

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA**

**Facultad de Ingeniería Civil,  
Arquitectura y Geotecnia**

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica -  
Geotecnia

**“CÁLCULO DE RESERVAS Y ZONEAMIENTO DE  
LA ZONA SUR DE ISGUIZ DEL DISTRITO  
MINERO MALLAY LIMA-PERÚ”**

**TESIS**

Presentada por:

Bach. Jorge Armando Quispe Rivas

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO GEÓLOGO - GEOTÉCNICO**

TACNA – PERÚ

2 018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

**Facultad de Ingeniería Civil,  
Arquitectura y Geotecnia**

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica -  
Geotecnia

**“CÁLCULO DE RESERVAS Y ZONEAMIENTO DE  
LA ZONA SUR DE ISGUIZ DEL DISTRITO  
MINERO MALLAY LIMA-PERÚ”**

SUSTENTADO 24/11/2016

**JURADO DE SUSTENTACIÓN**

Presidente

Msc. Conrado Gabino Bedoya Jaén



Miembro-Secretaria

Ing. Gloria Marina Choque Machaca



Miembro

Ing. Jonathan Faraz Dawis Zavaleta Curasi



Asesor de Tesis

Ing. Fernando Velásquez Días



## **DEDICATORIA**

En primer lugar, quiero dedicar este trabajo de tesis a Dios, por bendecirme cada día para llegar hasta aquí, porque gracias a él se ha hecho realidad este sueño anhelado.

Se lo dedico también a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, y a cada uno de mis maestros, porque gracias a sus enseñanzas, ahora soy un profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente a mis padres por depositar su fe en mí, y porque supieron apoyarme a pesar de todas las adversidades que nos pone la vida. Gracias a su paciencia, a su buena voluntad y a su ejemplo, he podido avanzar por el camino correcto. Los amo por sobre todas las cosas.

Quiero agradecer también, de manera muy especial, a Brenda Torres, mi adorada novia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional. Fueron sus consejos y sus palabras sabias, los que me ayudaron a ser cada día una mejor persona.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional, a las que agradezco por brindarme su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía, en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en dónde estén ahora, quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado, por todas sus bendiciones y porque gracias, a todos ellos, soy ahora quien soy.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1	Objetivos de la investigación.....	2
1.1.1	Objetivo General .....	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
1.2	Planteamiento del Estudio.....	2
1.3	Fundamento y justificación de la investigación.....	4
1.4	Variables de estudio.....	4
1.4.1	Variable Independiente .....	5
1.4.2	Indicador .....	4
1.4.3	Variable Dependiente.....	5
1.5	La Hipótesis de la Investigación .....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Ubicación.....	6
2.2	Accesibilidad.....	6
2.3	Geografía.....	7
2.3.1	Vegetación de Rocas y Pedregales .....	8
2.3.2	Pajonal Altoandino .....	9
2.3.3	Matorral Altoandino .....	10
2.3.4	Matorral Ribereño .....	11
2.4	Topografía .....	12
2.5	Metasomatismo de Contacto (Skarn distal).....	12
2.5.1	Alteración.....	14
2.5.2	Mineralogía .....	15
2.5.3	Zoneamiento .....	15
2.5.4	Reservas.....	16
2.5.4.1	Reservas minerales .....	16
2.5.4.2	Clases de reservas minerales según la certeza .....	17
2.5.4.2.1	Reserva Mineral Probado (Comprobado – A la vista – Positivo) ...	17
2.5.4.2.2	Reserva Mineral Probable .....	18
2.6	Geología regional, Unidades estratificadas .....	19
2.6.1	Diseño Paleotectónico .....	19
2.6.2	Grupo Goyllarisquizga.....	19
2.6.2.1	Formación Chimu.....	19
2.6.2.2	Edad y Correlación.....	20
2.6.2.3	Formación Santa.....	20
2.6.2.4	Edad y Correlación.....	21
2.6.2.5	Formación Carhuaz.....	21
2.6.2.6	Edad y Correlación.....	22
2.6.2.7	Formación Farrat.....	22

2.6.2.8	Edad y Correlación.....	23
2.6.2.9	Formación Pariahuanca .....	23
2.6.2.10	Edad y Correlación.....	23
2.6.2.11	Formación Chulec .....	23
2.6.2.12	Edad y Correlación.....	24
2.6.2.13	Formación Pariatambo .....	24
2.6.2.14	Edad y Correlación.....	25
2.6.2.15	Formación Jumasha .....	25
2.6.2.16	Edad y Correlación.....	25
2.6.2.17	Volcánicos Calipuy .....	26
2.6.2.18	Edad y Correlación.....	26
2.6.3	Cuaternario .....	26
2.6.3.1	Depósitos Aluviales Pleistocénicos .....	27
2.6.3.2	Depósitos Fluvioglaciares .....	27
2.6.3.3	Depósitos Coluviales.....	27
2.6.3.4	Depósitos Aluviales.....	28
2.6.4	Rocas Intrusivas .....	28
2.7	Geología del yacimiento minero mallay.....	29
2.8	Unidades estratigráficas.-.....	30
2.8.1	Formación Carhuaz.....	30
2.8.2	Formación Farrat.....	31
2.8.3	Formación Pariahuanca .....	32
2.8.4	Volcánicos Calipuy.....	33
2.9	Geología Estructural .....	39
2.10	Alteración.....	40
2.11	Base teórica del zoneamiento.- .....	41
2.11.1	Franjas mineralizadas y zoneamiento .....	41
2.11.2	Cuadros de histograma por elemento .....	42
2.11.3	Zoneamiento .....	44

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

3.1.	Plan de trabajo y muestreo .....	45
3.1.1.	Documentación y logística .....	45
3.1.2.	Trabajo de campo .....	46
3.1.3.	Trabajo de gabinete .....	46
3.2.	Paragenesis de la veta isguiz.....	46
3.2.1.	Muestra 4250 Isguiz (Clavo 3) Tajo 950.....	47
3.2.1.1.	Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X.....	47
3.2.1.2.	Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X.....	48
3.2.1.3.	Estudio Mineragráfico y Fotomicrografías.....	49
3.3.	Sondajes de perforación .....	58
3.3.1.	Sondajes de exploración.....	58
3.3.2.	Sondajes realizados (leyes y anchos).....	59

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADO Y DISCUSIÓN**

4.1	Cuadros de ley mínima .....	65
4.2	Modelamiento geológico .....	66
4.3	Cálculo de reserva .....	68
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		69
BIBLIOGRAFÍA.....		73

## LISTA DE TABLAS

Cuadro N° 1. Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X .....	47
Cuadro N° 2. Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X.....	48
Cuadro N° 3. Cuadro de Paragénesis.....	53
Cuadro N° 4. Composición química (%) de los minerales identificados en la Muestra 4 250-Isguiz-Clavo 3 Tajo 950 .....	57
Cuadro N° 5. Sondaje ISG 13-27.....	64
Cuadro N° 6. Sondaje MLL 14-03.....	65
Cuadro N° 7. Sondaje MLL 14-08.....	66
Cuadro N° 8. Sondaje MLL 14-18.....	66
Cuadro N° 9. Sondaje MLL 14-40.....	67
Cuadro N° 10. Ley Mínima.....	68
Cuadro N° 11 Promedio de Densidad.....	69
Cuadro N° 12 Recursos Encontrados.....	70

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura N° 1.</b> Localización Geográfica.....	7
<b>FIGURA N° 2.</b> Vegetación de rocas y pedregales.....	9
<b>FIGURA N° 3.</b> Pajonal alto andino. ....	10
<b>Figura N° 4.</b> Matorral altoandino .....	11
<b>Figura N° 5.</b> Matorral ribereño.....	12

<b>Figura N° 6.</b> Modelo genérico de un depósito Metasomático de Contacto. Las (y) son depósitos minerales de tipo mantos y/o vetas producto del metasomatismo de contacto entre flujos hidrotermales tonalíticos – granodioríticos en contacto con las rocas preexistentes. (Fuente modelos Geológicos Internet). .....	13
<b>Figura N° 7.</b> Vista del Skarn distal, se observa la textura de los .....	30
<b>Figura N° 8.</b> Vista de la Formación Carhuaz hacia el NW de la.....	31
<b>Figura N° 9.</b> Vista de la muestra de mano de la arenisca cuarzo.....	32
<b>Figura N° 10.</b> Vista de la muestra de mano de la caliza.....	33
<b>Figura N° 11.</b> Vista del afloramiento de los volcánicos del Calipuy.....	34
<b>Figura N° 12.</b> Plano Geológico del área de trabajo.....	35
<b>Figura N° 13.</b> Sección transversal y demás zonas de estudio. ....	36
<b>Figura N° 14.</b> Muestra de mano de la Veta Isguiz.....	38
<b>Figura N° 15.</b> Vista Superficial de contacto Veta Isguiz en Superficie ...	39
<b>Figura N° 16.</b> Cristal de esfalerita (ef) con inclusiones de calcopirita I e inclusiones de pirrotita (po II) formando textura de segregación y finas laminas siguiendo direcciones cristalográficas, la esfalerita reemplaza a pirita (py).y pirrotita I (pol) la que es reemplazada también por la galena (gn); y ganga (GGs). L.R.= Luz Reflejada Aumento 4x. .	54

**Figura N° 17.** Cristales de pirita (py) asociados a marcasita (mc) reemplazados por la pirrotita I (po I) y esfalerita (ef) en sus bordes, ellos rellenan intersticios de la ganga (GGs). L.R.= Luz Reflejada Aumento 20x..... 55

## RESUMEN

Mediante esta investigación se desea calcular las reservas para prolongar la vida útil de la mina y definir controles estructurales más relevantes.

Ya que a la fecha faltan recursos minerales para incrementar las reservas de la mina, la información de esta investigación es conocer si la veta Isguiz, en profundidad, muestra un mejor desarrollo; si es un cuerpo definido o irregular, para concentrar nuestra investigación en posibles clavos de efecto rosario, que se da por controles estructurales y así tener la idea clara del yacimiento.

El contexto geológico del área comprende mayormente rocas sedimentarias carbonatadas y clásticas; estas secuencias se encuentran intensamente plegadas y fracturadas, dentro de un corredor estructural conocido como el Sistema Mallay, que ha favorecido la presencia de trampas estructurales, que provocaron la metalización y reapertura de fracturas formando los llamados “**clavos mineralizados**”.

## **INTRODUCCIÓN**

Desde abril 2,012, a abril del 2,015, se explotó 462,911 toneladas con 8,4 Oz (Ag), 0,45 g/t Au, 5,34 % Pb y 7,14 % Zn. Se produjo 3'800,000 M Oz (Ag) y 209,060 Oz (Au), quedando sólo 110,852 toneladas. Tomando como iniciativa incrementar las reservas debido a las pocas reservas obtenidas en los periodos de exploración anteriores.

El presente estudio permite explorar, mediante sondajes diamantinos debajo del clavo 3 de la zona sur de la veta Isguiz, donde se tiene evidencias de continuidad de mineral, así mismo, hacer un zoneamiento mineralógico de plata, plomo y zinc.

Donde nos pueda dar más indicios de blancos de exploración para incrementar las reservas de la unidad.

Se trabajará con la información obtenida de años anteriores, que nos permitan interpretar de acuerdo a su traza, mineralogía y alteración. Para así tener un mayor grado de certeza hacia dónde tenemos que explorar la continuidad de la veta Isguiz.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1 Objetivos de la investigación**

#### **1.1.1 Objetivo General**

Calcular las reservas para prolongar la vida útil de la mina y determinar el zoneamiento de la mineralización.

#### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Definir los controles estructurales como mineralógicos de la zona Sur de Isguiz.
- Realizar sondajes profundos en los niveles 3,900 y 3,800 para incrementar las reservas.
- Analizar la dirección del flujo del mineral.
- Explorar si hay continuidad, en profundidad de la veta Isguiz.
- Definir el plunge de la veta Isguiz.

