

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Caracterización petromineralógica de la concesión
minera metálica aplicando la técnica de microscopía
óptica en las alturas Miraflores - distrito de
Sapallanga - 2022**

Yeny Huincho Condori
Anthony Jeffre Lazo Nuñez
Darlyng Hiurbeth Mercado Saenz

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

CARACTERIZACIÓN PETROMINERALÓGICO DE LA CONCESIÓN MINERA METÁLICA APLICANDO LA TÉCNICA DE MICROSCOPIA ÓPTICA EN LAS ALTURAS MIRAFLORES - DISTRITO DE SAPALLANGA – 2022

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	6%
2	repositorio.undac.edu.pe Internet Source	3%
3	repositorio.unsa.edu.pe Internet Source	2%
4	www.scribd.com Internet Source	2%
5	repositorio.ana.gob.pe Internet Source	1%
6	qdoc.tips Internet Source	<1%
7	CONSULTORA ECSA INGENIEROS E.I.R.LTDA.. "EIA del Proyecto Central Hidroeléctrica Santa Teresa-IGA0001547", R.D. N° 082-2011-MEM/AAE, 2020 Publication	<1%

8	parada14.com Internet Source	<1 %
9	Submitted to Universidad Continental Student Paper	<1 %
10	repositorio.continental.edu.pe Internet Source	<1 %
11	Ramirez Ramirez Gonzalo. "Clasificacion numerica de propiedades petrofisicas en muestras de canal y nucleos, aplicada a pozos exploratorios del area Chunel-Vernet", TESIUNAM, 2004 Publication	<1 %
12	alicia.concytec.gob.pe Internet Source	<1 %
13	1library.co Internet Source	<1 %
14	docplayer.es Internet Source	<1 %
15	repositorio.ingemmet.gob.pe Internet Source	<1 %
16	renati.sunedu.gob.pe Internet Source	<1 %

Exclude bibliography On

ASESORA

Ingeniera: Nélida Tantavilca Martínez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir, a mis padres Percy Huincho Huamaní y María Condori Huaman. quienes con su gran amor y trabajo me han educado y forjado como la persona que soy, ellos acompañan mis logros y fracasos, todo ello se los debo a ustedes en especial esta tesis, así mismo quiero que sepan que son mi motivación para cumplir con mis metas y objetivos propuestos.

Agradezco a mis hermanos Marleni E.H.C., Frank H.C., Changueun J.H.C. y mis personitas especiales: Jordy Brahan L.A., Christian G.L.A., Rita Flor A., José L. por apoyarme, guiarme y enseñarme tanto en cada proyecto de mi vida como en muchas cosas importantes.

Agradezco a mis maestros quienes me brindaron su sabiduría y me ayudaron a llegar al punto en el que me encuentro en especial a la Universidad Continental por convertirme en una profesional apasionada.

A la ingeniera Nélide Tantavilca, asesora del trabajo de investigación, gracias por todo.

Todo gran viaje comienza con un pequeño paso.

¡Algún día seremos mejores!

YENY HUINCHO CONDORI

:

Agradezco a Dios por estar conmigo en todo momento, por darme las fuerzas necesarias para no rendirme en este proceso universitario y más por darme la oportunidad de culminar el trabajo de investigación al lado de mis amigos Yeny y Darlyng.

Así mismo agradezco a mi madre Medalid L.C. y a mi padre Ulises C.M., por inculcarme valores y enseñarme que a pesar de los problemas siempre hay que levantarnos y seguir adelante. Les agradezco por todo su apoyo incondicional tanto en lo emocional y económico para poder culminar con esta tesis. Gracias por confiar en mí.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia por apoyarme en cada momento de esta etapa, a mis hermanos mayores Jonathan L.N, Kriss L.N., Jair C.L., por las enseñanzas adquiridas durante estos años, a mi hermano menor Farid C.L. que es la alegría del hogar. Agradezco a mis tíos Rolando L.C., Fanny G. y Liz L.C., por el enorme apoyo que me brindan y considerarme un hijo más.

Debo agradecer de manera especial a mi novia Shirley V.G., a su madre, su padre y a su hermana, por considerarme parte de su familia, brindarme el apoyo y su amor incondicional en todo momento.

Agradecer enormemente a familiares que ya partieron y se encuentran en el cielo: a mi madre Yolanda N.C., a mi hermana Dennis L.N. y a mi tío Esaú L.C.

Agradecer a la Ingeniera Nélida T.M., por guiarnos y confiar en nosotros para que este trabajo de investigación culmine satisfactoriamente.

ANTHONY LAZO NUÑEZ

Agradezco en primer lugar a Dios por haberme bendecido y permitirme llegar hasta esta etapa, por brindarme fortaleza, valentía y por estar siempre en los momentos más difíciles de mi vida.

Del mismo modo agradezco a mis padres: Ruth Jannett Sáenz Inga y Buddy Richard Mercado Camahualí por darme el mejor regalo que alguien podría haberme dado: el creer en mí y darme todo su apoyo en los momentos más amargos que pasé en mi vida, gracias a cada uno por formarme y darme valores.

Así mismo doy gracias a mis hermanos y a mi tía Yeny Sáenz Inga por apoyarme y motivarme a seguir adelante en todo momento.

Por último y agradezco a la ingeniera Nélida Tantavilca, por compartir sus conocimientos.

DARLYNG HIUBERTH MERCADO SAENZ

DEDICATORIA

A Dios, a nuestra asesora Ing. Nélida Tantavilca, a nuestros padres y hermanos por su apoyo incondicional y guiarnos hacia el éxito.

ÍNDICE

CARÁTULA

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xi

ii

ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	17
PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación del problema.....	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos	18
1.3.1. Objetivo principal.....	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación	18
1.5. Hipótesis y descripción de variables	18
1.5.1. Hipótesis de la investigación	18
1.5.2. Hipótesis específicas.....	19
1.6. Identificación de variables.....	19
1.6.1. Variables independientes	19
1.6.2. Variables dependientes	19
1.7. Operacionalización de variables	19
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes del problema	23
2.2. Generalidades.....	27
2.2.1. Ubicación.....	27

2.2.2.	Accesibilidad	28
2.2.3.	Vegetación y clima	28
2.2.3.1.	Vegetación	28
2.2.3.2.	Clima	28
2.2.4.	Geología.....	29
2.2.4.1.	Geología regional	29
2.2.4.2.	Geología local	31
2.3.	Bases teóricas	35
2.3.1.	Microscopía óptica	35
2.3.2.	Microscopio de polarización	37
2.3.3.	Preparación de muestras	41
2.3.4.	Generalidades sobre los minerales	43
2.3.5.	Propiedades ópticas con el microscopio de polarización	44
2.3.6.	Estudio con iluminación ortoscópica transmitida	45
2.3.7.	Estudio con iluminación conosκόptica transmitida	46
2.3.8.	Estudio con luz reflejada	46
2.4.	Definición de términos básicos	47
CAPÍTULO III		49
METODOLOGÍA		49
3.1.	Métodos y alcance de la investigación.....	49
3.1.1.	Método de la Investigación.....	49
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	49
3.1.3.	Tipo de Investigación.....	49
3.2.	Diseño de la Investigación	49
3.3.	Población y muestra	49
3.3.1.	Población.....	49
3.3.2.	Muestra	49
3.4.	Técnica e instrumentos de recolección de datos	49
3.4.1.	Técnicas	50
3.4.2.	Instrumentos.....	50
CAPÍTULO IV.....		51
ANÁLISIS DE RESULTADO		51
4.1.	Primer análisis con microscopía óptica de secciones delgadas.....	51
4.1.1.	Muestra de mano recolectada N°1	51
4.1.1.1.	Descripción de la muestra N°1	51

4.1.1.2.	Sección delgada.....	52
4.1.1.3.	Fases de Fenocristales	52
4.1.1.4.	Matriz.....	52
4.1.1.5.	Orden de Cristalización	52
4.1.1.6.	Interpretación	52
4.1.1.7.	Observaciones	54
4.1.1.8.	Clasificación	54
4.1.1.9.	Fotomicrografías	54
4.1.2.	Muestra de mano recolectada N°2	57
4.1.2.1.	Descripción de la muestra N°1	57
4.1.2.2.	Sección delgada.....	57
4.1.2.3.	Fases de Fenocristales	57
4.1.2.4.	Matriz.....	57
4.1.2.5.	Orden de Cristalización	58
4.1.2.6.	Interpretación	58
4.1.2.7.	Observaciones	59
4.1.2.8.	Clasificación	59
4.1.2.9.	Fotomicrografías	59
4.2.	Segundo análisis con microscopía óptica de secciones pulidas	62
4.2.1.	Muestra de mano recolectada N°3	62
4.2.1.1.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual.....	63
4.2.1.2.	Descripción microscópica.....	63
4.2.1.3.	Paragénesis	64
4.2.1.4.	Textura	64
4.2.1.5.	Interpretación	64
4.2.1.6.	Observaciones	64
4.2.1.7.	Fotomicrografías	65
4.2.2.	Muestra de mano recolectada N°4	68
4.2.2.1.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual.....	69
4.2.2.2.	Descripción microscópica.....	69
4.2.2.3.	Paragénesis	69
4.2.2.4.	Textura	70
4.2.2.5.	Interpretación	70
4.2.2.6.	Observaciones	71
4.2.2.7.	Fotomicrografías	71
4.2.3.	Muestra de mano recolectada N°5	74

4.2.3.1.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual	75
4.2.3.2.	Descripción microscópica	75
4.2.3.3.	Paragénesis	76
4.2.3.4.	Textura	76
4.2.3.5.	Interpretación	76
4.2.3.6.	Observaciones	77
4.2.3.7.	Fotomicrografías	77
4.2.4.	Muestra de mano recolectada N°6	80
4.2.4.1.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual	80
4.2.4.2.	Descripción microscópica	81
4.2.4.3.	Paragénesis	81
4.2.4.4.	Textura	81
4.2.4.5.	Interpretación	81
4.2.4.6.	Observaciones	82
4.2.4.7.	Fotomicrografías	83
4.2.5.	Muestra de mano recolectada N°7	86
4.2.5.1.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual	86
4.2.5.2.	Descripción microscópica	87
4.2.5.3.	Paragénesis	87
4.2.5.4.	Textura	87
4.2.5.5.	Interpretación	87
4.2.5.6.	Observaciones	88
4.2.5.7.	Fotomicrografías	88
CONCLUSIONES		93
RECOMENDACIONES		94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		95
ANEXOS		97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2.	Coordenadas geográficas de la concesión minera.....	27
Tabla 3.	Accesibilidad	28
Tabla 4.	Temperaturas por estaciones del año	29
Tabla 5.	Propiedades ópticas con el microscopio óptico.....	44
Tabla 6.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°3.....	63
Tabla 7.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°4.....	69
Tabla 8.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°5.....	75
Tabla 9.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°6.....	80
Tabla 10.	Mineralogía y distribución volumétrica porcentual N°7.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Ubicación de la concesión minera	27
Figura 2.	Mapa de ubicaciones de los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 de Huancayo	30
Figura 3.	Pliegues tipo Chevron.....	31
Figura 4.	Características del Grupo Mitu.....	32
Figura 5.	Principales dominios estructurales.....	34
Figura 6.	Métodos para obtener luz linealmente polarizada	35
Figura 7.	Representación de dos ondas que interfieren (dibujadas a color negro y azul) y la resultante (rojo)	36
Figura 8.	Rayo incidente (R_i), reflejado (R_r), y refractado (R_t) y sus respectivos ángulos con la normal: ángulo de incidencia (i), reflexión (r) y de refracción (t)	37
Figura 9.	Esquema del Microscopio de Polarización	39
Figura 10.	Microscopio de polarización de luz reflejada.....	39
Figura 11.	Esquema del microscopio compuesto	40
Figura 12.	Microscopio de polarización de luz transmitida	41
Figura 13.	Preparación de secciones delgadas y secciones pulidas	42
Figura 14.	Sistemas cristalinos: Desarrollo tridimensional de los minerales ..	43
Figura 15.	Muestra de mano recolectada N°1.....	51
Figura 16.	Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°1.....	54
Figura 17.	Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°2.....	55
Figura 18.	Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°3.....	56
Figura 19.	Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°4.....	56
Figura 20.	Muestra de mano recolectada N°2.....	57
Figura 21.	Muestra de mano recolectada N°2 - Fotomicrografía N°1.....	60
Figura 22.	Muestra de mano recolectada N°2 - Fotomicrografía N°2.....	60
Figura 23.	Muestra de mano recolectada N°2 - Fotomicrografía N°3.....	61
Figura 24.	Muestra de mano recolectada N°2 - Fotomicrografía N°4.....	62
Figura 25.	Muestra de mano recolectada N°3.....	62
Figura 26.	Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°1.....	65
Figura 27.	Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°2.....	66
Figura 28.	Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°3.....	66

