se puedan producir cuando se extraiga el material. Se han realizado las evaluaciones apropiadas, que pueden incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración de modificación por factores razonablemente asumidos de extracción, metalúrgicos, económicos, de

Mercados, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran en la fecha en que se reporta podría justificarse razonablemente la extracción. Las Reservas de Mena se subdividen en orden creciente de confianza en Reservas Probadas y Reservas Probables

#### **1.21.10.6 Reserva mineral probado**

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido, incluye la dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral.

En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de

factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores fehacientes asumidos de minería, metalurgia, económicos, de mercado, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales.

#### **1.21.10.7 Reserva mineral probable**

Es la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado y en algunas circunstancias del Recurso Mineral Medido, incluye material de dilución y tolerancias por pérdidas que puedan producirse cuando se explota el mineral. En esta etapa se han realizado evaluaciones apropiadas que puedan incluir estudios de factibilidad e incluyen la consideración y modificación por factores razonablemente asumidos de minería, metalúrgicos, económicos, de mercadeo, legales, medioambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran a la fecha en que se presenta el informe, que la extracción podría justificarse razonablemente. Una Reserva Mineral Probable tiene un nivel más bajo de confianza que una Reserva Mineral Probada.

#### **1.21.10.8 Mineral inferido**

La altura de los bloques de mineral inferido puede ser la correspondiente al mineral probado más probable o la mitad de la longitud del afloramiento muestreado con valor de mena y/o marginal y sub marginal si el promedio de leyes con este último de más que la ley marginal, salvo que el criterio geológico permita estimar la dimensión. Cuando se delimitan a partir de los sondajes diamantinos el área que se estima mucho depende del criterio geológico, de la cercanía de las labores, de la correlación con otras evidencias, etc. En este caso si no existen criterios geológicos suficientes, se les estimara con 20m de radio a partir del sondaje o crucero.

**1.21.11 Procedimiento de los cálculos**

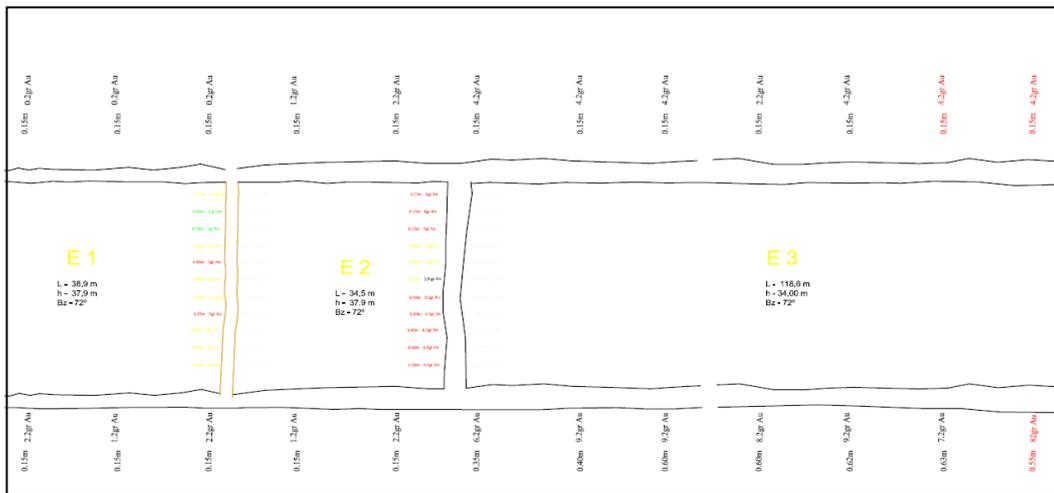
Estos se proceden de la siguiente forma con el cálculo preliminar en los plano y tarjetas de muestreo diluyendo cada muestra, luego se delimita los respectivos bloques de mineral.

**1.21.12 DETERMINACIÓN DE LEY PROMEDIO**

La ley de cada block está dada por la suma de finos entre la suma de ancho, ósea:

$$\text{Ley promedio} = \frac{\sum(\text{ancho} \cdot \text{ley})}{\sum \text{ancho}}$$

Entonces la ley de cada block, se calcula a partir de las leyes medias de los frentes expuestos que lo limitan considerando igualmente que la ley promedio del block está en función a la longitud de sus lados.