### **1.2 Planteamiento del estudio**

La Compañía de Minas Buenaventura se dedica a la exploración y explotación de minerales bases, como son los Polimetálicos. De acuerdo a esto, en el 2,004 la Cía. de Minas Buenaventura comenzó

las exploraciones, reconociendo el Skarn distal y vetas de otros sistemas al Norte del pueblo de Mallay, dando como resultado de esta investigación, entre otras, buenos valores para generar recursos minerales. Se denominó en marzo del 2,012, como la Unidad Minera Mallay, que pertenece a un ambiente Mesotermal de Ag, Pb y Zn.

En un inicio se dio comienzo al tratamiento del mineral con 400 t/día, de un total de 1'200,000 t de mineral cubicado al 2,012. A la fecha, sólo se cuenta con 225,997 t de mineral probado, que fuerza a efectuar una agresiva exploración para aumentar el recurso y así transformarlos en reserva, disponiendo a efectuar Sondajes profundos a las cotas 3,900 y 3,800 m.s.n.m., de los cuales, algunos ya se han realizado, no teniendo muchos resultados positivos. Por tal motivo, se consideró retomar la exploración con la interpretación del Zoneamiento y el movimiento gravitacional de las estructuras para la zona Sur de Isguiz.

### **1.3 Fundamento y justificación de la investigación**

De acuerdo a la diversidad de yacimiento polimetálicos presentes en la zona andina de Lima, Buenaventura siempre amplía sus áreas de exploración, ya que tuvo un buen resultado con la mina Uchuchacua, toma la decisión de buscar áreas de interés económico, efectuando

cateos primeramente en las áreas de interés, y continuar con la Prospección geológica, encontrando así el Yacimiento de Mallay, producto de un intenso trabajo de exploración, que posteriormente, por su importancia, fue considerada como la Unidad Minera Mallay. La justificación es realizar un estudio que nos ayude a definir controles estructurales y mineralógicos, para generar blancos de exploración en profundidad, de tal manera que la información que se obtenga pueda servir para formular, desarrollar o apoyar una teoría, que permita comprobar el emplazamiento mineralógico que se dio en profundidad, en el yacimiento de Mallay, veta Isguiz Zona Sur.

#### **1.4 Variables de estudio**

##### **1.4.1 Variable Independiente**

La reserva de mineral en la Zona Sur de Isguiz del Distrito Minero de Mallay.

##### **1.4.2 Indicador**

Los trabajos realizados se han desarrollado en base al mapeo geológico de los diferentes niveles y a la recolección de muestras para ser analizadas por los laboratorios de la empresa y determinar la dirección de los flujos mineralizantes.

### **1.4.3 Variable dependiente**

Definir temperatura y asociación de minerales que permitirán conocer y ampliar las áreas de exploración, así como, dar mayor vida útil a la Mina.

#### **Indicador**

De acuerdo a toda la información obtenida, se interpretará los datos del interior de la mina, como de sondaje de perforación. Correlacionando e interpretándolos mediante secciones transversales y longitudinales.

### **1.5 La hipótesis de la Investigación**

La información de esta investigación es conocer si la veta Isguiz en profundidad, muestra un mejor desarrollo, si es un cuerpo definido o irregular, para concentrar nuestra investigación en posibles clavos de efecto rosario, que se da por controles estructurales y así tener la idea clara del yacimiento.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Ubicación**

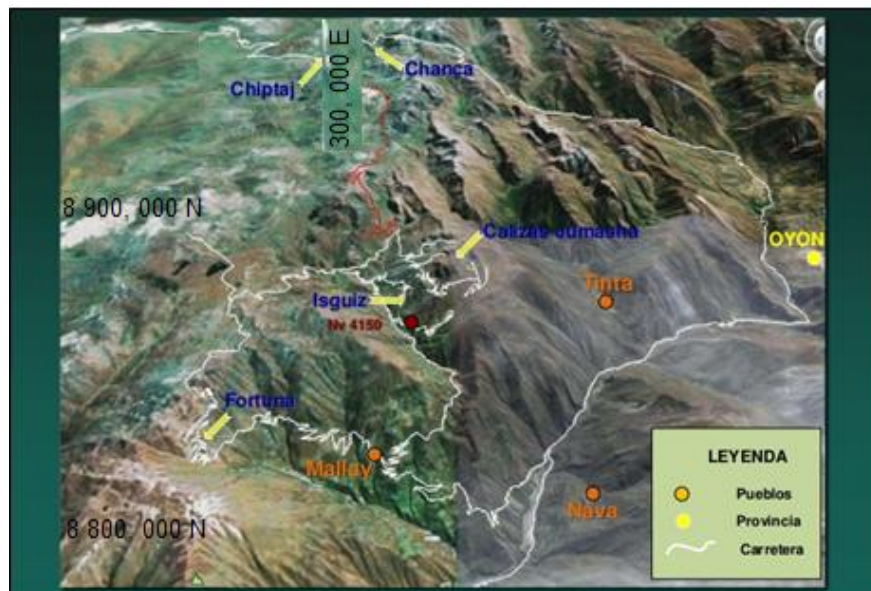
La Unidad Mallay se ubica en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, en la cuenca del río Huaura, en el distrito y provincia de Oyón, Región de Lima, a 4 Km en línea recta al norte del poblado de Mallay y a 16 km en línea recta al sureste de la mina Uchucchacua, a una altitud entre 4,000 a 4,931 msnm y en las coordenadas centrales UTM 8 819 313 N – 296 313 E. Se muestra en la figura 1.

#### **2.2 Accesibilidad**

El acceso principal al área del proyecto es a través de la ruta Lima – desvío Santa Rosa – Sayán – Churín – Mallay o Lima – Huacho – Sayán – Churín – Mallay. En el primer caso se hace un recorrido total de 211 km, mientras que en el segundo caso se hace un recorrido de 278 km. El tramo Lima – desvío Santa Rosa – Huacho corresponde a la carretera Panamericana Norte, totalmente asfaltada; el tramo Huacho – Sayán, también es asfaltado.

### 2.3 Geografía

Geográficamente, la zona de estudio está situada en la parte central del territorio nacional, comprende la Región de Lima, centro poblado menor de Mallay. Topográficamente, el área presenta una zona bien diferenciada, representada por la Cordillera Occidental al Oeste, donde fluye el río Mayopunco, la superficie presenta cumbres agrestes de nieves perpetuas con altitudes mayores a los 4,500 m.s.n.m., superficialmente se observa pendientes sub verticales con evidencia de una antigua glaciación, erosionadas durante la formación de la superficie Puna.



**Figura N° 1.** Localización Geográfica.

Fuente: Elaboración Propia.

Las formaciones de vegetación, por lo general, incluyen varios ecosistemas, que se diferencian por diversos biotipos y hábitats donde se desarrollan (tupayachi).

A continuación, se describe las cuatro formaciones de vegetación que han sido registradas en el área de estudio. (Fuente: Compañía de Minas Buenaventura, área: Estudio de Medio Ambiente).

### **2.3.1 Vegetación de Rocas y Pedregales**

Este tipo de formación vegetal se reporta para las zonas altas de los Andes, en laderas de cerros y montes de subcuencas, sobre sustratos rocosos-pedregosos, los cuales se calientan por acción de los rayos solares, favoreciendo el desarrollo de comunidades que generan hábitats particulares, debido a que se almacena calor, humedad y suelo de manera equilibrada. En esta formación de vegetación se presentan cinco (05) biotipos: hierbas, arbustos, helechos, líquenes y musgos.



**FIGURA N° 2.** Vegetación de rocas y pedregales.

Fuente: Elaboración Propia.

### **2.3.2 Pajonal Altoandino**

Este tipo de formación de vegetación, se caracteriza por ubicarse en las zonas altas en presencia de suelos jóvenes. Ocupa grandes extensiones (pampas, fondos de valles y laderas), en donde se acentúan gramíneas altas y perennes las cuales crecen en manojos o macollas de hojas duras y punzantes, denominadas en conjunto como “ichu”.



**FIGURA N° 3.** Pajonal alto andino.

Fuente: Elaboración Propia.

### **2.3.3 Matorral Altoandino**

La formación de vegetación denominada Matorral Altoandino, predomina en zonas con precipitaciones inferiores a los 200 milímetros, irregularmente repartidas y con importantes variaciones intra anuales; es decir, las especies de flora presentes en este tipo de formación vegetal presentan adaptaciones fisiológicas para soportar la falta de agua.



**Figura N° 4.** Matorral altoandino.

Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.3.4 Matorral Ribereño**

Formación de vegetación que se ubica en las márgenes de ríos y arroyos de todo el país. Se desarrolla dependiendo de las necesidades hídricas de cada especie y sus necesidades edáficas (suelo) y lumínicas. En términos generales, el matorral ribereño se dispone en tres (03) franjas paralelas al curso de agua.



**Figura N° 5.** Matorral ribereño.

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.4 Topografía**

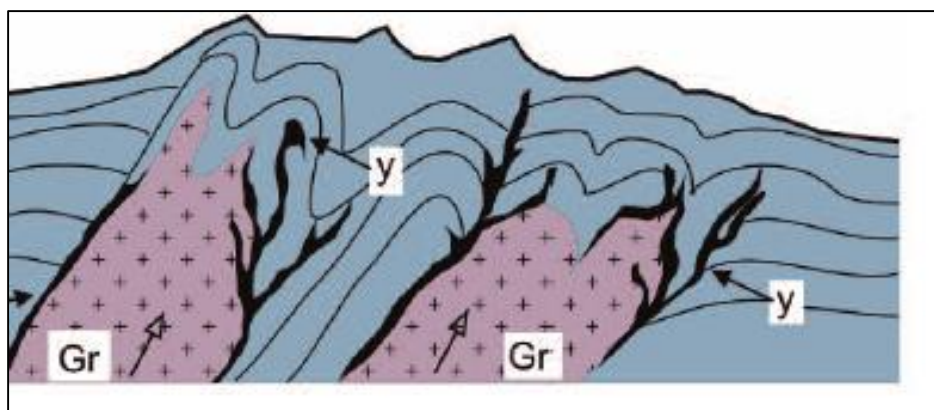
El área de estudio se encuentra en la zona denunciada de TRES CERROS II Y CHANCA 13, (Mostrando los denuncios en la lámina 2), con una altitud máxima de 4,500 y 4,090 m.s.n.m. como base del estudio realizado.

## **2.5 Metasomatismo de Contacto (Skarn distal)**

Son procesos geológicos que corresponde la sustracción o adición de componentes químicos a una roca, provocada principalmente por

intrusiones ácidas e intermedias, caracterizados por magmas que contienen más agua que los magmas básicos y por ello desarrollan fases gaseosas muy reactivas, que pueden enriquecerse de metales base y mediante fases hidrotermales mineralizar las rocas preexistentes.

Se forman principalmente cuando las rocas calcáreas entran en contacto con un gran stock intrusivo principalmente de composición tonalita-granodiorita y apófisis de diques y sills, que cortan la secuencia sedimentaria, que tienen composición carbonatada, formando los depósitos de Skarn Distal.



**Figura N° 6.** Modelo genérico de un depósito Metasomático de Contacto. Las (y) son depósitos minerales de tipo mantos y/o vetas producto del metasomatismo de contacto entre flujos hidrotermales tonalíticos – granodioríticos en contacto con las rocas preexistentes. (Fuente modelos Geológicos Internet).

Fuente: Elaboración Propia.

### 2.5.1 Alteración

Los yacimientos tipo Skarn distal, se caracterizan por presentar una mineralogía compleja, con minerales de metales base y ganga de calcosilicatos complejos, producto de la fusión de carbonatos y silicatos proporcionados por las rocas carbonatadas e intrusivas.