Figura 29.	Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°4.....	67
Figura 30.	Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°5.....	68
Figura 31.	Muestra de mano recolectada N°4.....	68
Figura 32.	Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°1.....	71
Figura 33.	Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°2.....	72
Figura 34.	Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°3.....	73
Figura 35.	Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°4.....	73
Figura 36.	Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°5.....	74
Figura 37.	Muestra de mano recolectada N°5.....	74
Figura 38.	Muestra de mano recolectada N°5 - Fotomicrografía N°1.....	77
Figura 39.	Muestra de mano recolectada N°5 - Fotomicrografía N°2.....	78
Figura 40.	Muestra de mano recolectada N°5 - Fotomicrografía N°3.....	78
Figura 41.	Muestra de mano recolectada N°5 - Fotomicrografía N°4.....	79
Figura 42.	Muestra de mano recolectada N°5 - Fotomicrografía N°5.....	79
Figura 43.	Muestra de mano recolectada N°6.....	80
Figura 44.	Muestra de mano recolectada N°6 - Fotomicrografía N°1.....	83
Figura 45.	Muestra de mano recolectada N°6 - Fotomicrografía N°2.....	84
Figura 46.	Muestra de mano recolectada N°6 - Fotomicrografía N°3.....	84
Figura 47.	Muestra de mano recolectada N°6 - Fotomicrografía N°4.....	85
Figura 48.	Muestra de mano recolectada N°7.....	86
Figura 49.	Muestra de mano recolectada N°7 - Fotomicrografía N°1.....	89
Figura 50.	Muestra de mano recolectada N°7 - Fotomicrografía N°2.....	89
Figura 51.	Muestra de mano recolectada N°7 - Fotomicrografía N°3.....	90
Figura 52.	Muestra de mano recolectada N°7 - Fotomicrografía N°4.....	91
Figura 53.	Muestra de mano recolectada N°7 - Fotomicrografía N°5.....	92
Figura 54.	Muestra de mano recolectada N°7 - Fotomicrografía N°6.....	92

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: “CARACTERIZACIÓN PETROMINERALÓGICO DE LA CONCESIÓN MINERA METÁLICA APLICANDO LA TÉCNICA DE MICROSCOPIA ÓPTICA EN LAS ALTURAS MIRAFLORES - DISTRITO DE SAPALLANGA - 2022”, tiene como finalidad responder a la pregunta planteada del problema general: ¿Cuál será la influencia de la caracterización petromineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022? y se planteó como objetivo principal: determinar la influencia de la caracterización petromineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.

Para la tesis, se emplea el método científico, tipo aplicada, nivel descriptivo - explicativo, diseño de investigación de tipo longitudinal - no experimental. La población de la presente investigación corresponde a la zona de cuerpos Miraflores y la muestra está conformada por siete muestras de mano, recolectadas en la formación del yacimiento metálico de forma aleatoria, estas fueron protegidas en bolsas herméticas enumeradas para su posterior estudio con microscopía tanto para secciones delgadas y pulidas aplicando la técnica de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada. Posteriormente, se muestran los resultados obtenidos del análisis de estudios macro y microscópicos que se analizaron en el laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Finalmente, se presentan las interpretaciones de los resultados en base a las fotomicrografías realizadas mediante la técnica del microscopio óptico en el que se identificó las características petromineralógicas, el origen de los minerales, su distribución porcentual mineralógico, orden de cristalización, matriz, textura, paragénesis, las fases de fenocristales, clasificación de la mineralogía y sus posibles alteraciones, la pureza de los minerales para su explotación y de esta manera se da un valor agregado a la concesión metálica.

Palabras clave: *microscopía óptica, mineralogía, petromineralogía, paragénesis.*

ABSTRACT

The present research work called: "PETROMINERALOGICAL CHARACTERIZATION OF THE METALLIC MINING CONCESSION APPLYING THE OPTICAL MICROSCOPY TECHNIQUE IN LAS ALTURAS MIRAFLORES - SAPALLANGA DISTRICT - 2022", aims to answer the question posed of the general problem: What will be the influence of the petromineralogical characterization of the metallic mining concession applying the optical microscopy technique in the Miraflores heights - Sapallanga district - 2022? and the main objective was: to determine the influence of the petromineralogical characterization of the metallic mining concession applying the optical microscopy technique in the Miraflores heights - Sapallanga district - 2022.

For the thesis, the scientific method is used, applied type, descriptive - explanatory level, longitudinal - non-experimental type research design. The population of the present investigation corresponds to the area of Miraflores bodies and the sample is made up of seven hand samples, collected randomly in the formation of the metallic deposit, these were protected in hermetic bags numbered for their subsequent study with microscopy for both thin and polished sections applying the technique of transmitted and reflected light optical microscopy. Subsequently, the results obtained from the analysis of macro and microscopic studies that were analyzed in the geological laboratory called: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Finally, the interpretations of the results are presented based on the photomicrographs made using the optical microscope technique in which the petromineralogical characteristics were identified, the origin of the minerals, their mineralogical percentage distribution, order of crystallization, matrix, texture, paragenesis. , the phases of phenocrysts, classification of the mineralogy and its possible alterations, the purity of the minerals for their exploitation and in this way an added value is given to the metallic concession.

Keywords: *light microscopy, mineralogy, petromineralogy, paragenesis*

INTRODUCCIÓN

La minería es una actividad industrial que consiste en extraer minerales existentes de la corteza terrestre mediante la aplicación de diversas técnicas de minería económicamente rentables. En los últimos años la minería tuvo un fuerte crecimiento en la demanda de materias primas (minerales) poniendo en manifiesto la importancia estratégica de explorar nuevos depósitos de yacimientos.

La presente tesis fue concebida a raíz de la escasa información que se maneja dentro del campo de la geología para explorar nuevos depósitos, por lo cual se requiere de estudios petromineralógicos, donde se tendrá la disposición de datos exactos para estimar si el proyecto resulta rentable o no, ya que la exploración es un negocio costoso y altamente riesgoso.

En el presente trabajo de investigación titulado: “CARACTERIZACIÓN PETROMINERALÓGICO DE LA CONCESIÓN MINERA METÁLICA APLICANDO LA TÉCNICA DE MICROSCOPIA ÓPTICA EN LAS ALTURAS MIRAFLORES - DISTRITO DE SAPALLANGA - 2022”, vimos conveniente realizar la investigación de esta problemática, con el gran interés de identificar las características petromineralógicas del yacimiento metálico en las alturas de Miraflores usando la técnica de microscopía óptica como herramienta fundamental, ya que este yacimiento no presenta estudios históricos. En tal sentido, la técnica empleada en este trabajo de investigación es la microscopía óptica de luz reflejada y transmitida, por lo que nuestro principal objetivos es: determinar la influencia de la caracterización petromineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022 y de la misma forma determinar el estudio mineralógico, interpretar el estudio petromineragráfico e identificar la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica ya mencionada. De esta manera surgió el interés de solucionar dicho problema en el campo geológico a través de esta técnica, el cual nos permitirá determinar la caracterización petromineralógico, estudio mineralógico, interpretar el estudio petromineragráfico e identificar la paragénesis mineralógica de las muestras de mano recolectadas de dicha concesión de la concesión minera metálica. Para tal fin, el presente trabajo de investigación está constituido por los siguientes capítulos:

Capítulo I: se presenta el planteamiento del problema, los objetivos, hipótesis, la justificación de las variables y su matriz de operacionalización.

Capítulo II: se hace referencia al marco teórico en el que abarca los antecedentes del estudio, generalidades, bases teóricas y finalmente la definición de términos básicos del presente trabajo de investigación.

Capítulo III: se describe la metodología de investigación aplicada del presente estudio, diseño, nivel, población y muestra, finalmente las técnicas e instrumentos de recolección de datos para el presente trabajo.

Capítulo IV: se presenta el análisis y discusión de resultados del estudio realizado de las muestras de mano recolectadas con el microscopio óptico.

Por último, se adjuntan las referencias bibliográficas y los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La minería es una de las actividades económicas más importantes del Perú y su función como tal ha ido desarrollándose progresivamente hasta alcanzar un papel destacable e importante en el ámbito económico y social. Hoy en día podemos presenciar los numerosos proyectos que van apareciendo en los diferentes estratos del sector minero, minería artesanal, pequeña minería, mediana y gran minería, las cuales sin lugar a duda generan un importantísimo aporte a la economía nacional.

Desafortunadamente por la escasa información que se maneja dentro del campo de la geología no tiene gran trascendencia y haciendo que se vea pobre siendo totalmente contradictorio a nuestra realidad; porque en un país tan importante, abundante y rico a su vez en variedad de minerales no puede existir un concepto monótono y rígido de lo vasto de esta gran aplicación, generando así una repercusión en querer brindar un aporte.

El aumento de reservas y/o el descubrimiento de nuevos depósitos solo es posible llevando a cabo una exploración sistemática y detallada. Sin embargo, la exploración es un negocio costoso y altamente riesgoso donde el fracaso es la norma y el éxito es la excepción (Woodall, 1992). No se tiene a disposición datos exactos, pero se estima que de mil proyectos de exploración uno resulta económico y llega al estado del desarrollo minero, según Cook (1986).

Por lo tanto, es vital que el sector de la minería siga en constante desarrollo y crecimiento, es por ello que mediante este trabajo de investigación se pretenda ampliar y llegar a difundir la información recopilada sobre un estudio geológico en donde se dé un aporte ante esta necesidad, aprovechando todos los recursos obtenidos para dar una amplia e importante contribución a esta extensa materia.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la influencia de la caracterización petromineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál será el estudio mineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022?

- ¿Cuál será el estudio petromineralográfico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022?
- ¿Cuál será la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo principal

Determinar la influencia de la caracterización petromineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el estudio mineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.
- Interpretar el estudio petromineralográfico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.
- Identificar la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.

1.4. Justificación

Esta investigación se justifica porque no existe estudios previos para la identificación y caracterización de componentes mineralógicos mediante la aplicación de la técnica de microscopía polarizada, por lo que surge la necesidad de generar la información pertinente como base sólida que servirá como antecedente para futuras investigaciones de gran importancia y valor económico para el desarrollo de futuros proyectos mineros, así como la necesidad de conocer los procesos de formación de minerales con valor económico.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis de la investigación

La caracterización petromineralógica influye de forma positiva de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Se determinará el estudio mineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.
- Se interpretará el estudio petrominerográfico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.
- Se identificará la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.