**Figura 29 bloques muestrados para el calculo de reservas. Fuente propia**

**1.21.13 CALCULO DE RESERVA**

El cálculo de reserva que se explicará más adelante, básicamente trata de las siguientes operaciones:

$$\text{ÁREA} = L \times H$$

L: Longitud del bloque

H: Altura del bloque

$$\text{ÁREA REAL} = \text{ÁREA} \times \text{Factor de Buzamiento}$$

$$\text{VOLUMEN} = \text{ÁREA REAL} \times \text{Potencia}$$

$$\text{TONELAJE} = \text{VOLUMEN} \times (\text{peso específico del mineral})$$

Las reservas del mineral se deben calcular sobre la base de toneladas métricas secas

(T.M. S). Ejemplo:

**Tabla 5: Estimación de recursos minerales**

CLAVO	BLOCK	T.M.	Pot.	Au (g/T)
ESTE	E2	1340,71	0,41	7,9
	E3	3669,64	0,39	7,32
	E4	2363,50	0,41	7,32
CENTRO	E7	1415,79	0,32	7,25
	E8	1150,21	0,36	8,32
	E9	2032,15	0,37	7,82
	E10	1047,20	0,39	8,38
OESTE	E14	3133,40	0,38	7,9
	E15	2863,32	0,43	8,45
	E16	2574,06	0,41	8,32

**Tabla 6: Resultados de los clavos mineralizados**

CLAVO	TONELAJE(T)	ANCHO(a)	LEY
CLAVO ESTE	7373,85	0,40	22,54
CLAVO CENTRO	5645,35	0,36	31,77
CLAVO OESTE	8570,78	0,41	24,67
RESUMEN DE RECURSOS	21589,98	0,39	26,33

La realización de la cubicación nos permite realizar un planeamiento de minado real y dirigido a los blocks mineralizados al determinar sus posibilidades económicas, así como su factibilidad y aplicabilidad. (Anexo 4 datos de estimación de recursos)

#### **1.21.13.1 VALOR DEL MINERAL**

Para valorizar las reservas de mineral calculadas en las vetas se trabajará con la cotización.

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** La veta Encantada tiene rumbo de E 75° a 80°W con un buzamiento de 70° a 85° S con leyes que varían de 0.2 a 9.3 gr.Au/TM, con potencia de 0.25 a 80 cm. Se encuentra emplazada litológicamente por el dique andesítico del complejo bella unión y granodiorita perteneciente a la Super Unidad Incahuasi; ambos pertenecen al Batolito Costanero, Contiene minerales de mena; oro nativo (Au), Pirita (FeS), Galena (Spb) y mineral de ganga; Cuarzo (SiO<sub>2</sub>), Calcita (CO<sub>3</sub>Ca), Blenda (SZn) clorita

**SEGUNDO:** La veta Encantada presenta tres clavos mineralizados donde el clavo oeste presenta mayor valor económico en oro, a diferencia de los clavos medio y clavo este en un tramo de 192 mts, con potencias que varían de 0.20 a 0.60 cm con valores de 5.9 gr.Au/TM. Lo cual comprueba que el proyecto minero 750 tiene un potencial explotable. La veta Encantada está en el orden de 21589,98 TM de mineral con ley promedio de 26.33gr.Au/TM y potencia promedio de 0.39 cm. Con las secciones delgadas se pudo determinar la paragénesis por etapas, una primera emisión de fluido hidrotermal asociado a cuarzo calcita pirita, en una segunda etapa la emisión de fluido hidrotermal en el cual vino integrado los sulfuros al mismo tiempo se habría depositado el oro.

## RECOMENDACIONES

PPRIMERO: De acuerdo a la evaluación geológica realizada, se ha determinado la rentabilidad de la vera Encantada, por lo que se recomienda impulsar los trabajos para incrementar las reservas a corto plazo, se recomienda realizar un cartografiado al detalle del área a fin de verificar el potencial geológico existente en la zona, realizar trabajos de perforación diamantina para realizar un estudio a profundidad y poder determinar la distancia vertical de los clavos mineralizados.