Estos depósitos presentan un zoneamiento de la alteración compuesto mineralógicamente por: Granates y Hornfels, gradando a una silicificación en las rocas cajas, por introducción de clorita (cloritización), presencia de pirita, magnetita, con un zoneamiento de la alteración principalmente compuesto por:

- Cloritización
- Propilítica (Clorita + Magnetita + Pirita +/- Epidota + Calcita)
- Potásica (Biotita + Feldespato potásico + Clorita + Cuarzo)

Se pudo interpretar una alteración retrógrada en la zona de trabajo, al interpretar que es en esta etapa donde se forman nuevos minerales hidratados, de temperatura más baja, a partir de los minerales anhidros formados previamente. Incluyen: epidota, actinolita, clorita y otras fases minerales hidratadas, típicamente con control estructural y sobreimpuestos a la secuencia de progrado (fallas, contactos).

### **2.5.2 Mineralogía**

La mineralogía está conformada por minerales como: galena, blenda, calcopirita, bornita, enargita, tetraedrita, freibergita, pirita, arsenopirita, pirrotita en profundidad, cuarzo, calcita y minerales calcosilicatados como granates, actinolita, entre otros.

### **2.5.3 Zoneamiento**

Es la distribución espacial de los minerales o elementos en el espacio, manifestado a nivel de:

- Depósito individual (zonación de depósito mineral)
- En un distrito minero (zonación distrital)
- En una región más grande (zonación regional).

Las zonaciones mineralógicas reflejan las distintas condiciones físico-químicas existentes en distintos sectores de un sistema hidrotermal, pero puede darse el caso de traslapes de zonas con asociaciones minerales que reflejan, por ejemplo, distintas condiciones de presión y temperatura.

## **2.5.5 Reservas**

### **2.5.5.1 Reservas minerales**

Es la parte de un yacimiento mineral, cuya explotación es posible o razonablemente justificable desde el punto de vista económico y legal al momento de su determinación. El término “económicamente minable”, implica que la extracción de las Reservas Minerales ha sido demostrada ser viable, bajo razonables asunciones de inversión.

Por lo general, se expresa en términos de Mineral cuando se trata de mineral metálico.

Normalmente, para la estimación de Reservas Minerales, es necesario determinar una Ley Mínima Explotable (Cut Off), cuyo cálculo está directamente relacionado al Costo de Operación, beneficio, y Financiero, y al precio actualizado de venta de los productos beneficiados.

Acorde con lo mencionado, en Buenaventura se considera como Reservas Minerales a aquellos que tienen certeza de Probado y Probable, tengan Valor de Mena y Marginal, y sean Accesibles y Eventualmente Accesibles.

### **2.5.5.2 Clases de reservas minerales según la certeza**

De acuerdo a la Certeza las Reservas se clasifican como sigue:

#### **2.5.5.2.1 Reserva Mineral Probado (Comprobado-A la vista-Positivo)**

Es aquella Reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas, pueden ser estimados con un Alto Nivel de Confianza. Su estimación se basa en una detallada y confiable información de exploración, muestreo y exámenes obtenidos mediante técnicas apropiadas, en lugares como afloramientos, trincheras, tajos, labores subterráneas y sondajes.

En caso de estructuras tabulares y cuerpos mineralizados elongados, cuando el yacimiento ha sido desarrollado mediante labores subterráneas, para la Estimación de Reservas, se separa en Bloques de Mineral. Puede haber bloques de uno (incluye afloramiento) o más caras muestreadas, lo cual depende de la cantidad de labores con que se dimensiona cada bloque.

En depósitos diseminados, la estimación de Reservas Probadas y Probables, está basada principalmente en los resultados de los sondajes suficiente y sistemáticamente espaciados. Comúnmente, la

delimitación de bloques y estimación de Reservas Minerales se hacen usando la geostatística.

El Coeficiente de Certeza para el Mineral Probado es del 100 %.

#### **2.5.5.2.2 Reserva Mineral Probable**

Es aquella Reserva cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas, pueden ser estimados con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en informaciones de exploración, muestreos y exámenes obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, rajos, labores subterráneas y sondajes. El grado de confianza y de certeza es lo suficientemente alto para asumir la continuidad, pero el riesgo de discontinuidad, es mayor que el del Mineral Probado.

Generalmente, (no necesariamente), se delinea en la continuación del Mineral Probado, con una altura igual o menor que este mineral probado.

## **2.6 Geología regional, Unidades estratificadas**

### **2.6.1 Diseño Paleotectónico**

Se puede decir que la deposición es continua, elongada y paralela a la cuenca andina y, por tanto, los controles estructurales que la delimitan siguen también la dirección andina. Similar con los estratos paleozoicos, sus afloramientos están dispersos, por lo que no es posible decir qué controles tuvo la sedimentación. Sin embargo, estas varias formaciones fueron afectadas por una serie de episodios orogénicos, que han ocurrido en el Precambriano tardío o Cambriano, Devoniano medio y en el Permiano medio.

### **2.6.2 Grupo Goyllarisquizga**

#### **2.6.2.1 Formación Chimu**

Designada como Formación Chimú por BENAVIDES, V. (1,956), en la localidad típica de Baños, Región de la Libertad, aunque inicialmente fue descrita por STAPPENBECK, R. (1,929), denominada como “cuarcitas del Wealdiano”.

Constituida por areniscas cuarcíticas a ortocuarcitas, de grano medio a grueso, compactadas en bancos medianos, bastante resistentes a la erosión, se presentan como crestas conspicuas y abruptas; en

partes se observa estratificación cruzada, a veces, muy fracturada. Esporádicamente, se presentan intercalaciones de lutitas grises con lutitas bituminosas, con horizontes de carbón antracítico de 1 a 5 m. de potencia.

#### **2.6.2.2 Edad y Correlación**

No se ha encontrado evidencia paleontológica, sin embargo, por su posición estratigráfica se le asigna al Valanginiano inferior a medio.

Se correlaciona con la formación homónima que aflora a lo largo de la Cordillera Occidental de la región norte andina, así como la parte inferior del Grupo Goyllarisquizga indiviso. En forma más amplia, la podemos correlacionar en la región Sur, con los miembros superiores del Grupo Yura del área de Arequipa.

#### **2.6.2.3 Formación Santa**

Constituida por afloramientos calcáreos con intercalaciones de lutitas y margas. Fueron descritos por BENAVIDES, V. (1,956) en el río Santa (Callejón de Huaylas), Región de Ancash.

Consiste de calizas gris azulinas a oscuras, finamente estratificadas, con ciertos horizontes de caliza arcillosa y margas; ocasionalmente se

presentan nódulos de chert con fragmentos de conchas. El espesor de esta formación, se estima en menos de 40 m.

#### **2.6.2.4 Edad y Correlación**

No se ha encontrado fósiles, pero BENAVIDES, V. (1,956) reportó el hallazgo de *Dobrodgeiceras broggianum*, anteriormente denominado de *Valangites broggi*, *Buchotrignia gerthii*, *Paraglauconia studeri*, *Pstrombiformis*, etc., que se considera la prolongación del eje septentrional.

#### **2.6.2.5 Formación Carhuaz**

Con este nombre, BENAVIDES, V. (1,956), designó a una secuencia netamente pelítica, que aflora en los alrededores de Carhuaz, Región de Ancash.

Se encuentra limitada al tope por las areniscas Farrat y a la base por las calizas Santa. Su potencia se estima inferior a 110 m., incrementándose hacia el lado occidental de la cuenca cretácea.

#### **2.6.2.6 Edad y Correlación**

No se reporta evidencia paleontológica, sin embargo, BENAVIDES, V. (1,956), en el afloramiento típico encontró *Dobrodgeiceras broggiänum* del Valanginiano superior.

En base a fósiles encontrados en otras zonas y por su posición litoestratigráfica, se le asigna al Valanginiano superior-Aptiano.

#### **2.6.2.7 Formación Farrat**

Fue descrita por STAPPENBECK, R. (1,929), en la Hacienda Farrat, Región de Cajamarca constituida por areniscas, cuarcitas y lutitas. Esta unidad se expone entre el Nevado Alcay y Cordillera La Viuda (hoja de Ondores); algunas veces, cubierta por depósitos superficiales lacustrinos.

Presenta areniscas cuarcíticas blanquecinas, en capas medianas a gruesas. Esporádicamente, capas delgadas de lutitas gris oscuras a gruesas, suprayace concordantemente a la Formación Carhuaz e infrayace, de la misma manera, a las calizas de la Formación Pariahuanca.

#### **2.6.2.8 Edad y Correlación**

Por su posición estratigráfica se le asigna al Aptiano superior. Se correlaciona con los afloramientos de la Formación Farrat que han sido mapeados en la región norte andina, así como con la parte inferior del Grupo Goyllarisquizga del sector oriental (zona de plataforma del Cretáceo).

#### **2.6.2.9 Formación Pariahuanca**

BENAVIDES, V. (1,956), describe a esta unidad en el pueblo de Pariahuanca, región de Ancash, conformada por calizas masivas en capas gruesas.

#### **2.6.2.10 Edad y Correlación**

No se ha reportado fósiles, sin embargo, en la localidad típica BENAVIDES, V. (1,956), encontró el género Parahoplites, que indica una edad correspondiente al Aptiano-Albiano inferior.

#### **2.6.2.11 Formación Chulec**

Inicialmente, reportada por Mc LAUGHLIN, D. (1,925), en la región central, como miembro inferior de las calizas Machay; posteriormente, BENAVIDES, V. (1,956), la elevó a categoría de formación.

Litológicamente, está constituida por calizas grises en capas medianas a delgadas, con intercalaciones de calizas margosas y margas de color pardo grisáceo.

#### **2.6.2.12 Edad y Correlación**

La Formación Chúlec es una de las unidades más fosilíferas del Cretáceo, sin embargo, en la zona no se ha encontrado fósiles, pero en base a su posición estratigráfica y reportes paleontológicos en otras zonas, se considera como del Albiano inferior a medio. Se le correlaciona en parte, con la Formación Crisnejas del Norte del Perú (WILSON, J., 1,963).

#### **2.6.2.13 Formación Pariatambo**

Esta formación fue inicialmente descrita por Mc LAUGHLIN, D. (1,925), como miembro superior de la Formación Machay BENAVIDES, V. (1,956), la elevó a la categoría de formación. Su nombre proviene del paraje de Pariatambo (La Oroya), en el departamento de Junín.

Esta unidad es similar a la descrita en la cuenca del Cretáceo, es decir, calizas y margas bituminosas de color negro con intercalaciones de calizas oscuras tabulares que se rompen a manera de lajas.

#### **2.6.2.14 Edad y Correlación**

Esta unidad presenta abundantes fósiles, principalmente Amonites (BENAVIDES, V., 1,956), sin embargo, en el área de estudio no se ha reportado ningún fósil. En base a la posición estratigráfica y reporte de fósiles en otros lugares se le ubica en el Albiano medio a tardío, presenta amplia distribución en la región andina central y septentrional.

#### **2.6.2.15 Formación Jumasha**

Descrita inicialmente por Mc LAUGHLIN, D. (1,925), en el caserío de Jumasha, y en la laguna Punrún (hoja de Oyón). Esta formación consiste de calizas gris a gris parduzcas masivas, en bancos medios a gruesos, muy resistentes a la erosión. Morfológicamente, presenta picos agrestes, escarpados y conspicuos.

Esta unidad se caracteriza por estar plegada, presentando perfectos anticlinales y sinclinales con ejes de dirección andina.

#### **2.6.2.16 Edad y Correlación**

En el área de estudio no se ha reportado fósiles, pero por su posición concordante sobre la Formación Pariatambo y debajo de la Formación Celendín, se le asigna una edad de Albiano superior-Turoniano.