1.6. Identificación de variables

1.6.1. Variables independientes

Técnica de la microscopía polarizada

1.6.2. Variables dependientes

Caracterización petromineralógico

1.7. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN OPERACIONAL		
		DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	INDICADORES
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Técnica de microscopía óptica</p>	<p>Es una importante herramienta empleando el “Microscopio de polarización” usado en las investigaciones geológicas, dando aporte a la determinación de minerales, descripción de texturas, identificación de tipos de rocas, alteraciones y asociaciones de minerales de mena, entre otras aplicaciones.</p>	<p>Herramienta de la geología que determina los minerales, describe texturas, identifica los tipos de rocas, alteraciones y asociaciones de minerales de mena mediante un microscopio de polarización.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades ópticas con luz transmitida. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Color ✓ Pleocroísmo ✓ Relieve ✓ Anisotropía ✓ Color de interferencia ✓ Extinción ✓ Flongación
			<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades estructurales con luz transmitida. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tamaño ✓ Morfología ✓ Clivaje ✓ Maclas ✓ Zonamiento

			<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades ópticas con luz reflejada. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Color pleocroísmo ✓ Reflectancia ✓ Anisotropía ✓ Reflexiones internas
			<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades estructurales con luz reflejada. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dureza relativa ✓ Tamaño ✓ Morfología ✓ Clivaje ✓ Maclas ✓ Zonamiento
<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Caracterización petromineralógica</p>	<p>Es el resultado mediante ilustraciones del estudio de la petrología y mineralogía conjuntamente, además muestra la textura de las asociaciones roca-alteración-mena, tanto a escala macroscópica como microscópica.</p>	<p>Resultado del estudio de la petrología y mineralogía conjuntamente, de las texturas de las asociaciones roca-alteración-mena, a escala macroscópica y microscópica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis macroscópico 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Color ✓ Peso ✓ Dureza ✓ Textura ✓ Estructura ✓ Cristalinidad

			<ul style="list-style-type: none">● Análisis microscópico	<ul style="list-style-type: none">✓ Secciones delgadas✓ Secciones pulidas
--	--	--	---	--

Fuente: *Elaboración propia*

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Nacionales

La tesis titulada: “Caracterización petro-mineralógica de las vetas cercanas al distrito minero San Juan de Chorunga - Arequipa - Perú - 2020” tiene como objetivo describir las características petro-mineralógicas, asociaciones mineralógicas y texturales para definir el tipo de yacimiento al que pertenece el distrito minero de San Juan de Chorunga, llegando a la conclusión que existe una secuencia paragenética de minerales de mena y ganga, la presencia del oro tiene una afinidad alta de Fe (hierro) y este se emplaza en oquedades de pirita. Teniendo las trazas de minerales base: galena, calcosita, covelita y calcopirita indicando la presencia de una posible zona de transición y de acuerdo a ello lo catalogaron como un yacimiento de tipo mesotermal (1).

En la tesis titulada: “Caracterización físico química y mineralógico de polisulfuros en la recuperación de oro por cianuración en el prospecto Canteño 2 - Lima - 2019”, tiene como objetivo: desarrollar un modelo de caracterización físico químico y mineralógico en la recuperación de oro por cianuración en el prospecto Canteño 2, llegando a la conclusión de que las pruebas de caracterización mineralógica y cianuración experimental, demostraron obtener recuperaciones con valores de 88 % de oro, siendo muy cercano a los minerales oxidados con contenidos de oro mediante pretratamiento con peróxido de hidrógeno al proceso, por lo que lo catalogaron como un yacimiento prometedor (2).

En la tesis de investigación titulada: “Caracterización mineralógica de la calcopirita y su impacto en la producción de concentrados de cobre en Minera Estefany S.A.A. - Pachacayo - Jauja - 2019”, tiene como objetivo principal: estudiar la caracterización mineralógica de la calcopirita en la producción de concentrados de cobre en Minera Estefany S.A.A. y determinar el ratio de concentración entre minerales y su formación geológica para elaborar el sistema de extracción y procesamiento, concluyendo que: las pruebas realizadas sobre la caracterización mineralógica, así como la flotación experimental, demostraron obtener concentrados de 24 % de cobre con un ratio de 4,16 siendo muy distante a las emisiones de la planta concentradora que permite procesar minerales. Las muestras presentaron apreciables cantidades de cobre en minerales sulfurosos: covelita, bornita y calcopirita por lo que se diseñó el sistema de caracterización mineralógica y posterior flotación experimental (3).

En la tesis de investigación titulada: “Caracterización mineralógica en especímenes obtenidos de dos epitermales en la región Arequipa”, su principal

objetivo de estudio fue realizar la caracterización mineralógica de dos depósitos metálicos auríferos pertenecientes a la región Arequipa, dando un aporte sobre ensambles mineralógicos, texturas, ensambles de alteración, estudiando muestras de roca y mineralización a detalle”. Llegando a la conclusión que “Se caracterizaron 19 muestras, de los cuales 9 muestras resultaron corresponder a un sistema epitermal de alta sulfuración diferenciados por la presencia de sílice residual oquerosa y alunita, siendo minerales de alta acidez en el ambiente de su formación, mientras que las otras 10 muestras restantes a un sistema epitermal de sulfuración intermedia evidenció la presencia de sericita, un mineral de alteración proximal de este tipo de epitermal y la ausencia de la textura de sílice vuggy en este medio de formación” (4).

La tesis titulada: “Caracterización petromineralógica y geoquímica del Skarn de Mármol de Quiquijana (Provincia de Quispicanchi - Cusco)”, tiene como objetivo de estudio determinar las características petrográficas, mineralógicas, geoquímicas y paragenéticas del skarn de mármol de la localidad de Quiquijana. Concluyendo que: “La caracterización petromineralógica de arenisca mostró la presencia de minerales de hematita, las rocas calizas presentaron mineralización de hierro en las fracturas, la pirolusita en el mármol, la hematita en rocas intrusivas y la calicita en rocas volcánicas, la presencia de estos minerales indicaron que la formación de skarn de Fe afectó a las rocas existentes en el lugar de estudio, la asociación mineral del skarn de Fe presentó una mineralización de diópsido, anfíbol, epidota y clorita en la roca diorita y granate grosularia en la roca intrusiva y volcánica. La caracterización geoquímica mostró que la roca volcánica corresponde a una composición traquita a traquiandesita correspondiente a un magma alcalina y de un ambiente tectónico de subducción, la roca intrusiva la clasificaron como una monzonita y el magma como toleítico” (5).

En la tesis de investigación: “Caracterización petromineralógica de las Ignimbritas en la quebrada de Añashuayco, Arequipa”, tiene su principal objetivo el caracterizar petromineralógicamente las Ignimbritas de la Quebrada Añashuayco para determinar su composición química, sus principales aplicaciones industriales y clasificarlas de acuerdo a sus características texturales observadas. Concluyendo que “A partir de los constituyentes de las Ignimbritas se determinaron que contienen 12 % de fenocristales de plagioclasas, 3 %, de biotitas, 8 % de líticos, 3 % de pómez y la matriz se conforma del 74 % en relación a los fenocristales y la matriz para la caracterización. Con la caracterización petromineralógica de las Ignimbritas lograron diferenciar y evidenciar cuatro

aspectos texturales en la zona de estudio: Textura Piroclástica, vitroclástica, porfídica, vitrofídica y esferulítica – vacuolar” (6).

La tesis de investigación titulada: “Caracterización mineralógica del yacimiento de la mina Garrosa (Veta Lucía) Paraje Quebrada Honda - provincia de Carhuaz - departamento de Ancash”, tiene como objetivo: determinar las zonas de mineralización de interés económico en la VETA Lucia, aplicando la caracterización geológica, con información geológica de muestras especiales y la relación existente entre sus minerales de mena. Llegando a la conclusión que: “La veta Lucia presenta dos zonas de interés económico tanto en la parte Sur como en el Norte del yacimiento. Determinaron que es un yacimiento Epitermal de baja Sulfuración debido a la presencia de minerales típicos e identificaron tres eventos de mineralización: Evento Estéril brechado, evento con cuarzo de origen hidrotermal relacionado a los minerales de mena y el último evento de reemplazamiento. Existe una buena relación de la Ag con el Pb (0.891) pero con entre la Ag y el Zn (0.513) y el Pb y el Zn (0.458)” (7).

En la tesis de investigación titulada: “Caracterización mineralógica para el proceso de producción de concentrado de cobre en un yacimiento Pórfido - Skarn del Batolito Andahuaylas - Yauri”, su principal objetivo de estudio es determinar las características mineralógicas de muestras compósito de baja recuperación de mineral provenientes del proceso de producción de concentrado de cobre, desarrollado en un yacimiento de tipo Pórfido - Skarn. Se concluyó que “El afloramiento cuerpo de Skarn contiene especies minerales de arcillas y cloritas que afectan la muestra de cabeza del material para el proceso de concentrado de cobre, estas especies siguen en concentraciones influentes para provocar los valores bajos de recuperación (menor a 80 %). La presencia de especies minerales ganga sw 23.06 % del total de la muestra de concentrado de cobre final genera insolubles bajando la calidad del concentrado de cobre.” (8).

En la tesis de investigación titulada: “Caracterización del macizo rocoso con sondaje diamantina en el proyecto del tajo norte de la compañía minera Buenaventura S.A.A. el Brocal - Colquijirca - Pasco, 2019”, tiene como objetivo principal determinar la calidad del macizo rocoso aplicando el logueo geotécnico en sondaje diamantino con recuperación de testigos y diseñar un dren subhorizontal en la perforación para depositar las paredes del tajo en una primera fase, con el fin de capturar el agua subterránea a elevaciones superiores, que naturalmente descargan a partir del nivel 4150 al 4174 (pared de tajo). Concluyendo que “La caracterización del macizo rocoso se clasifica en 3 block de acuerdo a la calidad de la masa rocosa: De (0.00 m – 72.40 m) el macizo rocoso

tuvo una puntuación de RMR de 29 a 35 y el tramo desarrollado en este proyecto es de mala calidad, de (72.40 m – 100.90 m) el macizo rocoso tuvo una puntuación de RMR de 40 a 45 y el tramo desarrollado en este proyecto es de una calidad regular y de (100 m – 150.60 m) el macizo rocoso tuvo una puntuación de RMR de 40 a 45 con un tramo desarrollado en este proyecto de mala calidad. En relación a los caudales del dren fueron muy favorables ya que tuvieron un caudal promedio final de 0.80 L/S resultando una gran ayuda para despresurizar las paredes del tajo” (9).

La tesis de investigación titulada: “Caracterización mineralógica e implicancias geometalúrgicas en el yacimiento Pórfido - Skarn del Batolito Andahuaylas - Yauri”, tiene como objetivo de estudio realizar una caracterización mineralógica con un enfoque geometalúrgico en cuatro muestras, tres en intrusivos y uno en skarn de magnetita del yacimiento pórfido - skarn del Batolito Andahuaylas. Se concluye que “La mineralización de cobre en intrusivos está conformada con mayor predominancia por sulfuros primarios calcopirita, sulfuros secundarios bornita – covelita, el skarn de magnetita está conformada principalmente por calcopirita y trazas de bornita. No es factible el tratamiento metalúrgico de la Cuarzomonzodiorita PM-1 y de la Monzodiorita (DIO) de baja ley debido al alto contenido de carbonatos y arcillas. Esta caracterización mineralógica fue relacionada con pruebas metalúrgicas obteniendo gráficos comparativos con regresiones lineales que identifican de manera implícita su importancia y afección en proceso.” (10).

La tesis de la investigación titulada: “Caracterización petrológica de las muestras de roca con el analizador XRF portátil Niton XL5 para contribuir a la ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida, distrito de Suitucancho - Yauli - Junín”, tiene como objetivo de estudio caracterizar petrológicamente las muestras de rocas para identificar nuevos targets de exploración basándose en el análisis de concentración de elementos mediante el uso de nuevas tecnologías. Se concluye que “Se presentan rocas carbonatadas y basálticas, según el análisis químico elemental se correlaciona los elementos Ca-Mg para rocas carbonatas caracterizando las muestras como dolomías y calizas, también se correlaciona Fe-Mg para rocas máficas caracterizando las muestras como rocas basálticas. La concentración del elemento Zn presenta valores de (4.68 ppm - 920 ppm) teniendo más afinidad en las muestras basálticas y dolomías, pero el elemento Pb presenta concentraciones de (0 ppm - 45 ppm) representando altos valores en dolomías y calizas” (11).