SEGUNDO: Realizar muestreos sistemáticos, trincheras en otras estructuras aflorantes de la zona, realizar un análisis de laboratorio a fin de verificar el potencial geológico existente en otras vetas de la zona.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARRIBAS, A. (1996). Edades radiométricas de mineralización epítimales auríferas del macizo del deseado, provincia de Santa cruz argentina. 39 congreso geológico brasileño de geología.
- BATEMAN, A. (1951). Conceptos generales definición de yacimientos minerales.
- BELLIDO N. (1960). Designaron a las rocas que constituyen el basamento de la Cadena Costanera en el sur del Perú
- DANILO V. Evaluación geo económica preliminar de la veta clara
- HERNÁNDEZ S. y otros (2010) Metodología de la investigación - Robert Hernández Sampieri. Carlos Fernández Callado. Pilar Baptista Lucio.
- INGEMMET, (2008). Boletín No. 4 serie E. Mineralización y Explotación Minera Artesanal en la Costa sur Media del Perú.
- INGEMMET. (2007). Institu nacional Franjas Metalogenéticas del Perú, Dirección de Geología Económica y Prospección Minera, en impresión.
- INGEMMET, (1980). Boletín No. 34, Carta Geológica Nacional. Geología de los Cuadrángulos de Jaqui, Coracora, Chala y Chaparra. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- MENDIVIL, S (1965). Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave (hojas 35-x, 35-y). INGEMMET.
- MONTREUIL 1979 Ocurrencia de oro y sus asociaciones mineralógicas en la faja aurífera Nazca-Ocoña, p 25-48. Programa Científico – Cultural. INGEMMET
- PITCHER y E. J. Cobing El Batolito costero en la parte central del Perú.
- PULGAR Vidal Geografía del Perú (9na ed.). Lima: PEISA
- ROSE y Burt, (1979) Hydrothermal Alteration In: Barnes, H.L. (ed) Geochemistre Of Hydrothermal Ore Deposits.
- RONAL V. (2014). Rasgos geológicos de caraveli
- SMIRNOV. (1976) - Clasificación de yacimientos minerales.

SILLOTE, H. (2001) - Evaluación geológica y alteraciones hidrotermales. Proyecto Rescatada – Puno (Arasi S.A.C.).

TUMIALÁN, P. H. (1987) – Metalogenia del oro en el Perú. En: Circulo de Estudios y Promoción en ciencias de la tierra, Geologías minería metalurgia del oro. CEPECT UNMM, Lima, P. 100 – 189.

TUMIALÁN, P., y Ballon, A. (1982). Contribución de la geología económica de la provincia metalogenética Nazca-Ocoña, Programa científico. Recuperado de <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap04e.htm>

TUMIALAN, P., Ballon A. (1982) Contribución de la geología económica de la provincia metalogenética Nazca-Ocoña, Programa científico.

ZUÑIGA, B. (2014) Estudio Geologico Ocoña, Venado.

<http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap04e.htm>

# ANEXOS.

MAPA 1. - GEOLOGICO REGIONAL

MAPA 3. - GEOLOGICO LOCAL.

MAPA 3.- ALTERACIONES HIDROTERMALES.

4.- BASE DE DATOS DE CAMPO







CODIGO	Ancho	ley	ley pro.
E200	0,25	4,2	4,2
E201	0,42	4,2	4,2
E202	0,30	5,2	5,2
E203	0,32	2,2	2,2
E204	0,35	6,2	6,2
E205	0,15	4,9	4,9
E206	0,40	5,2	5,2
E207	0,45	7,8	7,8
E208	0,15	4,2	4,2
E209	0,15	8,0	8,0
E210	0,15	7,8	7,8
E211	0,15	8,1	8,1
E212	0,15	7,9	7,9
E213	0,25	7,7	7,7
E214	0,30	2,8	2,8
E215	1,30	7,9	7,9
E216	0,60	9,1	9,1
E217	0,60	9,0	9,0
E218	0,53	9,0	9,0
E219	0,50	8,9	8,9
E220	0,54	9,2	9,2
E221	0,55	8,2	8,2
E222	0,63	7,2	7,2
E223	0,62	9,2	9,2
E224	0,60	8,2	8,2
E225	0,60	9,2	9,2
E226	0,40	9,2	9,2
E227	0,35	6,2	6,2
E228	0,55	6,2	6,2
E229	0,60	6,5	6,5
E230	0,66	6,5	6,5
E231	0,60	4,5	4,5
E232	0,54	9,2	9,2
E233	0,35	2,9	2,9
E234	0,20	2,0	2,0
E235	0,20	2,9	2,9
E236	0,15	7,0	7,0
E237	0,15	8,0	8,0
E238	0,15	9,0	9,0
E239	0,42	6,2	6,2
E240	0,30	4,9	4,9