#### **2.6.2.17 Volcánicos Calipuy**

El Grupo Volcánico Calipuy descansa en discordancia sobre la Formación Casapalca; fue depositado después del período de plegamiento, erosión y levantamiento que afectaron a la Formación Casapalca y que culminaron con una amplia superficie de erosión.

#### **2.6.2.18 Edad y Correlación**

Hay ocasionales depósitos sedimentarios dentro del Grupo Calipuy, los cuales fueron depositados en lagunas de agua fresca. Estos depósitos son usualmente, lutitas, areniscas y calizas, aún no se ha encontrado fósiles; en todo caso, se piensa que puede haber evidencia paleontológica.

#### **2.6.3 Cuaternario**

Constituye todos los depósitos de cobertura, generalmente no consolidados y que tienen distribución irregular en el área de estudio. Estos materiales se han acumulado como resultado de procesos glaciares, aluviales, fluviales de fenómenos de geodinámica externa. Se ha diferenciado los siguientes depósitos:

### **2.6.3.1 Depósitos Aluviales Pleistocénicos**

En la localidad de Ambo, margen derecha del río Huallaga, se observan terrazas con acumulación de varias decenas de metros constituidas por guijarros incluidos en matriz areno-limosa, clastos subangulosos a subredondeados semiconsolidados, a veces cortadas por barrancos con flancos verticales y frentes escarpados.

### **2.6.3.2 Depósitos Fluvioglaciares**

Es el material acarreado por medio fluvial (agua) y glaciar (hielo) que se deposita a manera de llanuras con característica de erosión fluvial producto del deshielo y que guarda relación con el proceso erosivo activado por el levantamiento andino y las diferentes etapas de glaciación.

Están constituidos por gravas, arenas, limos algo consolidados con cierta estratificación, clastos subredondeados a subangulosos y los fragmentos, son de composición variable dependiendo del lugar de procedencia.

### **2.6.3.3 Depósitos Coluviales**

Son aquellos depósitos que se encuentran al pie de las escarpas, laderas prominentes como material de escombros constituidos por

bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos y matriz areno-limosa que no han sufrido transporte. Se presentan con cierta irregularidad en la hoja de Ambo.

#### **2.6.3.4 Depósitos Aluviales**

Se ubican en las partes bajas del área de estudio, generalmente por debajo de los 4,100 m.s.n.m. Presenta capas de grava gruesa y fina con cierta clasificación y elementos redondeados a subredondeados, asociados en capas de arena, limo y en proporciones variables.

#### **2.6.4 Rocas Intrusivas**

Los intrusivos que afloran en el área de estudio corresponden a cuerpos emplazados en forma de rocas plutónicas e hipabisales localizados en diferentes épocas.

El macizo plutónico está caracterizado por el batolito de Huánuco de composición tonalítica/granodiorítica a diorítica, de edad probable Cretáceo - Terciario; y el macizo de San Rafael compuesto por granito a monzogranito de edad tentativa Paleozoico superior; estos cuerpos afloran principalmente en la hoja de Ambo.

**Lamina 3:** Columna Estratigráfica de las formaciones en la Mina Mallay.

## **2.7 Geología del yacimiento minero mallay**

La geología de la Unidad Mallay, en el sector de Isguiz, afloran las formaciones Carhuaz, Farrat, suprayaciendo se encuentra la formación Pariahuanca, pero en sí, su comportamiento mineralógico está emplazado en el contacto entre las areniscas de la Formación Farrat y las calizas de la Formación Pariahuanca.

En el contacto las areniscas en superficie, son cuarzosas de una coloración marrón clara, intercalan delgados niveles de lutitas grises, que en ocasiones presentan insipiente diseminación de pirita diseminada, para luego pasar a las calizas gris oscuras que presentan fuerte fracturamiento y oxidación de la roca encajonante.

En la toma de datos geológicos se consideró los afloramientos, bajar sus trazas a los diferentes niveles de la operación, para luego hacer el correspondiente mapeo de nivel a nivel, considerando las leyes a tratar para el estudio de Zoneamiento.

Se puede apreciar en la figura 5 el Skarn distal:



**Figura N° 7.** Vista del Skarn distal, se observa la textura de los Granates, con sulfuros diseminados y en parches.

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.8 Unidades estratigráficas**

### **2.8.1 Formación Carhuaz**

Las rocas sedimentarias de esta formación se encuentran en el núcleo del anticlinal de Isguiz, se caracterizan por presentar una coloración marrón clara con intenso fracturamiento de rumbo E-W.

Conformada por secuencia de areniscas, limo arcillas y lutitas marrones a grises de grano fino con estratificación cruzada; las limo

arcillas adquieren una coloración marrón por los procesos de meteorización, y las lutitas se hallan finamente estratificadas.



**Figura N° 8.** Vista de la Formación Carhuaz hacia el NW de la carretera Mallay.

Fuente: Elaboración Propia.

### **2.8.2 Formación Farrat**

Esta Formación litológicamente consiste de areniscas blancas, sólidas y cuarcitas de coloración claro a rosáceo en capas medianas a gruesas, con estratificación cruzada, presenta moderado fracturamiento.

Estas rocas, son favorables para la depositación del mineral ya que, aprovechando sus características de alta porosidad y permeabilidad, permiten la posibilidad de que se queden los fluidos mineralizados, haciendo de esta un buen metalotécto en la Unidad Minera Mallay.



**Figura N° 9.-** Vista de la muestra de mano de la arenisca cuarzo.

Fuente: Elaboración Propia

### **2.8.3 Formación Pariahuanca**

Esta Formación consiste de calizas macizas en capas gruesas con cierto color gris azulado en estratos de 1 a 2 m de grosor, con tendencia algo lajosa.

En superficie presenta una fuerte oxidación con presencia de hematita y limonita producto de la meteorización.



**Figura N° 10.** Vista de la muestra de mano de la caliza.

Fuente: Propia.

#### **2.8.4 Volcánicos Calipuy**

La secuencia es extremadamente variada y consiste principalmente de lavas andesíticas púrpuras, piroclásticos gruesos, tufos finamente estratificados, basaltos, riolitas y dacitas, todos los cuales presentan variaciones laterales bastante bruscas. La edad del grupo Calipuy fue asignada por posición estratigráfica y dataciones, y se le considera como una actividad volcánica desarrollada durante el Eoceno al Mioceno. En superficie se presenta fuertemente meteorizado e

intemperizado producto del clima en la zona de estudio, como se muestra en la foto 9.



**Figura N° 11.** Vista del afloramiento de los volcánicos del Calipuy.

Fuente: Elaboración Propia.

#### **Lamina 4: Plano Geológico superficial del Yacimiento Minero**

A continuación, una vista Panorámica de la zona de trabajo y trabajos a los alrededores de la Mina Mallay.

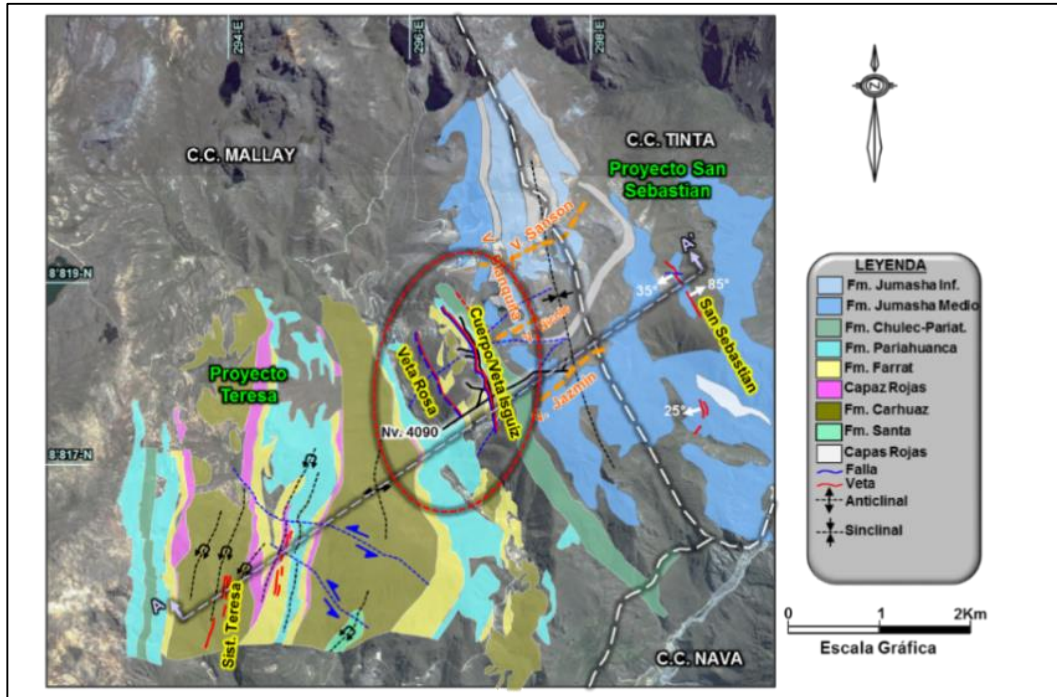
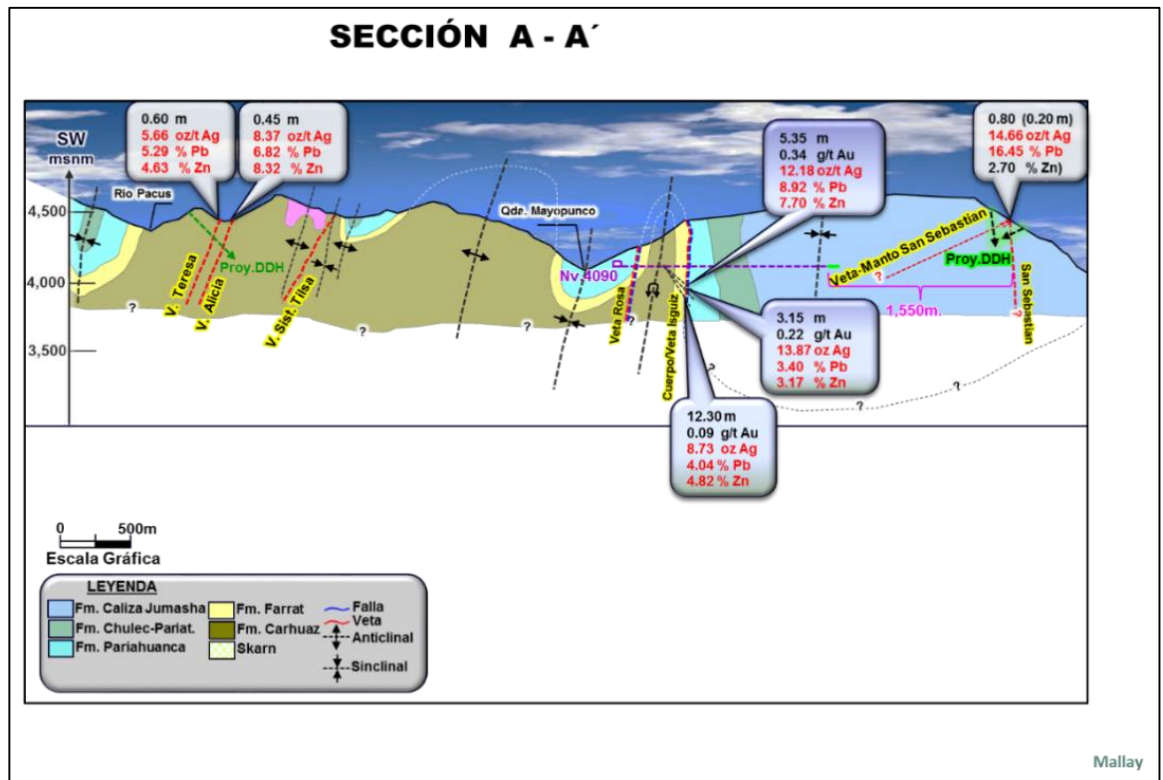


Figura N° 12. Plano Geológico del área de trabajo.