2.2. Generalidades

2.2.1. Ubicación

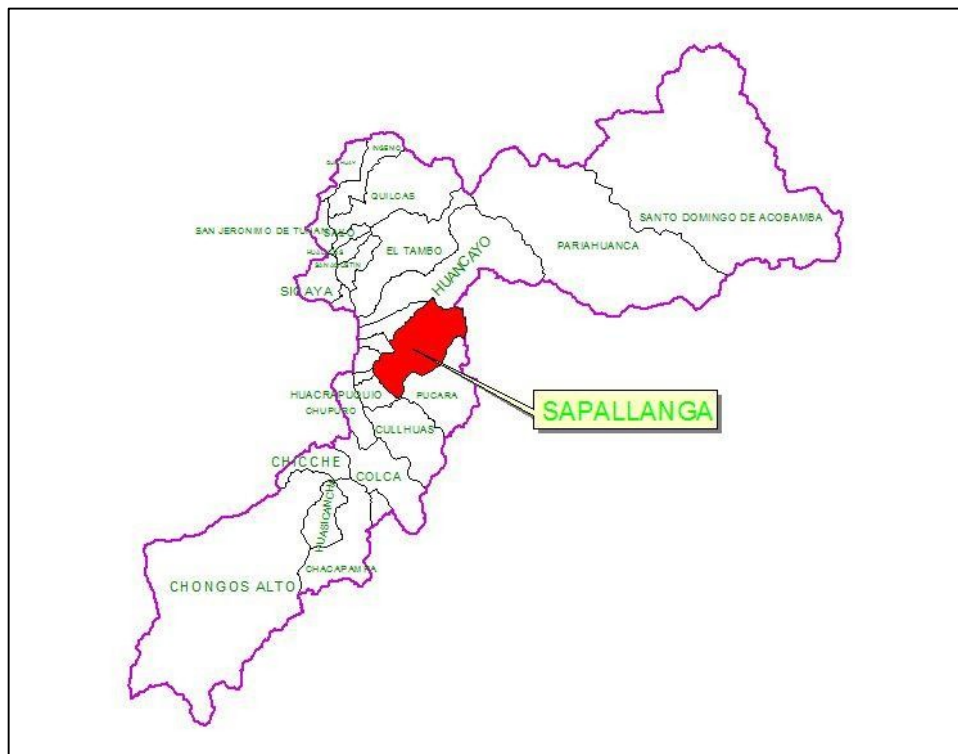
La concesión minera metálica Alturas Miraflores está ubicada en la provincia de Junín y limita al Norte entre el distrito de Chilca y el distrito de Huancán, por el Este con Huancavelica, por el Sur con Pucará y por el Oeste con Huayucachi y Huacrapuquio.

Tabla 2. *Coordenadas geográficas de la concesión minera*

LONGITUD OESTE	75°09'21"W
LATITUD SUR	12°08'09"S
ALTITUD	3284 m.s.n.m.

Fuente: *Propia*

Figura 1. *Ubicación de la concesión minera*



Fuente: *Google Maps de la Municipalidad Distrital de Sapallanga.*

2.2.2. Accesibilidad

El acceso más sencillo para llegar a la concesión metálica está a unos 33 minutos vía terrestre, los paraderos se ubican el Mercado Modelo de Huancayo y en la Calle Real con el Jr. Huánuco.

Vías de acceso a la zona de investigación (Concesión Minera Metálica en las Alturas de Miraflores).

Tabla 3. Accesibilidad

Desde	Hasta	Distancia	Tiempo	Tipo de vía	Servicio de transporte
Huancayo	Sapallanga	8 km.	32 min.	Carretera asfaltada	Ómnibus Autos Camiones
Sapallanga	Miraflores	6.5 km.	10 min.	Carretera afirmada y asfaltada.	Camiones Autos

Fuente: *Elaboración propia*

2.2.3. Vegetación y clima

2.2.3.1. Vegetación

En las alturas de Miraflores podemos encontrar diferentes tipos de vegetación que crecen en la zona, así como el Ichu, helecho, musgo, maguey, llantén, diente de león, cicuta, sábila, cola de caballo, ortiga, valeriana, chancapiedra, berros, muña, amargón, paico, manzanilla, hinojo. Siendo los más resaltantes en esta variedad: el orégano, cedrón, ruda, clavel, lirio, geranio, retama, mutuy, cantuta, guinda, sauco, eucalipto, pino, ciprés, melocotón, ciruela, pera.

2.2.3.2. Clima

Originalmente es de un clima templado con temperaturas que llegan a medir hasta 4 grados centígrados desde la fecha de mayo a junio y posteriormente llegan a medir hasta 22 grados centígrados.

Tabla 4. *Temperaturas por estaciones del año.*

Estación	Inicio y culminación (Fechas)	Características	Promedios de temperatura
Primavera	23 de setiembre hasta 23 de diciembre.	El clima es templado, comenzando las lluvias al culminar esta estación.	23.6° - 13.12°C
Verano	22 de diciembre hasta el 22 de marzo.	Lluvias y granizadas.	13.12°C – 0°C
Otoño	23 de marzo hasta el 22 de junio.	Fuerte sol y el viento bastante frígido.	Medio día: 23.6°C. Mañanas y tardes: 4.3°C – 0°C
Invierno	23 de junio hasta 23 de setiembre.	La temperatura hasta bajo cero.	4.3°C – 0.4°C

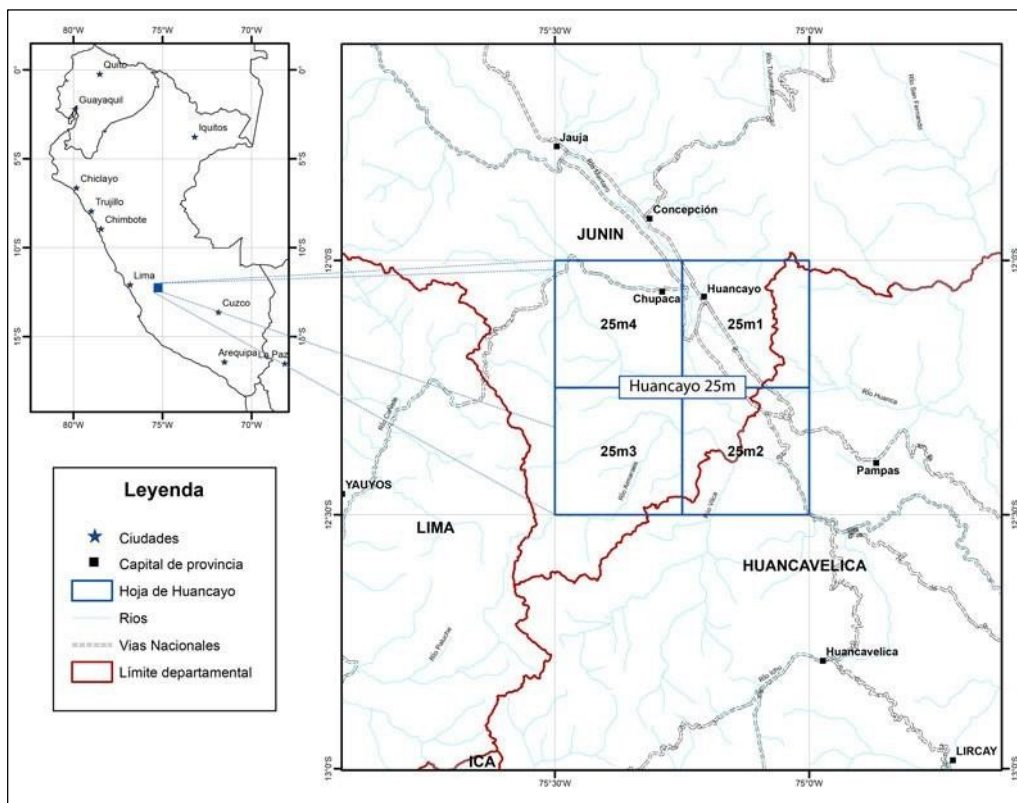
Fuente: *Elaboración propia*

2.2.4. Geología

2.2.4.1. Geología regional

En cuanto a estudios geológicos regionales se debe mencionar el Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional N° 19 que contiene el estudio del cuadrángulo de Huancayo (25-m) a escala 1/50 000 de la Dirección de Geología Regional del INGMMET. El estudio comprende el cuadrante 1 del cuadrángulo de Huancayo (25m) en el que se encuentra la Cordillera Oriental (15).

Figura 2. Mapa de ubicaciones de los cuadrantes 1, 2, 3 y 4 de Huancayo.



Fuente: Tomada de INGEMMET: Geología del cuadrángulo de Huancayo.

En este acápite se consideran las formaciones geológicas localizadas en la Cordillera Oriental, la información se efectúa desde la formación más antigua hasta la más reciente.

Grupo Excélsior (SD-e): esta unidad está conformada por una litología que consiste de areniscas y lutitas - sedimentos tipo “*flysch*” y de pizarras con intercalación de cuarcitas, en ciertas zonas estos pasan progresivamente a esquistos cloríticos y sericíticos, estratificadas en capas delgadas (1 a 10 cm), la proporción de areniscas a lutitas es muy variable de un sitio a otro, en general el porcentaje de las lutitas excede al de las areniscas, en el ámbito del proyecto, estas rocas afloran al Este y Noreste del poblado de Sapallanga. Debido a la escasa presencia de fósiles braquiópodos se le puede asignar una edad correspondiente al Devoniano (16). Una característica del Grupo Excélsior es su fuerte plegamiento de tipo Chevron. Estas estructuras son más notables en la quebrada Raquina, entre Raquina y Pucapuquio a 2 km al Este de Pucará y en el cerro Lilispata, al Este de la ciudad de Huancayo. En general, el intenso plegamiento isoclinal puede ocasionar confusión al determinarse los estratos ya

que son paralelos tienden a contar comúnmente como capas distintas, lo que afecta al momento de determinar los espesores (12).

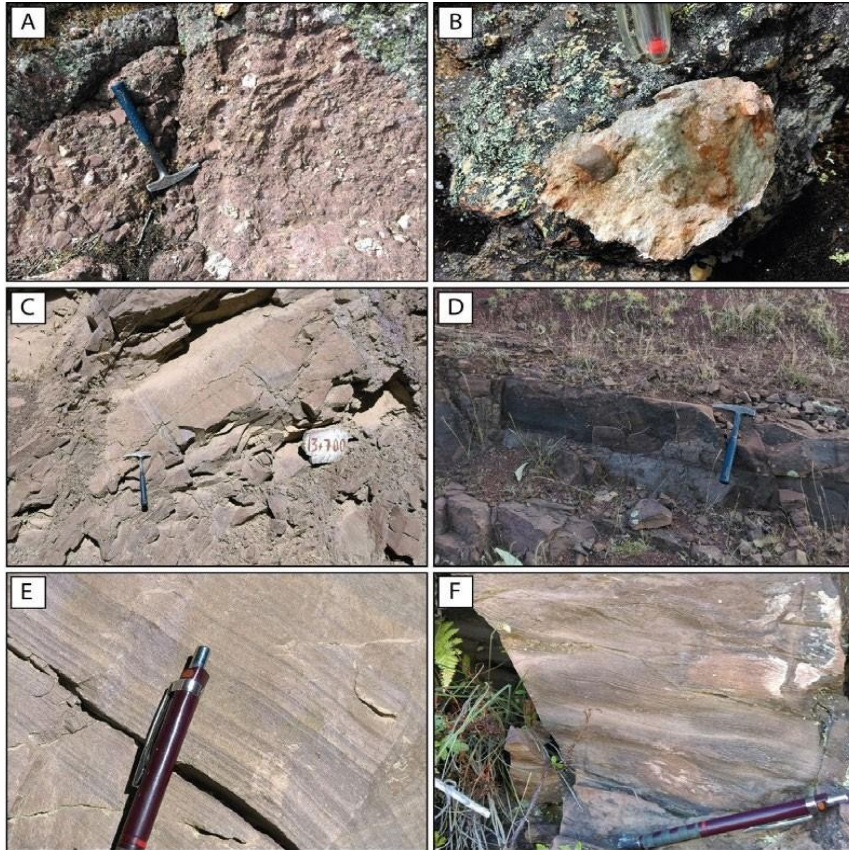
Figura 3. *Pliegues tipo Chevron*



Fuente: *Tomada de INGEMMET*

Grupo Mitu (PET-m): este grupo se presenta con su facies clásicas conocida a través de los Andes, es decir está conformada por tres miembros asociados a determinadas facies características, el miembro inferior está constituido por conglomerados polimícticos con clastos de cuarcitas, areniscas y andesitas, los clastos son subredondeados, matriz arenosa de color gris verdoso, de grano fino (Figura 4. A y B); intercalado con niveles de brechas volcánicas color gris violáceo claro con líticos angulosos de andesitas y derrames de andesitas color gris verdoso oscuro. El miembro medio está compuesto por las facies características del Grupo Mitu, limolitas y areniscas de grano muy fino color rojo ladrillo, pardo rojizo con niveles de limoarcillitas gris rojizo; estos niveles sedimentarios contienen estructuras sedimentarias, tales como laminación oblicua Hummocky (Hummocky cross bedding, Figura 4. F), rizaduras de corriente, laminaciones horizontales y oblicuas (Figura 4. C y E) y algunos niveles superiores con slumps. El miembro superior está compuesto por conglomerados monomícticos con clastos de cuarcita color blanco, en matriz de areniscas de grano grueso con laminaciones oblicuas, estratos de 80 cm a 1 m, en afloramientos color pardo blanco. A este grupo se le asigna una edad correspondiente al Pérmico superior al Triásico inferior (15).