E241	0,32	5,2	5,2
E242	0,35	7,8	7,8
E243	0,15	4,2	4,2
E244	0,40	8,0	8,0
E245	0,45	7,8	7,8
E246	0,15	8,1	8,1
E247	0,15	7,9	7,9
E248	0,15	7,7	7,7
E249	0,15	2,8	2,8
E250	0,15	7,9	7,9
E252	0,30	9,0	9,0
E253	1,30	9,0	9,0
E254	0,60	8,9	8,9
E255	0,60	9,2	9,2
E256	0,53	8,2	8,2
E257	0,50	7,2	7,2
E259	0,55	8,2	8,2
E260	0,63	9,2	9,2
E261	0,62	6,2	6,2
E262	0,60	4,9	4,9
E263	0,60	5,2	5,2
E264	0,42	7,8	7,8
E265	0,30	4,2	4,2
E266	0,32	8,0	8,0
E267	0,35	7,8	7,8
E268	0,15	8,1	8,1
E269	0,40	7,9	7,9
E270	0,45	7,7	7,7
E271	0,15	2,8	2,8
E272	0,15	7,9	7,9
E273	0,15	9,1	9,1
E274	0,15	9,0	9,0
E275	0,15	9,0	9,0
E276	0,25	8,9	8,9
E277	0,30	9,2	9,2
E278	1,30	8,2	8,2
E279	0,60	7,2	7,2
E280	0,60	9,2	9,2
E281	0,53	8,2	8,2
E282	0,50	9,2	9,2
E283	0,54	6,2	6,2
E284	0,55	4,9	4,9
E285	0,63	5,2	5,2
E286	0,62	7,8	7,8

E287	0,60	4,2	4,2
E288	0,60	8,0	8,0
E289	0,42	7,8	7,8
E290	0,30	8,1	8,1
E291	0,32	7,9	7,9
E292	0,35	7,7	7,7
E293	0,15	2,8	2,8
E294	0,40	7,9	7,9
E295	0,45	9,1	9,1
E296	0,15	9,0	9,0
E297	0,15	9,0	9,0
E298	0,15	8,9	8,9
E299	0,15	9,2	9,2
E300	0,15	8,2	8,2
E301	0,25	7,2	7,2
E302	0,30	9,2	9,2
E303	1,30	8,2	8,2
E304	0,60	9,2	9,2
E305	0,60	6,2	6,2
E306	0,53	4,9	4,9
E307	0,50	5,2	5,2
E308	0,54	7,8	7,8
E309	0,55	4,2	4,2
E310	0,63	8,0	8,0
E311	0,62	7,8	7,8
E312	0,60	8,1	8,1
E313	0,60	7,9	7,9
E314	0,42	7,7	7,7
E315	0,30	2,8	2,8
E316	0,32	7,9	7,9
E317	0,35	9,1	9,1
E318	0,15	9,0	9,0
E319	0,40	9,0	9,0
E320	0,45	8,9	8,9
E321	0,15	9,2	9,2
E322	0,15	8,2	8,2
E323	0,15	7,2	7,2
E324	0,15	9,2	9,2
E325	0,15	8,2	8,2
E326	0,25	9,2	9,2
E327	0,30	6,2	6,2
E328	1,30	4,9	4,9
E329	0,60	5,2	5,2
E330	0,60	7,8	7,8

E331	0,53	4,2	4,2
E332	0,50	8,0	8,0
E333	0,54	7,8	7,8
E334	0,55	8,1	8,1
E335	0,63	7,9	7,9
E336	0,62	7,7	7,7
E337	0,60	2,8	2,8
E338	0,60	7,9	7,9
E339	0,42	9,1	9,1
E340	0,30	9,0	9,0
E341	0,32	9,0	9,0