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura N° 13.** Sección transversal y demás zonas de estudio.

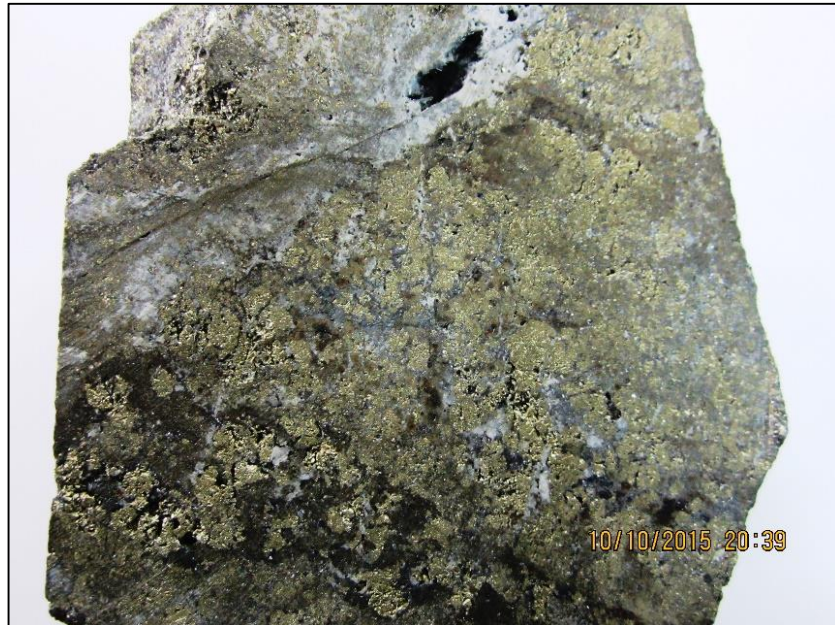
Fuente: Elaboración Propia.

En Mallay se evidencia la deformación de los estratos por el plegamiento producido por esfuerzos compresivos (SE-NW), formando el Anticlinal Isguiz y alcanzando niveles mayores al producirse el fallamiento (principalmente fallas de rumbo inversas), que generaron trampas estructurales donde se emplazó la mineralización (de tipo relleno y reemplazamiento). Destaca la

presencia de un anticlinal cuyo eje tiene rumbo N 45° W y 60 NE de buzamiento, la cual es desplazada por fallamiento dextral normal.

El cuerpo / veta Isguiz aflora a lo largo de 1 km en el flanco E del anticlinal de Isguiz en el contacto-falla entre las areniscas del Farrat y las calizas del Pariahuanca. En la parte S (nivel 4,090), tiene un rumbo de N-S e inflexiona en el sector N a un rumbo N30°W. Tiene un buzamiento promedio de 75° al NE.

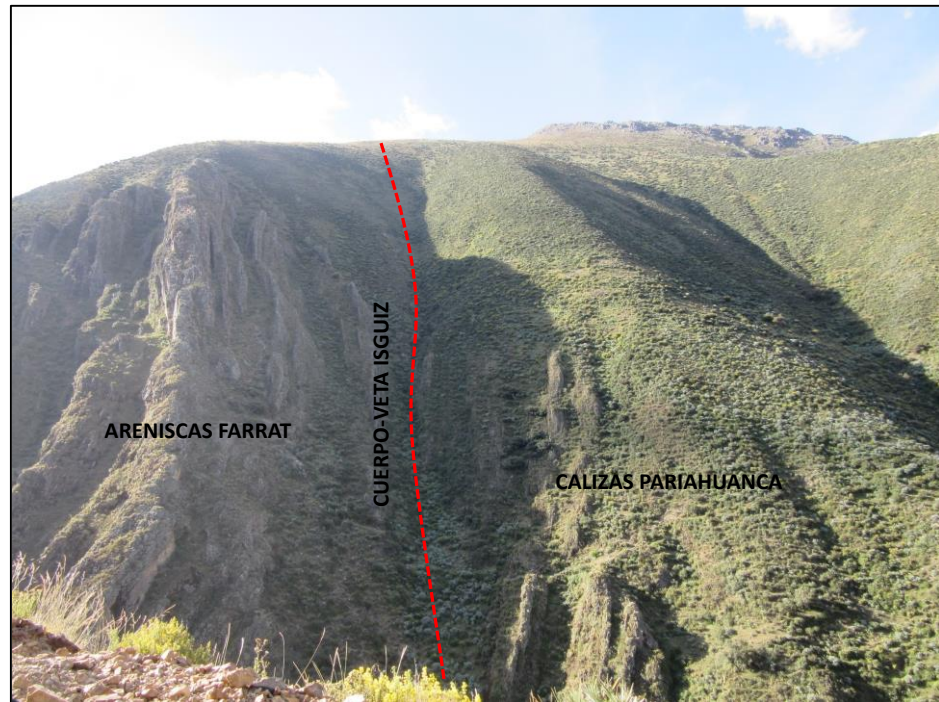
En interior mina se presenta como una estructura de reemplazamiento y relleno. En el sector S, fue reconocido en los clavos 5,3 y 2. En el clavo 2, presenta galena argentífera (3 %) y cristalizada (7 %), esfalerita marmatítica (20 %), en ganga de pirita (45 %), pirrotita (2 %), arsenopirita (3 %), cuarzo (5 %) y roca (15 %).



**Figura N° 14.** Muestra de mano de la Veta Isguiz.

Fuente: Elaboración propia.

En la muestra de mano se puede apreciar un evento de pirita sub-euhedral fina, cerca de la roca caja, seguido por un evento de pirita de textura escarapelada el cual se encuentra siendo reemplazado por esfalerita ferrosa (marmatita). Posterior a estos eventos se tiene un tercer evento de pirita amorfa fina y esfalerita (blenda), cerrando el sistema se aprecia una etapa tardía de cuarzo y galena argentífera.



**Figura N° 15.** Vista Superficial de contacto Veta Isguiz en Superficie.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.9 Geología Estructural

Mallay presenta intenso plegamiento y fracturamiento, teniendo su máxima expresión en el anticlinal asimétrico que se extiende regionalmente con un rumbo N 30° W, el cual es dislocado por fallamiento normal dextral que hace inflexionar al anticlinal y las estructuras de este yacimiento, por ende el control estructural – mineralógico es marcado en la Mina. Estas fallas de longitud (500m) en el área de Isguiz no presenta relleno con mineralización, pero son

paralelas a las estructuras vetiformes que cortan a las estructuras mineralizadas.

Estructuralmente también se puede evidenciar la presencia de estructuras con Rumbo NW, E-W, (mostrándose en la lámina 7), que corresponderían a posibles eventos posteriores a la mineralización de Isguiz, las cuales enriquecen las intersecciones de la veta Isguiz, formando trampas estructurales que permiten la formación de clavos mineralizados de altos valores de Plata-Plomo-Zinc.

## **2.10 Alteración**

La silicificación es dominante en el área, preferentemente en las areniscas y calizas de la formación Pariahuanca, en contacto con calizas y areniscas de la formación Farrat, donde desarrollan metasomatismo de contacto, con presencia de calcocilicatos y zonas de granatización con presencia de grosularia y andratita. Así también se tienen zonas donde solo se observa trazas de pirita diseminada. La zona de contacto también presenta esta alteración, donde es visible también procesos de sericitización, teniéndose una asociación cuarzo-sericita. Los procesos de oxidación afectaron a las diferentes estructuras encontradas en superficie, observando la presencia de limonita, y jarosita; el nivel de oxidación es muy variable.

Se ha observado en niveles de cateos primarios zonas casi totalmente oxidadas, considerando aquí una profundidad de aproximadamente 60 m, en otras zonas, la zona de oxidación se reduce a 15 m de espesor.

- **Veta Isguiz** La mineralización se encuentra emplazada en el contacto entre las areniscas del Farrat y las calizas grises del Pariahuanca.

Esta veta está caracterizada por la mineralización de esfalerita (marmatita), galena, calcopirita, trazas de Cobre grises (tetraedrita, freibergita) y como ganga tiene abundante pirita, menor arsenopirita y pirrotita en las zonas bajas, cuarzo y calcita.

## **2.11 Base teórica del zoneamiento**

### **2.11.1 Franjas mineralizadas y zoneamiento**

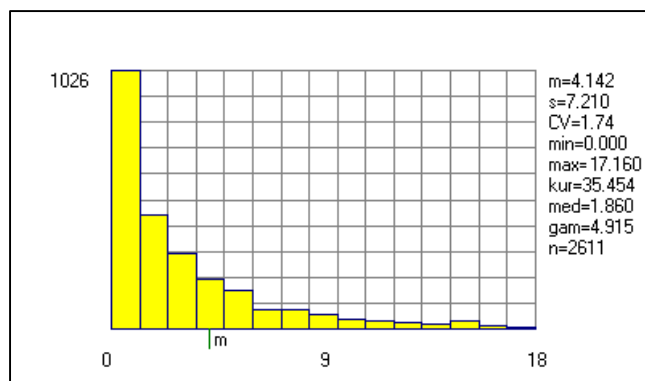
El presente trabajo permite considerar los controles químicos que han surgido en el Yacimiento de Mallay, teniendo una forma de clavos mineralizantes formado por condiciones de presión y temperatura. Sin embargo, se puede apreciar que los múltiples factores físicos, químicos y el flujo de las soluciones hidrotermales de cada mineral

se distribuyen en franjas sinuosas alargadas que tienen una aproximación a estructuras transversales a la Veta Isguiz.

Las franjas de los tres minerales o elementos coinciden en una dirección preferente de SE a NW, comportándose más o menos paralelos una respecto a la otra. Los zoneamientos en los diferentes niveles desde el 4,370 hasta el nivel 4,090, muestran que hay un cierto grado de posibilidad que en superficie haya estado una zona enriquecida de valores de Ag, Pb y Zn que ha sido erosionado producto del Intemperismo de la zona de estudio.

### 2.11.2 Cuadros de histograma por elemento

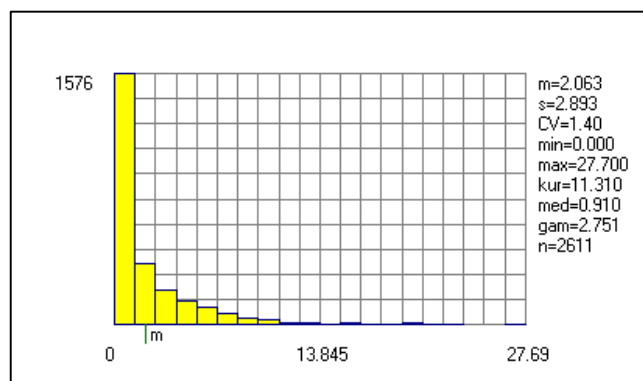
#### a) Histograma de Leyes Ag:



Muestran los valores como rango máximo de 17,16 y como mínimo 0,0 y como media hay considerables valores de 4,14. Los valores de

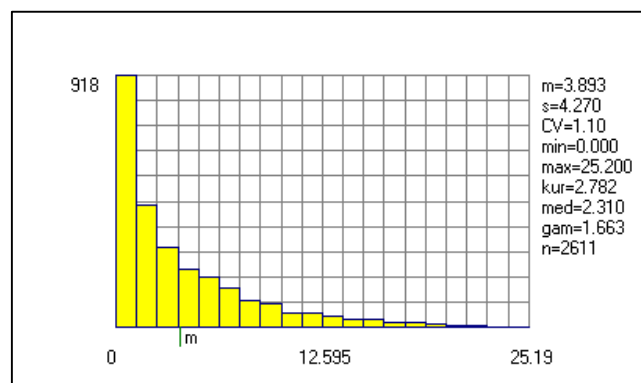
plata están asociados a estructuras transversales de otros rumbos y buzamientos.