Figura 4. *Características del Grupo Mitu*



Fuente: *Tomada de INGEMMET*

Grupo Pucará (TsJi-p): este grupo consta de una serie sedimentaria conformada por calizas, areniscas, lutitas carbonosas, calizas mudstone gris oscuro con niveles de limoarcillitas calcáreas, margas y sineritas. Este grupo aflora en la parte Noroeste del área de estudio donde los estratos tienen un rumbo Noroeste, además presenta abundante plegamiento de rumbo NO – SE que varía a O - E en el sector NO del cuadrángulo de Huancayo. Basándonos en su posición estratigráfica a este grupo se le asigna una edad del Triásico superior y el Jurásico inferior (15).

2.2.4.2. Depósitos metálicos

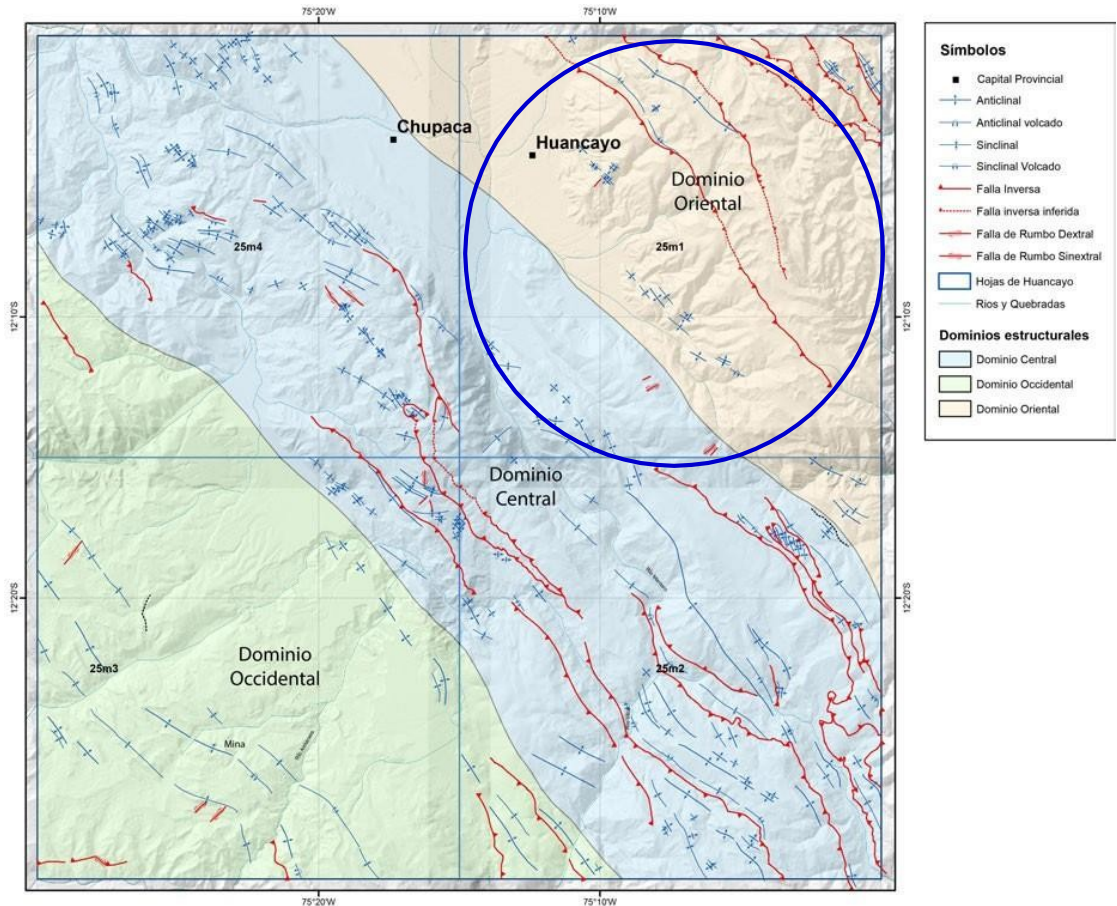
Los depósitos polimetálicos de la Cordillera Oriental, están ubicados en la Cordillera Oriental en la hoja 25m1, en las localidades de C° Jatun Urco y C° Japallinya a lo largo de la vía Huancayo – Wari. Estos depósitos están vinculados al Grupo Mitu y la Formación Chambará son depósitos polimetálicos con minerales de cobre, fierro y zinc, su mineralización posiblemente está asociada al cambio de facies de las molasas continentales del Grupo Mitu con las calizas mudstone del Grupo Pucará. Las mejores

concentraciones de minerales se ubican en el contacto de estas dos unidades, entonces las calizas actuarían como un nivel sello para la mineralización.

2.2.4.3. Geología estructural

Mégard clasifica en tres principales dominios (zonas) estructurales en la hoja de Huancayo (25m). El presente trabajo de investigación se encuentra ubicada en el dominio oriental que se caracteriza por la reactivación de fallas paleozoicas las cuales controlan la deformación a lo largo de la Cordillera Oriental. Por el contrario, el dominio central no se logra observar el afloramiento de unidades paleozoicas, pero se asume que en profundidades estas controlan la deformación de las secuencias mesozoicas en superficie, por lo que a esta deformación se le sobreimpuesta la acción de la tectónica andina. Finalmente tenemos al dominio occidental en el que se observa un plegamiento simétrico y con ausencia notable de fallamiento.

Figura 5. Principales dominios estructurales



Fuente: Tomada de INGEMMET: *Geología del cuadrángulo de Huancayo.*

Dominio oriental (Noreste): en este dominio afloran rocas Neoproterozoico y Paleozoico que son el basamento de las unidades mesozoicas. Las rocas del Grupo Excélsior están plegadas, estos pliegues son simétricos de tipo Chevron, la frecuencia de estos pliegues es alta a escala de afloramiento, encontrándose discordantes por debajo del Grupo Mitu indicando la presencia de algún evento orogénico del Paleozoico Superior. Este dominio es caracterizado por la inversión de estructuras extensionales anteriores a la orogenia andina, estas fallas representan los bordes antiguos hemigrábenes los cuales han sufrido inversión total, por lo que a esto se le denomina Sistema de Fallas Acopalca- Marcavalle. Por la zona de camino de Huari, las fallas inversas hacen cabalgar a las rocas del Grupo Mitu y esto por encima del Grupo Pucará. El Grupo Pucará se encuentra extremadamente plegado y probablemente asociado a un nivel de despegue en la interfase entre el Grupo Pucará y el Grupo Mitu. (15)

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Microscopía óptica

El tipo de microscopía óptica es una herramienta fundamental sobre todo para aquellos investigadores en el campo geológico de amplia variedad, ya que esta herramienta tiene un papel muy importante para identificar y determinar los tipos de minerales y rocas, la descripción de texturas, la asociación de minerales de mena y las alteraciones (14).

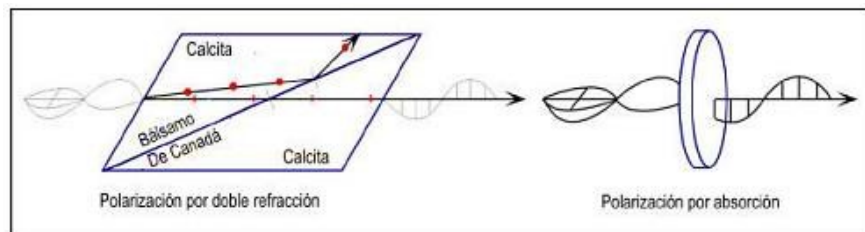
2.3.1.1. La polarización

Se denomina a la luz que emite vibraciones y cuyas vibraciones están confinadas a distintas direcciones espaciales.

Se denomina polarizadores a todos aquellos materiales que tienen la capacidad de convertir la luz blanca en luz linealmente polarizada (14).

Se denomina dirección privilegiada del polarizador a aquella luz que emerge de los polarizadores y hace que vibre paralelamente hacia una dirección en particular. Esta luz linealmente polarizada se obtiene a través de la doble absorción y refracción (14).

Figura 6. *Métodos para obtener luz linealmente polarizada.*

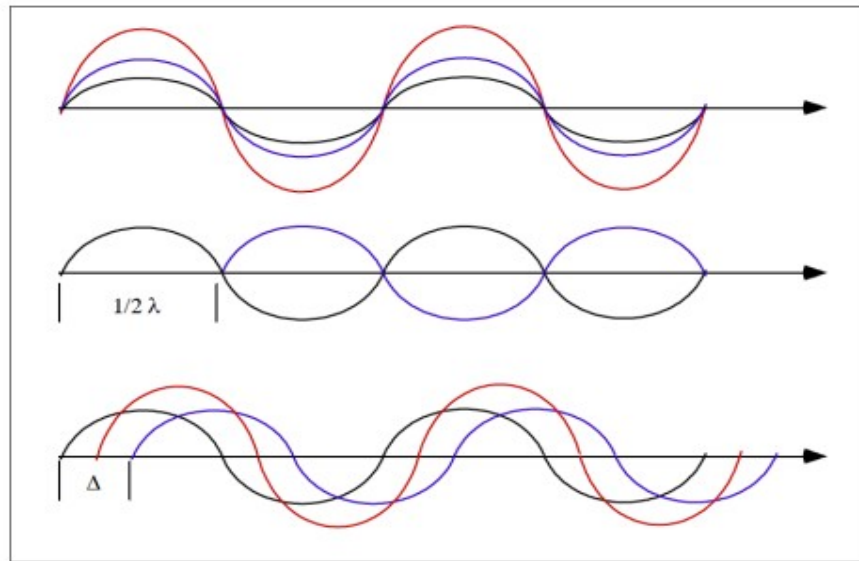


Fuente: Tomada de INGEMMET

2.3.1.2. Interferencia entre ondas luminosas

En el momento en que dos ondas de la misma longitud de onda con diferente intensidad hacen que vibren en el mismo plano y propagarse en la misma dirección, produciéndose el fenómeno de la interferencia, dicho de otra manera, que de las dos ondas se forma una resultante (14).

Figura 7. Representación de dos ondas que interfieren (dibujadas a color negro y azul) y la resaltante (rojo).

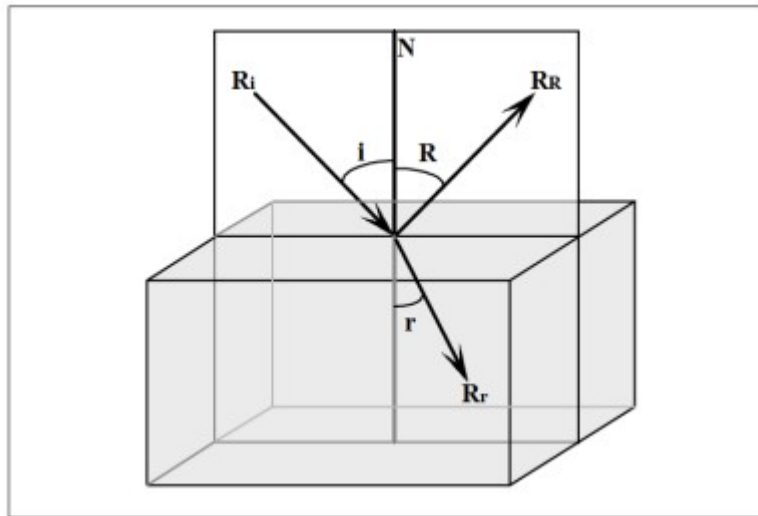


Fuente: Tomada de INGEMMET

2.3.1.3. Refracción y reflexión

La refracción es aquel fenómeno por donde un rayo de luz puede cambiar su dirección de propagación al recorrer de manera oblicua de un medio hacia otro. Se denomina reflexión al fenómeno por donde un rayo de luz puede cambiar su dirección de propagación incidiendo sobre una superficie de separación a través de dos medios siendo incapaz atravesarla (14).

Figura 8. Rayo incidente (R_i), reflejado (R_l), y refractado (R_r) y sus respectivos ángulos con la normal: ángulo de incidencia (i), reflexión (l) y de refracción (r).



Fuente: Tomada de INGEMMET

2.3.1.4. Absorción de la luz y color de transmisión

La absorción de luz se define como la pérdida de intensidad de luz y esto sucede al pasar por algún medio material. La pérdida se debe principalmente a que la energía luminosa sufre transformaciones durante su paso y determina el grado de absorción de la luz que depende en gran medida del espesor del material (14).

2.3.1.5. Cuerpos transparentes, translúcidos y opacos

En el curso de mineralogía microscópica se considera a aquellos cuerpos transparentes y translúcidos que tienen un espesor de $30\mu\text{m}$ y dejan pasar la luz, por lo que su coeficiente de absorción es menor ($k < 4$ en translúcidos y $k < 10^4$ en transparentes), su índice de refracción es menor ($n: 1,4 - 2,4$), su reflectancia es menor ($< 17\%$). En cuanto a los estudios microscópicos de minerales ya sean transparentes como translúcidos, su índice de refracción es de gran importancia mientras que su reflectancia no es de mucha relevancia (14).

2.3.2. Microscopio de polarización

El microscopio de polarización está compuesto por:

- a) Dos polarizadores: el polarizador N°1 está ubicado antes de las muestras, ya que de esta manera se podrá estudiar los objetos con la luz linealmente polarizada. El polarizador N°2 es el polarizador

superior (analizador) que está ubicado entre el ocular y la muestra, permitiendo analizar la capacidad del mineral que hace variar la dirección de la luz linealmente polarizada incidente (14).

- b) Una platina giratoria: permite que la muestra gire y de esta manera la dirección vibratoria de la luz linealmente polarizada incide en las muestras que tienen diferentes orientaciones (14).

El microscopio de polarización para estudios de minerales transparentes presenta un sistema de luz transmitida.

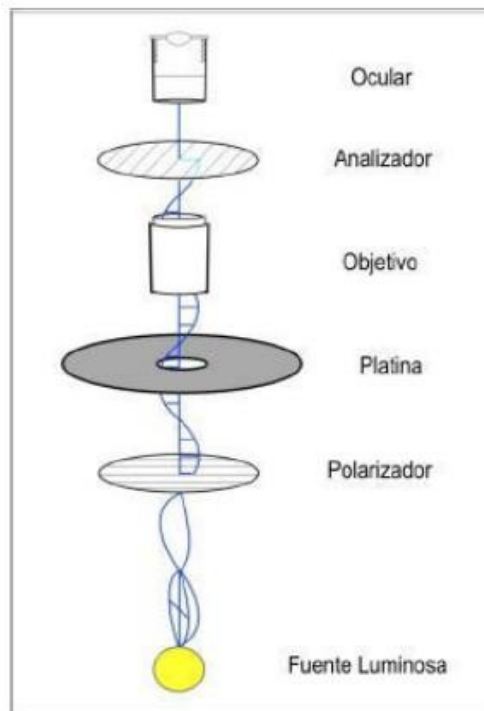
El microscopio de polarización para estudios de minerales opacos presenta un sistema de luz reflejada.

2.3.2.1. Microscopio de polarización de luz reflejada

El microscopio de polarización de luz reflejada se usa para realizar estudios de minerales opacos (cuerpos que no permiten pasar la luz) de manera que también se utiliza para aprovechar sus propiedades ópticas siendo de gran ayuda para ser identificados por su dureza, color, textura, brillo, entre otros (14).

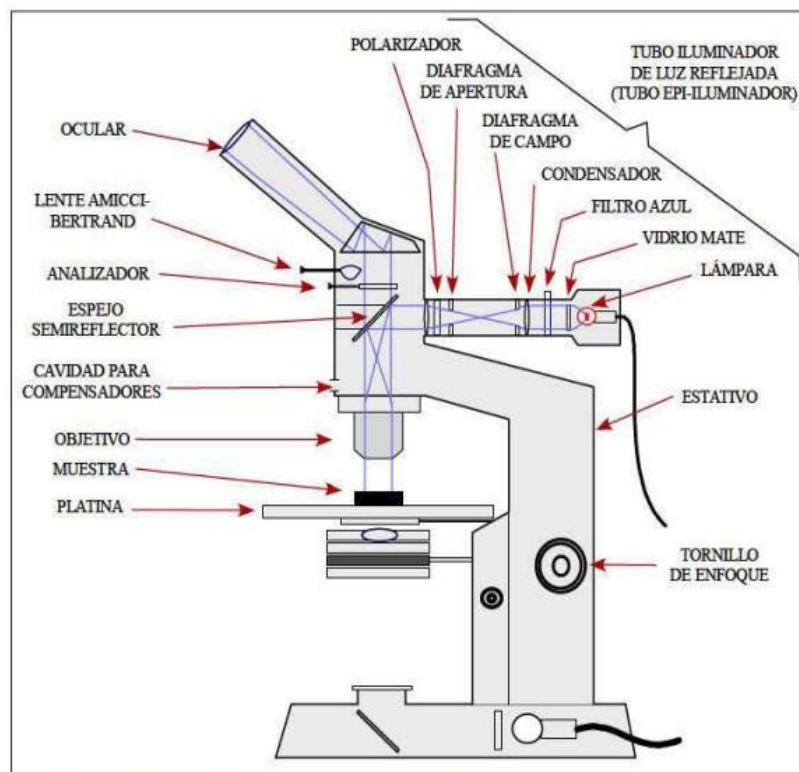
Realizar estudios de minerales opacos mediante este microscopio de polarización de luz reflejada es de gran importancia ya que esta técnica aporta más a las investigaciones de yacimientos metálicos, también es útil para realizar los estudios sobre las relaciones geométricas con las siguientes características: estructuras y texturas, así como la secuencia paragenética, su orden de aparición, sus alteraciones y entre otros. Con ello se tiene la información base para tener una guía adecuada en cuanto a los tratamientos metalúrgicos y realizar planteamientos de modelos genéticos (14).

Figura 9. Esquema del Microscopio de Polarización



Fuente: Tomada de INGEMMET

Figura 10. Microscopio de polarización de luz reflejada

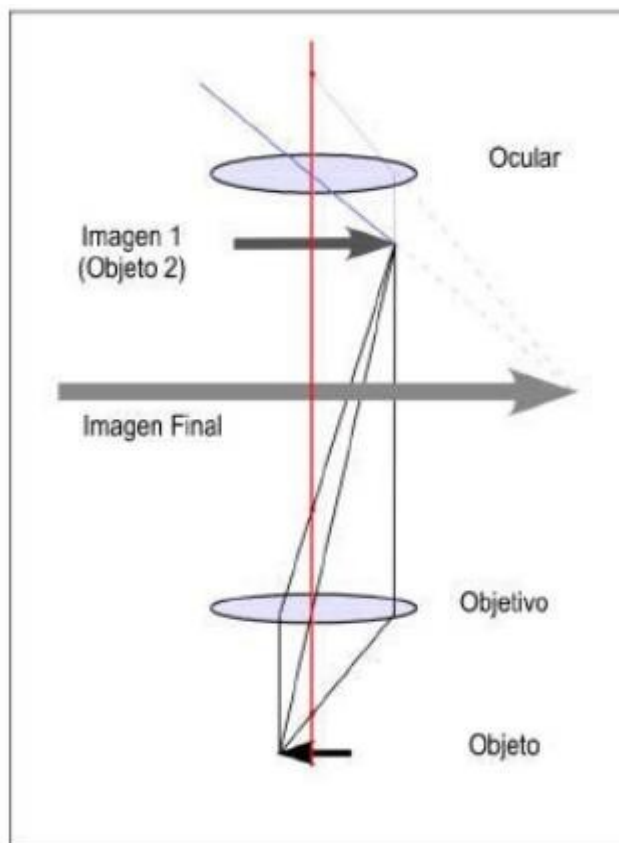


Fuente: Tomada de INGEMMET

2.3.2.2. Microscopio de polarización de luz transmitida

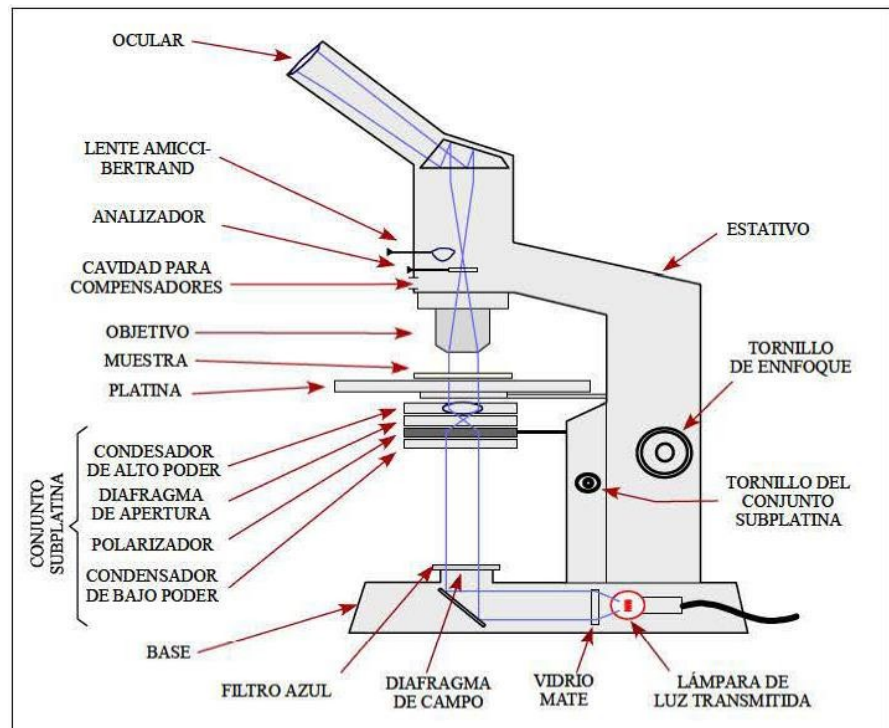
El microscopio de polarización de luz transmitida está constituido de ondas vibratorias de direcciones aleatorias, con la ayuda de un polarizador la luz es polarizada en una sola dirección, si el mineral es cruzado, esta se divide en dos direcciones totalmente perpendiculares entre sí, de manera que esto permite identificar los minerales uniaxiales y biaxiales. La observación de los colores en este microscopio incorporado de un analizador es llamada interferencia y esto varía de acuerdo con el grosor de la hoja y la orientación del cristal ([14](#)).

Figura 11. Esquema del microscopio compuesto



Fuente: Tomada de INGEMMET

Figura 12. *Microscopio de polarización de luz transmitida*



Fuente: *Tomada de INGEMMET*

2.3.3. Preparación de muestras

El microscopio de polarización requiere de una preparación adecuada de la muestra que empieza con una rigurosa selección de la zona a estudiar; esto puede ser una venilla, una capa, la masa fundamental de una roca, etc. Si el objetivo es estudiar minerales transparentes, se debe preparar una sección delgada y si se quiere estudiar minerales opacos, se prepara una sección pulida. Si la muestra es deleznable o muy delicada, será recomendable impregnarla con resina o bálsamo de Canadá al vacío con lo que la muestra adquiere mayor cohesión.

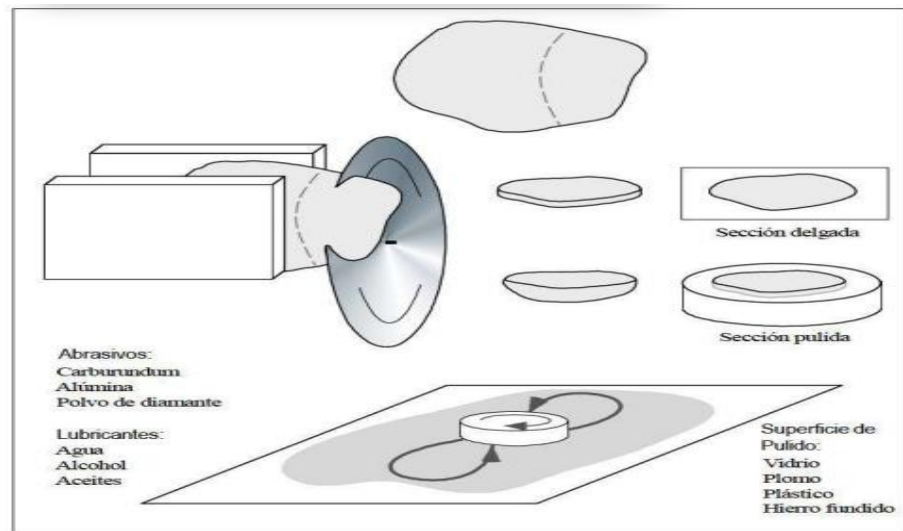
Luego se realiza el corte de la porción seleccionada, si se trata de una sección delgada se deberán realizar dos cortes paralelos con una separación de aproximadamente 1 mm, pulir una cara y pegarla sobre una lámina portaobjeto. Si se desea preparar una sección pulida, el trozo cortado se engastará en una briqueta de resina *epoxy* u otro producto similar.