### b) Histograma de Leyes Pb:



Muestran los valores como rango máximo de 27,70 y como mínimo 0,0 y como media hay valores de 2,06. Los valores de plomo están asociados a estructuras transversales de otros rumbos y buzamientos.

### c) Histograma de Leyes Zn:



Muestran los valores como rango máximo de 25,20 y como mínimo 0,0 y como media hay valores de 3,89. Los valores de Zinc están asociados a estructuras transversales de otros rumbos y buzamientos.

### **2.11.3 Zoneamiento**

La mineralización se presenta como lentes discontinuos asociados a otras estructuras transversales a la Veta Isguiz.

Según la interpretación de leyes de Zn y Pb, se puede apreciar una concentración de la misma relación en cada lente de mineral.

En particular no aparece ninguna evolución vertical de los cocientes metálicos, los cuerpos minerales presentan distribución zonal teniendo altos valores en el centro y bajos valores a los alrededores. Mostrándose en las láminas 13, 14 y 15.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Plan de trabajo y muestreo**

El proceso del trabajo comienza con la evaluación geológica y muestreos de los valores de la veta a tratar, por los cuales se comienza a analizar cada resultado en diferentes labores y niveles de esta veta para organizar y realizar cálculos estadísticos que ayuden a sacar conclusiones que a largo plazo puedan dar fe de los resultados.

Muestreo: Método sistemático de toma de muestras con el objeto de obtener los mejores resultados para la evaluación de un yacimiento. Los muestreos se ejecutan en el frente de trabajo y en los sondajes.

El presente trabajo se basa en la reinterpretación de datos existentes de valores de plata, plomo, zinc, y su evolución en profundidad para reconocer factores o rasgos que den lugar a otros blancos de exploración en el yacimiento.

##### **3.1.1. Documentación y logística**

Primero se recopilara la información de las muestras y sondajes realizados en los años anteriores y luego se trabajara con la información proveniente de la campaña de Perforación Diamantina,

realizada por la contratista Serperdi, para realizar los Sondajes profundos a las cotas necesarias.

### **3.1.2. Trabajo de campo**

Teniendo en cuenta todas las herramientas de un geólogo se realizara mapeo de interior mina, la recopilación de muestras de la veta Isguiz Sur y Sondajes realizados para su análisis de leyes.

### **3.1.3. Trabajo de gabinete**

De acuerdo a la información obtenida en los trabajos de campo, se procederá a la elaboración de planos, secciones transversales como longitudinales y planos compósitos. A su vez realizar el informe final de la Tesis, teniendo como apoyo al equipo que brinda la compañía de Minas Buenaventura.

## **3.2. Paragenesis de la veta isguiz**

Un fluido mineralizador cambia gradualmente su composición mientras migra desde su fuente a los niveles más superiores de la corteza terrestre, ya que reacciona con las rocas, cambiando su composición química, pH y otras propiedades; migra a sectores de menor presión y pierde calor al entrar en contacto con rocas más frías. El orden cronológico de depositación mineral se conoce como la

secuencia paragenética o paragénesis de un depósito mineral en este caso se han realizado los estudios por Microscopia Electrónica con Estudio Minerográfico (MEEM), Análisis por Difracción de Rayos X (DRX) y Análisis por Fluorescencia de Rayos X (FRX) de una muestra del Tajo 950, correspondiente al clavo 3 de la Veta Isguiz.

La muestra se recibió en forma de roca, encontrándose secas y en cantidades apropiadas para los estudios y análisis a realizar.

Muestra 4,250 Isguiz (Clavo 3) Tajo 950

### 3.2.1.1. Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X

**Tabla N° 1**

*Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X*

Nombre del Mineral	Fórmula General	Resultado Aproximado (%)
Esfalerita	(Zn,Fe)S	45
Pirita	FeS <sub>2</sub>	16
Pirrotita	Fe(1-x)S <sub>x</sub>	11
Galena	PbS	9
Ortoclasa	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	9
Siderita	FeCO <sub>3</sub>	6
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	3

Rexp: 2,17 Rwp: 2,75 GOF: 1,26 Valor de Aproximación = 1  
Fuente: Propia.

### 3.2.1.2. Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X

**Tabla N° 2**

*Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X*

*Estándares Semicuantitativo*

<b>Elemento</b>	<b>%</b>
<b>S</b>	22,170
<b>Fe</b>	22,070
<b>Zn</b>	19,370
<b>Pb</b>	7,693
<b>Si</b>	5,610
<b>Al</b>	2,270
<b>K</b>	1,520
<b>Ca</b>	0,971
<b>Mg</b>	0,664
<b>As</b>	0,487
<b>Mn</b>	0,420
<b>Ti</b>	0,339
<b>P</b>	0,289
<b>Cd</b>	0,212
<b>Cu</b>	0,114
<b>Cr</b>	0,025
<b>Zr</b>	0,016

### 3.2.1.3. Estudio Minerográfico y Fotomicrografías

#### Descripción Microscópica

- a) **La pirita** (12 %), se presenta como cristales euhedrales a anhedrales con tamaños hasta de algunos milímetros de longitud, presenta fracturamiento el cual es rellenada por la ganga, y reemplazamiento en parte por la marcasita, pirrotita I, esfalerita, mineral intermedio y galena. Sus porosidades están rellenas por los mismos minerales que la reemplazan. También contienen numerosas inclusiones de galena, esfalerita y pirrotita.
  
- b) **La arsenopirita** (<1 %), se presenta como cristales de formas euhedrales y subhedrales con tamaños menores de 0,1 mm, están incluidos o reemplazados parcialmente por la galena, y calcopirita II, igualmente se hallan incluidos en pirrotita I.
  
- c) **La pirrotita**, se reconoce dos generaciones de pirrotita, La pirrotita I (28 %) presentan cristales anhedrales con tamaños hasta de algunos milímetros de longitud, presenta fracturamiento rellenos por la galena y gangas, también contienen

inclusiones o reemplazan a marcasita, pirita y altera al mineral intermedio (melnicovita), asimismo la pirrotita I es reemplazada en parte por la esfalerita (en algunos casos quedan relictos y galena, ellas también rellenan sus porosidades. Ocasionalmente hay granos de pirrotita a veces asociadas a esfalerita y pirita diseminadas en la ganga. En parte se ha observado a la pirrotita alterada por la hematita a través de sus fracturas. La pirrotita II (2 %) se presenta como pequeñas inclusiones de formas redondeadas o subredondeadas con tamaños menores de 0,08 mm, igualmente se observa como finas lamelas de segregación, muchas veces orientadas de formas casi paralelas siguiendo direcciones cristalográficas.

- d) La esfalerita (38 %)**, se presenta en cristales anhedrales con tamaños hasta de algunos mm de longitud, presenta textura de segregación con pequeñas inclusiones redondeadas de calcopirita I y pirrotita II además de finas lamelas de exsolución, muchas veces orientadas de formas más o menos paralelas siguiendo planos direcciones cristalográficas. La esfalerita reemplaza por los bordes o rellena porosidades de pirrotita I, pirita y arsenopirita. Asimismo se ha observado un

seudointercrecimiento de esfalerita-galena en bordes de la arsenopirita y pirrotita; la esfalerita está parcialmente reemplazada por la galena. En un sector de la muestra la esfalerita de fina granulometría se halla relleno intersticios de la ganga.

- e) **La calcopirita**, se **presenta** dos generaciones de calcopirita: La calcopirita I (traza), se encuentra escasamente como pequeñas inclusiones redondeadas con tamaños menores de 0,004 mm formando de exsolución en esfalerita. La calcopirita II (<0,5 %) ocurre de forma anhedral con tamaños menores a 0,03 mm, se halla como relleno de microfracturas reemplazando parcialmente por los bordes a esfalerita, asimismo se halla relleno intersticios de la ganga.
  
- f) **La marcasita** (3 %), ocurre como cristales subhedrales y anhedrales, algunos cristales tienen formas tabulares o como agregados tabulares y en forma de espada, se presenta asociada a la pirita remplazándola a lo largo de microfracturas y desde sus bordes, se encuentra también incluidos en forma de espada o reemplazados parcialmente por los bordes por pirrotita

I; asimismo algunos granos de pirrotita I ó a veces conjuntamente con pirita y esfalerita se encuentran diseminados o rellenando venillas de la ganga. Igualmente se encuentra reemplazada por sus bordes por galena y esfalerita.

- g) La galena (16,5 %)**, se presenta como cristales de formas anhedrales con tamaños hasta de algunos milímetros de longitud, mayormente asociado a la pirita, y esfalerita, a las que está reemplazando parcialmente, encontrándose también como inclusión porosidades y microfracturas; en menor cantidad a la pirrotita y marcasita y calcopirita II, a las cuales la reemplaza parcialmente, La galena esta reemplazada parcialmente por la boulangierita, ocasionalmente se observa a la galena con pseudointercrecimiento de esfalerita a la cual reemplaza y están rellenando intersticios de la ganga.
- h) Las sulfosales de plomo:** (Boulangierita) (traza), de formas anhedrales con tamaños menores de 0,04 mm, está asociado a la galena a la cual la reemplaza parcialmente.
- i) Las sulfosales de plata:** (trazas) de color verde con tinte parduzco, con anisotropía débil a moderada? (por su tamaño fue

imposible identificar sus propiedades ópticas, parece tratarse de una sulfosal de Sn? con Ag o sulfuro? de plata), tienen formas subhedrales con tamaños menores de 0,03 mm, se encuentran incluidos en la esfalerita.

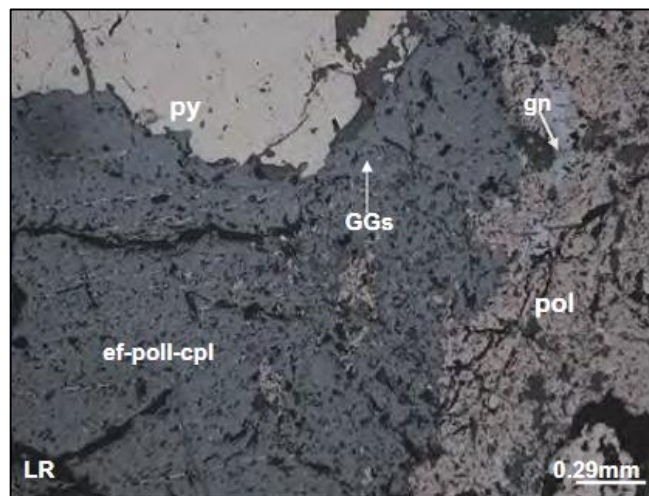
- j) **La melnicovita (<2 %)**, se presenta como una mezcla muy fina de pirita-marcasita, tienen formas coliformes y anhedrales, se le localiza en bordes de marcasita o a veces en pirita, el mineral intermedio se encuentra alterada por la pirrotita I.