Luego, las muestras se desgastarán sobre superficies de pulido con abrasivos cada vez más finos empezando con *carburundum* y culminando con alúminas o con polvo fino de diamante.

Con cada abrasivo se trabajará hasta que desaparezcan las irregularidades obtenidas con el abrasivo anterior. En el caso de las secciones delgadas se deberá obtener un espesor de 30 μm , lo cual se comprueba con la coloración del cuarzo visto entre nicoles cruzados.

Por último, la sección delgada será cubierta con una lámina cubre objeto.

Figura 13. Preparación de secciones delgadas y secciones pulidas



Fuente: Tomada de INGEMMET

2.3.3.1. Secciones delgadas

La lámina delgada obtenida debe ser de 30 micras de espesor que proviene a partir de una muestra natural como son las rocas. El uso de las láminas delgadas se remonta a mediados del siglo XIX y para 1860 la técnica para su elaboración se encontraba bastante desarrollada y se aplicaba a distintas disciplinas como la micropaleontología, mineralogía o petrología, actualmente sirve para determinar las alteraciones, la paragénesis, y la composición de la muestra.

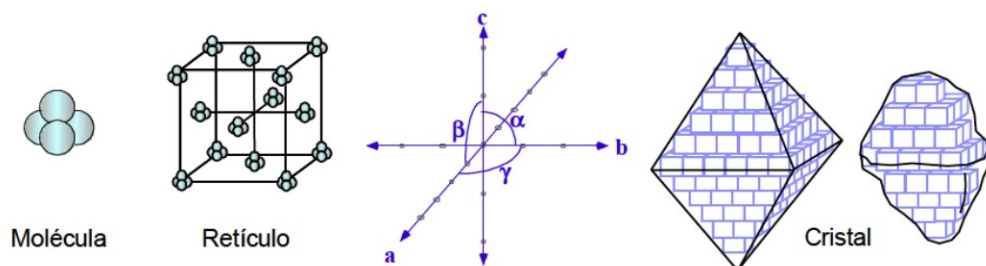
2.3.3.2. Secciones pulidas

Las secciones pulidas se diferencian por elaborarse de una forma distinta y su uso es para la descripción de los minerales opacos como sulfuros u otros. Siendo de gran ayuda para determinar la mineralogía en la paragénesis, grado de liberación, conteo de granos y la composición de la muestra.

2.3.4. Generalidades sobre los minerales

Los minerales se forman por el ordenamiento de elementos con disposiciones tridimensionales específicas y repetición de la molécula elemental a distancias específicas en direcciones específicas. Ello obedece a clases de simetría de los sistemas cristalinos, de tal manera que cada especie mineral presenta una estructura interna propia, la cual se puede manifestar o no en formas externas. El desarrollo de estas formas depende del ambiente de formación.

Figura 14. *Sistemas cristalinos: Desarrollo tridimensional de los minerales*



Fuente: Tomada de INGEMMET

2.3.4.1. Minerales isótropos

El corte que se realice a un mineral isótropico da como resultado secciones con el mismo índice de tamaño en todas las direcciones. además, sea por la orientación del corte se obtiene una sección circular y finalmente, por la posición sobre la platina podrá el rayo de luz (linealmente polarizada) atravesar al mineral sin tener que variar la dirección y vibración, de manera que alcanzará al analizador con dirección de la vibración de forma perpendicular a la dirección privilegiada del mismo y sin cruzar.

2.3.4.2. Minerales anisótropos

Sea cualquier corte en un mineral anisótropo, se podrá obtener dos índices con diferentes magnitudes dispuestos en direcciones perpendiculares entre sí. La dirección de vibración del rayo (linealmente polarizado) puede coincidir con la dirección en la que el rayo pueda atravesar el mineral sin cambiar su dirección de vibración (privilegiada del mineral).

2.3.5. Propiedades ópticas con el microscopio de polarización

En la siguiente tabla se precia las propiedades mineralógicas con el microscópico de polarización.

Tabla 5. *Propiedades ópticas con el microscopio óptico.*

PROPIEDADES ÓPTICAS CON EL MICROSCOPIO ÓPTICO				
TIPOS DE ILUMINACIÓN		TIPOS DE PROPIEDADES	LUZ REFLEJADA	LUZ TRANSMITIDA
Luz Conoscópica	Nicoles cruzados	Ópticas	Signo óptico	Signo óptico
			Carácter óptico	Carácter óptico
				Ángulo 2V
Luz Ortoscópica	Nicoles paralelos	Ópticas	Reflectancia	Relieve
			Biorreflectancia	Color
			Color Pleocroísmo	Pleocroísmo
		Estructurales	Clivaje	Clivaje
			Morfología	Morfología
			Tamaño	Tamaño
			Dureza relativa	
	Nicoles cruzados	Ópticas	Reflexiones internas	Color de Interferencia
			Anisotropía	Anisotropía
				Flongación
				Birrefringencia
				Extinsión
		Estructurales	Maclas Zonamiento	Maclas Zonamiento

Fuente: INGEMMET

2.3.6. Estudio con iluminación ortoscópica transmitida

2.3.6.1. Estudio con nicoles paralelos

- a) **Color:** respuesta cualitativa de intensidad de iluminación constante o uso adicional de un filtro azul claro, como se observaría macroscópicamente.
- b) **Pleocroísmo:** cambio de sus colores e intensidad, puede ser débil, pronunciado o muy fuerte de acuerdo a la dirección y orientación, respecto a la variante de polarización de la luz incidente.
- c) **Determinación del índice de refracción:** relación que existe entre la velocidad de la luz en el vacío, semejanza del índice del mineral que se está estudiando con el índice del entorno en el que se encuentra, posiblemente otro mineral.
- d) **Tamaño:** magnitud, extensión y espesor del cristal.
- e) **Forma:** descripción pictórica del cristal dependiendo de las condiciones del entorno en que estos se han formado.
- f) **Clivaje:** escisión preferencial a lo largo de los planos que contienen los enlaces atómicos más débiles, siendo el resultado de la estructura cristalina.

2.3.6.2. Estudio con Nícoles cruzados

- a) **Anisotropía:** capacidad de algunos minerales para permitir que la luz ingrese entre nicoles cruzados.
- b) **Extinción:** cuando las orientaciones sobresalientes del mineral y del microscopio coinciden, la dirección de oscilación de la luz polarizada linealmente que incide sobre el mineral no cambia al pasar a través de él; por lo tanto, ninguna luz pasa a través del analizador.
- c) **Color de interferencia:** color que se forma por la interrupción de rayos desfasados que emergen de un medio anisótropo.
- d) **Maclas:** grupo regular de dos o más individuos del mismo mineral con diferentes orientaciones y según la ley de simetría.
- e) **Zonamiento:** evolución del cristal permitiendo identificar las diversas variaciones de la composición.
- f) **Inclusiones:** sustancias desconocidas que son retenidas por el cristal durante su formación.
- g) **Alteraciones:** variabilidad de características, la naturaleza o la apariencia de un mineral.

2.3.7. Estudio con iluminación conoscópica transmitida

2.3.7.1. Luz conoscópica

Secuencia de color birrefringente que cruza las bandas oscuras y se compone de un montón de rayos convergentes.

2.3.7.2. La figura de interferencia uniáxica

Consta en una línea isométrica con dos ramas perpendiculares, formando una cruz que permanece sin distorsiones durante la rotación del microscopio.

2.3.7.3. La figura de interferencia biáxica

Consta de dos isogiros, en forma de ramas hiperbólicas, centrados en cada uno de los dos ejes ópticos (se encuentran y se separan durante la rotación del microscopio) y dos grupos de isocromas centrados en los ejes ópticos.

2.3.7.4. Medición del ángulo 2V

La máxima separación entre las curvas de nivel se produce cuando la diapositiva se gira exactamente 45 grados desde una de las direcciones donde se encuentran las curvas de nivel. El punto donde la línea de contorno está más cerca de la curva representa la posición de cada uno de los dos ejes ópticos donde existe el mineral biaxial. Por lo tanto, el intervalo máximo entre las dos curvas es el diagnóstico del ángulo entre los dos ejes ópticos del mineral. Este ángulo se llama ángulo óptico y generalmente se registra como 2V. En algunos casos, conocer el ángulo óptico puede ser una herramienta de diagnóstico útil para distinguir dos minerales que se ven muy similares. En otros casos, 2V varía con la composición química de un mineral dado de una manera conocida y su valor medido puede usarse para estimar la relación entre elementos en la estructura cristalina ([12](#)).

2.3.8. Estudio con luz reflejada

2.3.8.1. Propiedades ópticas que se estudian con luz reflejada

a) Color y reflectancia: área o zona pulida de un mineral producida de los rayos de luz reflejada, medición del porcentaje y cantidad de la luz reflejada.

b) Biorreflectancia y pleocroísmo: máxima diferencia o variación de reflectancia de acuerdo al corte del mineral y posición de la platina, en algunos casos se altera la tonalidad o color.

c) **Anisotropía:** capacidad de algunos minerales para permitir que la luz ingrese entre nicoles cruzados.

d) **Reflexiones internas:** iluminación que accede al interior de los minerales traslúcidos, microfracturas o inclusiones.

2.3.8.2. Propiedades físicas y morfológicas que se estudian con luz reflejada.

a) **Dureza relativa:** evaluación cualitativa que se compara de los efectos del pulido sobre otros minerales donde existe diferente resistencia a la abrasión.

b) **Microdureza Vickers:** propiedad de ser medida cuantitativamente y se refiere a la resistencia de dicho mineral a ser penetrados por un cuerpo extraño.

2.4. Definición de término básicos

a) **Yacimiento:** lugar donde se hallan naturalmente una roca, un mineral o un fósil (15).

b) **Yacimiento mineral:** son aquellas anomalías producto de fenómenos naturales en el que los diferentes procesos geológicos dieron lugar a concentraciones de minerales metálicos y no metálicos que pueden ser extraídas con fines económicos por medio de tecnología avanzada disponibles, materia prima de la sociedad actual para garantizar el desarrollo humano a diario (14).

c) **Polarización:** es una radiación que vibra en todos los planos perpendiculares a la trayectoria, cuyas vibraciones están restringidas a determinadas direcciones en el espacio (14).

d) **Mineralogía:** ciencia que estudia los minerales y la manera en que se combinan, cristalizan, presentan y distribuyen estos compuestos, sus diversas características físicas y químicas, su origen y su distribución en la corteza terrestre está ligada a la geología (que estudia los procesos físicos que determinaron la formación de la Tierra) (14).

e) **Microscopia óptica:** es aquella rama de la ciencia que estudia las propiedades ópticas de los minerales siendo analizados mediante láminas delgadas con un microscopio polarizador (14).

f) **Luz reflejada:** la microscopia de polarización con luz reflejada se utiliza para estudios de minerales opacos que no permiten pasar la luz (14).

g) **Luz polarizada.** Es una luz vibrante, dichas vibraciones son limitadas en ciertas maneras como en planos paralelos o espirales (14).

- h) Alteración.** Son aquellos que se forman por descomposición de un mineral preexistente de la cual comienza verificándose por los bordes o por los planos de debilidad de los granos y en algunos casos en determinadas zonas ([14](#)).
- i) Ópticas.** Es la característica que estudia el color y la reflectancia de un mineral ([14](#)).
- j) Anisotropía.** Es la capacidad de ciertos minerales de dejar pasar luz entre nicoles cruzados ([14](#)).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos, y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la Investigación

El método utilizado en la presente investigación es el Científico, puesto que se llevará a cabo la realización de operaciones, así como los métodos haciendo uso de los conocimientos ya existentes, para lograr satisfactoriamente el objetivo propuesto o encontrar la solución al problema planteado.