### Paragénesis probable

#### Cuadro N° 3

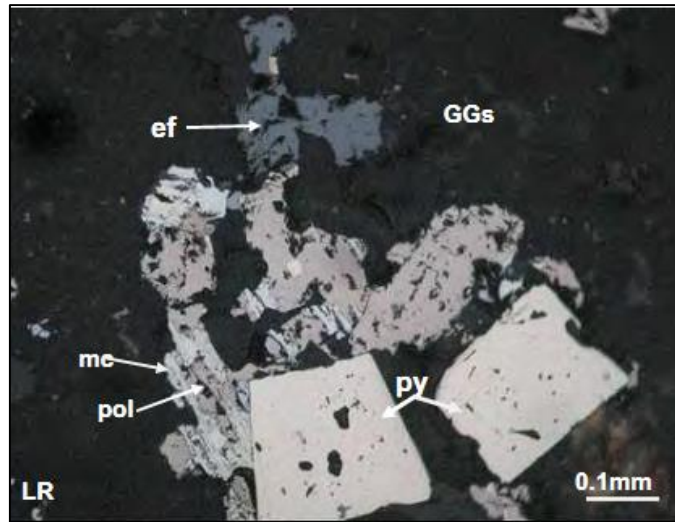
*Cuadro de Paragénesis*

	1° Etapa As-Fe	2° Etapa Cu-Zn	3° Etapa Pb-Ag	Etapa supergenica
Pirita	_____			
Arsenopirita	_____			
Calcopirita		_____		
Esfalerita		_____		
Pirrotita	_____			
Freibergita			_____	
Galena			_____	
Pirargirita			_____	
Boulangerita			_____	
Cuazo	_____	_____	_____	
Melnicovita			_____	
Hematita				_____



**Figura N° 16.** Cristal de esfalerita (ef) con inclusiones de calcopirita I e inclusiones de pirrotita (po II) formando textura de segregación y finas laminas siguiendo direcciones cristalográficas, la esfalerita reemplaza a pirita (py).y pirrotita I (pol) la que es reemplazada también por la galena (gn); y ganga (GGs). L.R.= Luz Reflejada Aumento 4x.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 17.** Cristales de pirita (py) asociados a marcasita (mc). Reemplazados por la pirrotita I (po I) y esfalerita (ef) en sus bordes, ellos rellenan intersticios de la ganga (GGs). L.R.= Luz Reflejada Aumento 20x.

Fuente: Elaboración propia.

### **Estudio por Microscopía Electrónica**

En el estudio por microscopía electrónica de la Muestra 4250-Isguiz-Clavo 3 Tajo 950 fueron identificados los siguientes minerales: Pirita, Esfalerita, Siderita, Pirrotita, Arsenopirita, Ortoclasa, Cuarzo, Cobres Grises (Tetraedrita).

La Plata nativa se encuentra diseminada, o como solución sólida en los Cobres Grises.

Fue identificada la presencia de **Oro nativo** que podemos apreciar como disseminaciones o como solución sólida en los siguientes minerales: Pirita, Esfalerita, Pirrotita, Siderita y Arsenopirita.

**La Pirrotita** está asociada a la Esfalerita y Pirita.

**La Arsenopirita** se encuentra asociada a la esfalerita.

**La Galena** está asociada con Esfalerita.

Los Cobres Grises (Tetraedrita) se encuentran reemplazando a la galena, y tienen tamaños de partículas entre 10 – 96  $\mu\text{m}^2$ .

El orden de predominancia de los minerales analizados fue:

**Esfalerita > Gangas (Ortosa, Siderita y Cuarzo) > Pirita > Pirrotita > Galena > trazas > (Arsenopirita y Cobres Grises).**

Los minerales identificados por Microscopia Electrónica de Barrido, fueron corroborados con los Estudios por Microscopia Óptica y Análisis por DRX.

En la tabla 2 se muestra el promedio en porcentaje, de la composición química elemental de los minerales identificados en la muestra.

#### Cuadro N° 4

*Composición química (%) de los minerales identificados en la*

*Muestra 4250-Isguiz-Clavo 3 Tajo 950*

Minerales	Composición Química (%)														Total
	Ag	Au	Al	Zn	Fe	Si	Pb	O	K	S	Sb	As	C	Cu	
Arsenopirita	0,27	0,99			29,67					26,56		42,51			100
Tetraedrita	22,83				15,15					30,00	19,69	1,92		10,41	100
Cuarzo						44,84		55,16							100
Esfalerita	0,03	0,46		47,14	13,86					38,51					100
Galena	0,00						87,86			12,14					100
Ortosa			17,18			22,73		51,98	8,11						100
Pirita	0,00	0,38			45,22					54,40					100
Pirrotita	0,09	0,67			55,63					43,62					100
Siderita		0,40			26,77			46,19					26,64		100

Fuente: Elaboración Propia.

### **3.3. Sondajes de perforación**

#### **3.3.1. Sondajes de exploración**

La perforación de sondajes es una de la más importantes y quizá una de las caras técnicas de exploración. En casi todos los casos los sondajes de perforación, son los que localizan y definen el valor económico de una mineralización y, a su vez, proporciona los test esenciales para la verificación de todas las ideas, teorías y predicciones generadas en los procesos de mineralización.

Se debe tener en cuenta que todos los sondajes realizados donde existan pruebas fehacientes de la existencia de la mineralogía, tienen entre 30 % a 50 % de certeza de la continuidad del mineral siempre en cuando se tome en cuenta los parámetros de plunge del mineral y zoneamiento, entre otros aspectos a considerar, de acuerdo a la interpretación del geólogo.

Además, de la inversión realizada en sondajes de exploración es imprescindible que la calidad de los datos obtenidos sea muy alta, porque sobre estos datos se basarán interpretaciones posteriores que implicarán inversiones mucho mayores, como diseños de trabajos a futuro.

### **3.3.2. Sondajes realizados (leyes y anchos)**

Todos los sondajes realizados fueron hechos del **Nivel 4,090**, hacia la veta Isguiz y en diferentes cabinas, tomando en cuenta ángulo de Corte en sección y planta.

#### **ISG 13-27 (-50°)**

Sondaje realizado desde la Ventana 616 NW, entre las coordenadas N 8 817 630,01 / E 296 687,09 (4 092,20 m) con rumbo N 38° E, con el objetivo de reconocer el Cuerpo/Veta Isguiz en profundidad. (**Ver Láminas 8**)

#### **Cuadro N° 5**

*Sondaje ISG 13-27*

Desde (m)	Hasta (m)	Corrida (m)	g/tcs Au	oz/tcs Ag	% Pb	% Zn	Descripción
325,25	326,70	1,45	0,05	7,10	9,61	15,41	<b>Clavo 3 Isguiz Isguiz</b> , como reemplazamiento-relleno de sulfuros (60%) en areniscas del Farrat, presenta: galena cristalizada (12%) y esfalerita marmatítica (20%) en ganga de pirita (20%), arsenopirita (3%), pirrotita (5%), cuarzo-calcita (10%) y roca (30%).
326,70	329,00	2,30	0,35	2,22	1,34	3,89	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento-relleno de sulfuros (40%) en areniscas del Farrat, presenta: galena cristalizada (3%), cobre gris? (1%) y esfalerita marmatítica (6%) en ganga de pirita (20%), pirrotita (5%), arsenopirita (5%), cuarzo blanco (5%) y roca (60%).
329,00	330,95	1,95	0,05	0,02	0,05	0,85	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento de sulfuros (18%) en areniscas del Farrat, presenta: galena cristalizada (<1%), esfalerita (2%) en ganga de pirita (10%), pirrotita (5%) y roca (85-80%).
330,95	334,15	3,20	0,08	7,99	1,69	8,75	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , sulfuros semi masivos (70%) en areniscas del Farrat, presenta: cobre gris (3%), galena argentífera (3%), esfalerita marmatítica (14%) en ganga de pirita (5%), arsenopirita (5%), pirrotita (40%), cuarzo (5%) y roca (25%).
334,15	335,15	1,00	0,16	4,41	0,92	2,22	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento de sulfuros (40%) en areniscas del Farrat, presenta: cobre gris (3%), galena argentífera (2%), esfalerita marmatítica (5%) en ganga de pirita (10%), arsenopirita (5%), pirrotita (15%), cuarzo (5%) y roca (55%).
335,15	338,40	3,25	0,16	12,65	3,34	0,35	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento de sulfuros (60%) en areniscas del Farrat, presenta: galena cristalizada (5%), cobre gris? (8%) y esfalerita marmatítica (5%) en ganga de pirrotita (40-45%), cuarzo-calcita (10%), calcosilicatos (5%) y roca (25%).
338,40	339,15	0,75	0,04	1,76	0,84	0,17	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento de sulfuros (30%) en areniscas del Farrat, presenta: galena cristalizada (1%) y esfalerita marmatítica (1%) en ganga de pirrotita (25%), pirita (3%), cuarzo-calcita (5%) y roca (65%).
339,15	343,25	4,10	0,05	6,10	7,78	6,77	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como sulfuros masivos (75%) en skarn distal?, presenta: galena cristalizada (10%), calcopirita (2%) y esfalerita marmatítica (10%) en ganga de arsenopirita (3%), pirrotita (50%), calcita (5%), calcosilicatos (5%) y roca (15%).

### MLL 14-03 (-40°)

Sondaje realizado desde la Ventana 616 NW, entre las coordenadas N 8'817 630,23 / E 296 687,26 (4 092,37 m) con rumbo N 38° E, con el objetivo de reconocer el Cuerpo/Veta Isguiz en profundidad. (**Ver láminas 8**)

### Cuadro N° 6

Sondaje MLL 14-03

Desde (m)	Hasta (m)	Corrida (m)	g/tcs Au	oz/tcs Ag	% Pb	% Zn	Descripción
282,10	285,55	3,45	0,13	2.57	2,77	4,76	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento-relleno de sulfuros (60%) en areniscas del Farrat, presenta: galena argentífera (5%), galena cristalizada (2%) y esfalerita marmatítica (10%) en ganga de pirita (43%), cuarzo blanco (10%) y roca (30%).
285,55	289,30	3,75	0,11	1.40	1,33	2,24	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento de sulfuros (40%) en areniscas del Farrat, presenta: galena argentífera (4%) y esfalerita marmatítica (5%) en ganga de pirita (30%), pirrotita (1%), cuarzo (5%) y roca (55%).
289,30	292,45	3,15	0,22	12.58	3,40	3,17	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento-relleno de sulfuros (65%) en skarn distal?, presenta: galena argentífera (4%), galena cristalizada (1%), cobre gris? (5%) y esfalerita marmatítica (5%) en ganga de pirita gruesa (20%), pirrotita (30%), cuarzo-calcita (5%), calcosilicatos (5%) y roca (30%).
292,45	294,90	2,45	0,12	2.82	1,32	5,17	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento-relleno de sulfuros (55%) en skarn distal?, presenta: galena argentífera (5%), galena cristalizada (2%) y esfalerita marmatítica (8%) en ganga de arsenopirita (10%), pirrotita (25%), cuarzo-calcita (5%), calcosilicatos (5%) y roca (35%).

### MLL 14-08 (-38°)

Sondaje realizado desde la Ventana 616 NW, entre las coordenadas N 8'817 629,86 / E 296 688,51 (4 092,34 m) con rumbo N 57° E, con

el objetivo de reconocer el Cuerpo Isguiz en profundidad. (**Ver Láminas 9**)

### Cuadro N° 7

Sondaje MLL 14-08

Desde (m)	Hasta (m)	Corrida (m)	g/tcs Au	oz/tcs Ag	% Pb	% Zn	Descripción
191,70	193,90	2,20	0,40	4,36	4,76	4,64	<b>Veta Maribel</b> , como veta-falla, relleno de sulfuros semi masivos (70%) en limolitas del Carhuaz, presenta: galena cristalizada (7%) y esfalerita marmatítica (8%) en ganga de pirita (55%), cuarzo (20%) y roca (10%).
261,55	266,90	5,35	0,34	11,05	8,92	7,70	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como sulfuros masivos (80%) en el contacto de las Fm. Farrat y Pariahuanca, presenta: galena argentífera (15%) y esfalerita marmatítica (10%) en ganga de pirrotita (45%), pirita (10%), cuarzo (5%) y roca (15%).

### MLL 14-18 (-49°)

Sondaje realizado desde la Ventana 616 NW, entre las coordenadas N 8'817 629,86 / E 296 688,51 (4 092,34 m) con rumbo N 57° E, con el objetivo de reconocer el Cuerpo Isguiz en profundidad. (**Ver Láminas 9**).

## Cuadro N° 8

### Sondaje MLL 14-18

Desde (m)	Hasta (m)	Corrida (m)	g/tcs Au	oz/tcs Ag	% Pb	% Zn	Descripción
263,20	263,60	0,40	-	9,29	11,23	12,08	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como sulfuros masivos (85%) presenta: galena cristalizada (12%) y esfalerita marmatitica (15%) en ganga de pirita (25%), pirrotita (25%), arsenopirita (8%), cuarzo (5%) y roca (10%).
263,60	264,30	0,70	-	1,60	1,00	1,96	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como reemplazamiento de sulfuros (30%) en roca silicificada, presenta: galena cristalizada (3%) y esfalerita marmatitica (3%) en ganga de pirita (25-20%), cuarzo (10%) y roca (60%).
264,30	265,05	0,75	-	9,49	9,41	11,22	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como sulfuros masivos (90%), presenta: galena cristalizada (5%), galena argentífera (8%), esfalerita marmatitica (17%) en ganga de pirita (30%), arsenopirita (15%), pirrotita (15%), cuarzo (5%) y roca (5%).
265,05	269,20	4,15	-	2,01	1,16	4,68	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , presenta: galena argentífera (5%) y esfalerita marmatitica (3%) en ganga de pirita (35-30%), cuarzo (15%) y roca (45%).

### MLL-14-40

Sondaje realizado desde la Ventana 616 NW, entre las coordenadas N 8'817 629,47 / E 296 687,47 (4 092,23 m) con rumbo N 54° E / Inclinación -57°. Objetivo: reconocer la veta Maribel y el Cuerpo/Veta Isguiz en profundidad. **(Ver Láminas 9)**

## Cuadro N° 9

### Sondaje MLL 14-40

Desde (m)	Hasta (m)	Corrida (m)	g/t Au	oz/t Ag	% Pb	% Zn	Descripción
203,80	204,40	0,60	0,12	<b>2,24</b>	1,77	3,33	<b>Veta Maribel</b> , como reemplazamiento de sulfuros (65%) al techo de la falla, presenta: galena argentífera (5%), esfalerita (5%) en ganga de pirita (45%), pirrotita (10%), cuarzo-calcita (10%) y roca (25%).
206,65	208,30	1,75	0,18	<b>1,27</b>	1,10	3,15	
280,35	281,50	1,15	0,53	<b>4,64</b>	4,78	9,88	<b>Clavo 3 Isguiz</b> , como estructura ramaleada de sulfuros semi masivos (70%), presenta: galena argentífera (10-8%), esfalerita (12-8%) en ganga de pirita (50%), cuarzo-calcita (10%), roca (20%)
285,40	285,95	0,55	1,34	<b>7,44</b>	9,04	5,26	

## CAPÍTULO IV

### RESULTADO Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Cuadros de ley mínima

##### Cuadro N° 10

##### *Ley Mínima*

<b>LEY MINIMA PARA 2015</b>					
MINERAL	US \$	Costo	LEY AG		LEY MINIMA
			POR	\$	oz/t Ag Eqv
<b>MENA</b>	191,74		0,072		<b>13,77</b>
<b>MARGINAL</b>	160,84		0,072		<b>11,55</b>
<b>SUBMARGINAL</b>	145,12		0,072		<b>10,42</b>
<b>BAJA LEY</b>	69,60		0,072		<b>5,00</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Mena: Rango de mineral del cual es económicamente rentable para la extracción.

Marginal: El mineral marginal es el cual cubre el 90 % de los costos de producción.

Submarginal: Es aquel mineral no económico cuyo valor sólo cubre los costos de producción y las regalías correspondientes.

Baja ley: Es aquel mineral no económico cuyo valor es inferior al del mineral submarginal y cuyo Límite Mínimo es menor que el costo de producción.

## 4.2 Modelamiento geológico

De acuerdo a la información obtenida con los datos de sondajes, permiten tener un cálculo aproximado en 3D de las reservas encontradas en profundidad con el Software AutoCAD, el cual nos da una interpretación de cómo está la veta debajo del Nivel 4,090.

La densidad para la veta Isguiz es:

### Promedio densidad veta isguiz para el cálculo de reservas

#### Cuadro N° 11

##### *Promedio de Densidad*

Labor	Nivel	N° Muestra	Este	Norte	Cota	Referencia	Peso (Kg)	Densidad tn/m <sup>3</sup>
CH.1085	4 370	236082	296 787,93	8 818 087,46	4 383	F/R+3.50m	1,43	3,77
SN. 1455 W	4 370	236055	296 604,33	8 818 457,37	4 410	F/Ch+ 5.00m.	2,63	4,12
Tj. 1858	4 370	235121	296 250,46	8 818 871,39	4 397	F/Ch+ 5.00m.	2,22	3,63
Tj. 481	4 470	235118	296 412,24	8 818 663,09	4 511	F/Vn.+17.00m.	2,08	4,53
Tj.1080	4 090	235124	296 799,33	8 818 065,69	4 137	F/Ch+4.00m.	2,37	4,44
<b>PROMEDIO VETA</b>								<b>4,10</b>

Fuente: Elaboración Propia.

En el cuadro N° 12 se muestra la relación de sondajes, con los cuales se hace una estimación de recursos que se va a calcular. Claro está que los anchos son corregidos para tener anchos reales.

Como se puede apreciar en el cuadro N° 12, se toma datos de densidad de las diferentes labores (chimeneas, sub-niveles, tajos y galerías). Para obtener un cálculo promedio con el cual se trabajara para el resultado final.

## Cuadro N° 12

### Recursos Encontrados

SECTOR	Sondaje	NIVEL	VETA	BLOCK	Tn	An (m)	g/t Au	oz/t Ag	% Pb	% Zn	oz/t Ag Eq
	MLL 14-08	4 090	Isguiz Sur			5,10	0,34	12,18	8,92	7,70	28,02
	MLL 14-03	4 090	Isguiz Sur			10,35	0,14	5,23	2,22	3,71	10,66
Isguiz	MLL 14-18	4 090	Isguiz Sur	806	251717,52	7,85	0,00	3,72	2,84	5,68	11,23
	MLL 14-40	4 090	Isguiz Sur			1,70	0,79	5,26	6,16	8,39	19,21
	ISG 13-27	4 090	Isguiz Sur			8,65	0,09	8,94	4,22	4,68	17,19
<b>TOTAL</b>					<b>251717,52</b>	<b>6,73</b>	<b>0,16</b>	<b>6,89</b>	<b>4,09</b>	<b>5,26</b>	<b>15,53</b>

### 4.3 Cálculo de reserva

**Volumen:** Dato obtenido del modelamiento geológico, lámina 10, 11 y 12.

**Densidad:** Dato obtenido del cuadro N° 12, del promedio de las densidades de diferentes labores.

$$\mathbf{Recursos = Volumen (m^3) \times Densidad \left(\frac{t}{m^3}\right)}$$

$$\mathbf{Recursos = 54\,721,2 \times 4,10}$$

$$\mathbf{Recursos = 251\,717,52\,tn}$$

251717.52 t de Recurso Probable con Sondajes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se ha calculado como **Recurso Probable**, con sondajes y tomando en cuenta factores como tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas, **251 717,52 t** con leyes de **6,89 oz/t Ag, 4,09 %Pb y 5,26 % Zn.**
2. Estructuralmente se define que la presencia de anticlinales y sinclinales, con rumbo N 45° E, con flacos extendidos y volcados, con buzamientos de 40° W / 70° E, evidencian un control estructural definido por el fallamiento subsiguiente dentro de un marco de una intensa tectónica regional.
3. Según el primer criterio geológico se asumía que el Sistema Isguiz era la estructura principal de la mineralización, pero con la información obtenida de los datos recientes producto de esta investigación, se podría concluir que existe un Sistema E-W, que ha jugado un papel más importante en la formación de los Clavos Mineralizados.
4. De acuerdo a la evaluación del Zoneamiento en valores de Ag, se recomienda seguir profundizando hacia el SE ya que se puede evidenciar un incremento en valores de plata.

5. Teniendo en cuenta que casi siempre las fases o eventos de mineralización, obedecen a un marcado control estructural expresado por la presencia del corredor estructural del Sistema Isguiz, y la presencia de un Sistema Secundario más determinante en la formación de los clavos mineralizados, se recomienda efectuar un mapeo estructural detallado que permita identificar las estructuras más consistentes para intensificar la exploración en profundidad.
6. Se puede confirmar que a medida que se profundiza, los valores de Zinc y Plomo se van incrementando, por ser eventos de mayor temperatura, y considerando que en este yacimiento se ha tenido varios eventos o pulsos de mineralización, lo que podría mejorar los valores a medida que se profundizan las vetas.
7. Según la interpretación geológica se puede evidenciar que las distancias de las zonas de apertura se dan cada 200 metros de clavo a clavo mineralizado.
8. El contexto geológico del área comprende mayormente rocas sedimentarias carbonatadas y clásticas; estas secuencias se encuentran intensamente plegadas y fracturadas, dentro de un corredor estructural conocido como el Sistema Mallay, que ha favorecido la presencia de trampas estructurales que provocaron la

metalización y reapertura de fracturas formando los llamados “**clavos mineralizados**”.

9. En el área de Isguiz Sur la mineralización se localiza en el contacto de las areniscas del Farrat y las calizas del Pariahuanca; se presentan en forma de lentes en forma de rosario y clavos mineralizados que se enriquecen con la intersección de otras estructuras existentes.
10. Se recomienda explorar el nivel 4200, mediante la Galería 1303-1 SE, mediante la contrata “JCB” ya que según la interpretación en valores en plata se tiene evidencias de su continuidad para incrementar las reservas.
11. Se recomienda realizar sondajes debajo del Clavo 2 de Isguiz por su zoneamiento mineralógico. Lo realizara la contrata “Serperdi”
12. Se tiene en cuenta que los valores altos en plata están asociados a las intersecciones de la Veta Isguiz con otras estructuras de sistema NW, E-W y SW que enriquecen su contenido metálico
13. Se recomienda realizar exploraciones en profundidad, orientando las perforaciones y sondajes hacia el SE, que es la posible orientación de los eventos o flujos mineralizantes. Lo realizara la contrata “Serperdi”

14. Luego de análisis del zoneamiento de los 3 elementos mineralógicos (Ag, Pb, Zn), se llega a la conclusión que la veta Isguiz ha sido el Feeder o alimentador, y los enriquecimientos de sus valores están sujetos a otras estructuras de diferentes rumbos y que en la intersección de ambas se han generado trampas estructuras que han permitido la formación de “**clavos minerales**” en Mallay.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Benavides, V. (1,956): Cretaceous System in Northern Peru. Amer. Mus. Nat. Hist. Bull. Vol. 108 A.t. 4. New York.
2. Barrionuevo, H. "Resumen ejecutivo 2,008 – Proyecto Mallay". Memorándum del 09 de Enero 2,009 de Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.
3. Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. 2,010, "Geología del Proyecto Mallay". Exploraciones Brownfields.
4. Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. 2,002, "Geología del Proyecto UCHUCHACUA". Exploraciones Brownfields.
5. HARRISON, J. (1,956)- Geología de parte del Valle del río Mantaro al oeste y sur-oeste de Junín, Perú Central. Bol.Inst. Nac. Invest. y Fomento Min. 15 p. 17-55.
6. INGEMMET (1,996), Geología de los cuadrángulos de Ambo Cerro de Pasco y Ondores.
7. Mc. Laughlin (1,925), modelo dinámico y orientación visual de la corteza terrestre.
8. Stappenbeck, R. (1,929): Geología de Chicama en el Norte del Perú y Senior Anthrazitlagerstaetten. Geol. Und Paleont. Abhandl. N. F. 16, H.

9. Wilson, J. (1,963): Cretaceous stratigraphy of central Andes of Peru. AAPG. Bull. Vol. 47, N°1.

## **ANEXOS**