3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de la investigación es explicativo y descriptivo, puesto que mediante la aplicación de técnicas de observación y sus respectivos análisis nos permite determinar la caracterización mineralógica del yacimiento metálico estudiado.

3.1.3. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que se propone hacer uso de nuevas herramientas de análisis para la caracterización de tipo mineralógica del yacimiento metálico con el método estudiado.

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la presente investigación es de tipo no experimental - transaccional descriptivo, porque en este tipo de investigación, la recopilación de datos es al instante, en un tiempo determinado y único.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de la presente investigación comprende el área formada por el yacimiento metálico estudiado.

3.3.2. Muestra

El muestreo aplicado en el presente trabajo de investigación es probabilístico - aleatorio simple, donde el muestreo está conformado por nueve muestras recolectadas en la formación del yacimiento metálico de manera aleatoria.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Primero, se realizará la recopilación de información de la zona donde se encuentra la formación del yacimiento metálico; segundo, se realizará un muestreo de campo de la roca para sus respectivos análisis macroscópicos y finalmente, el estudio

microscópico mediante la microscopia óptica polarizada de luz transmitida y reflejada.

3.4.1. Técnicas

- ✓ Recopilación de datos de campo
- ✓ Muestreo en campo
- ✓ Planos geológicos
- ✓ Informes
- ✓ Libros
- ✓ Revisiones bibliográficas

3.4.2. Instrumentos

- ✓ Microscopio
- ✓ Picotas
- ✓ Bolsas de muestreo
- ✓ GPS
- ✓ Brújula
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Grilla
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Laptop
- ✓ Columna estratigráfica de Huancayo

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADO

4.1. Primer análisis con microscopía óptica de secciones delgadas

4.1.1. Muestra de mano recolectada N°1

Figura 15. Muestra de mano recolectada N°1



Fuente: *Elaboración propia*

4.1.1.1. Descripción de la muestra N°1

La muestra N° 1 es una roca ígnea, hipocristalina que presenta una textura porfirítica en matriz afanítica. Los fenocristales de cuarzo (aproximadamente hasta 2 mm de longitud están situados en una matriz de grano muy fino ($<0,05$ mm); la muestra presenta clastos de brecha, fuertemente silicificados, esto ocurre en algunos sectores de la matriz; al contacto con el HCl no se observa ninguna reacción y bajo la presencia del imán de mano no exhibe susceptibilidad magnética; la muestra está atravesada por microvenillas rellenas por limonitas, consecuencia de la circulación de las aguas meteóricas cargadas de óxidos de hierro. Superficialmente se observan costras de óxidos de manganeso.

4.1.1.2. Sección delgada

En sección delgada la muestra N° 2, está compuesta por: 85 % de cuarzo; 5 % de sericita, 3 % de illita, 5 % de minerales opacos (incluida limonita) y 2 % de carbonatos (aparentemente siderita).

4.1.1.3. Fases de Fenocristales

El único mineral que se exhibe como fenocristal es el cuarzo de origen magmático, los que se muestran fuertemente corroídos y asimilados por la matriz, por lo que en ciertas zonas están como remanentes esqueléticos. Corresponde al cuarzo de primera generación (cz I).

4.1.1.4. Matriz

La matriz es de grano fino a microcristalino (< de 0,300 mm) se compone predominantemente de cuarzo de segunda generación (cz II); otro mineral que integra la matriz es la sericita (ser) que está como agregados microlaminares ubicados en los intersticios de los cuarzos (cz II), hay sectores donde la sericita con asociación de illitas están conformando playas, aparentemente como sombras de lo que fueron los fenocristales de plagioclasas, están fuertemente coloreados por las limonitas; los carbonatos, mayormente como microvenillas son parte integrante de la matriz, en ciertos casos se han sobreimpuesto a las sericitas.

Otros componentes:

Como en la muestra anterior consideramos a los clastos de brecha que están integrados por granoblastos de cuarzo, manifestados en forma de playas irregulares y en forma de venillas. Los minerales opacos, los cuales están asociados a las limonitas y posiblemente a los óxidos de manganeso.

4.1.1.5. Orden de Cristalización

Cuarzo I → cuarzo II (secundario, cz II) → sericita → illita → cuarzo III (secundario, cz III) → carbonatos → cuarzo IV (secundario, cz IV) → cuarzo V → opacos (posiblemente pirita) → limonita.

4.1.1.6. Interpretación

La muestra N° 1, ha sido una dacita, de textura porfirítica con matriz de grano fino a microcristalino, lo que evidencia que es una roca en su primera generación, es decir netamente

magmática tuvo o pasó por dos etapas de enfriamiento. Estas etapas se evidencian por la existencia de sombras de fenocristales de plagioclasa, los que actualmente están conformados por agregados microlaminares de sericitas asociadas a las illitas. Otro mineral que nos proporciona el dato para ser considerado dacita porfírica es el fenocristal de cuarzo (cz I), que está intensamente corroído y absorbido por la matriz, presentan extinción ondulante, lo que indica que la roca estuvo sometida a esfuerzos mecánicos, corresponde a la primera etapa de enfriamiento. En seguida están los minerales que corresponden a la segunda etapa de enfriamiento, lo que ocurre durante la evolución de la formación de la roca. Estos son los componentes de la matriz actualmente constituida por el cuarzo II de granulometría fina, está adicionado por el cuarzo III secundario (no magmático) que han reemplazado a los feldespatos primarios de la matriz.

Consecuencia de la intervención del hidrotermalismo tenemos la presencia de cuarzos en diversas formas de depositación, observándose hasta cinco: una de ellas es la que ha reemplazado a las plagioclasa microcristalinas de la matriz; la otra, es la que se manifiesta como microvenillas que atraviesan a la matriz silicificada; otros se manifiestan en microvenillas de mayor espesor que también atraviesan a la matriz microcristalina, entrecruzadas; otra forma, los cuarzos que están como granoblastos de mayor tamaño, integran los clastos de brecha, estos corresponderían a los cuarzos de generación anterior a los de la última etapa, notándose que los de la última etapa son las microvenillas que atraviesan a los clastos.

Otros elementos hidrotermales son las sericitas producto de la alteración de las plagioclasas, también se hallan las illitas y los carbonatos.

Los minerales opacos, posiblemente piritas están diseminados y conforman microvenillas, muchos de ellos por alteración han dado origen a las limonitas.

4.1.1.7. Observaciones

La roca presenta intenso proceso de silicificación, la que está traslapada por el proceso de brechamiento, dando lugar a la presencia de los clastos en sectores cataclásticos.

- a) Textura: Porfidoclástica.
- b) Alteración: la muestra está caracterizada por la alteración de tipo silicificación intensa, además de la alteración mecánica por lo que en ciertas áreas de la roca se observan características de textura cataclástica con trituración de sus elementos que los conforman y donde los cuarzos muestran extinción ondulante y textura plumosa.

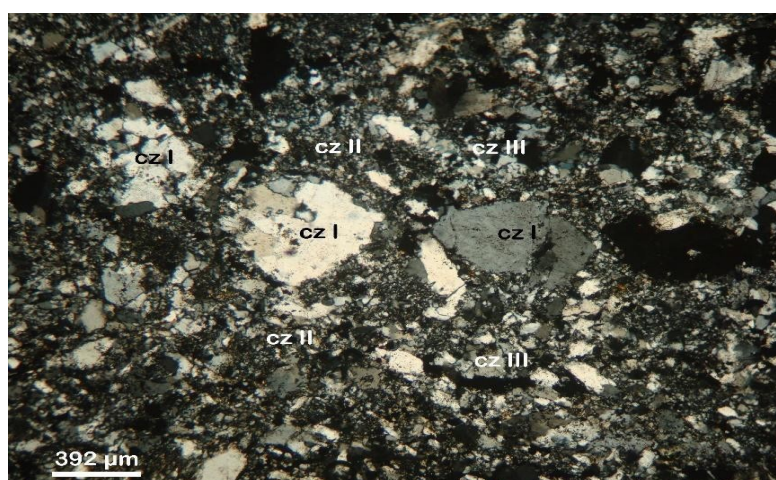
4.1.1.8. Clasificación

Dacita porfirítica metasomatizada

4.1.1.9. Fotomicrografías

- **Fot. 1.** Fenocristales de cuarzo I (cz I) de fase inicial, es decir de enfriamiento lento, están rodeados por la matriz y constituidos por cuarzo II (cz II) de la segunda fase de enfriamiento más rápido y dentro de este último agregado está el cuarzo III (cz III) de origen hidrotermal y que constituyen microvenillas 50X.

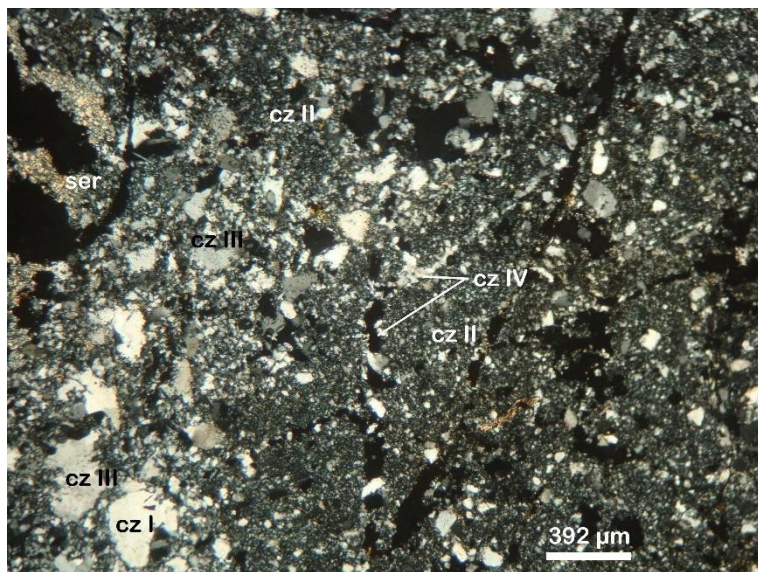
Figura 16. Muestra de mano recolectada N°1 -
Fotomicrografía N°1



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 2. En la parte inferior izquierda se observa al cuarzo I (cz I) de origen magmático, está como remanente tiene el borde redondeado y engolfado; se halla rodeado por la matriz microcristalina de cuarzo II (cz II) y venillas de cuarzo III (cz III) y microvenillas de cuarzo IV (cz IV). En la parte superior izquierda se observa al agregado de sericita (ser) derivado de la alteración del fenocristal de plagioclasa preexistente 50X.

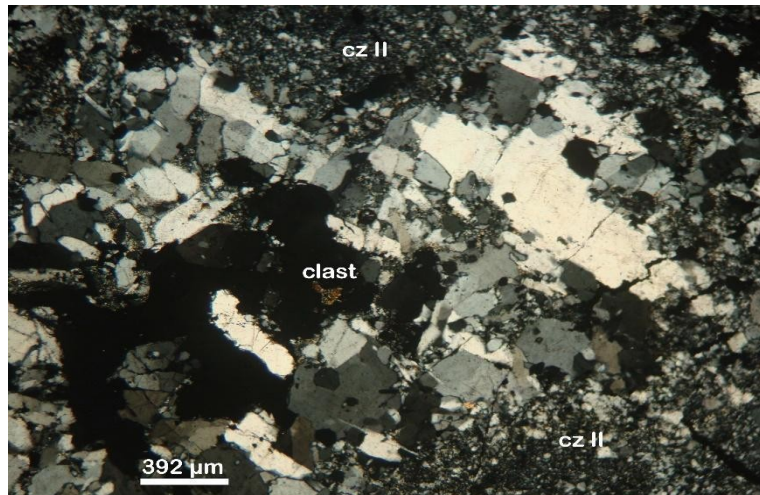
Figura 17. Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 3.** Clasto de brecha integrado por el agregado de cuarzo, está rodeado por la matriz microcristalina de cuarzo II (cz II), con adición de cuarzo hidrotermal 50X.

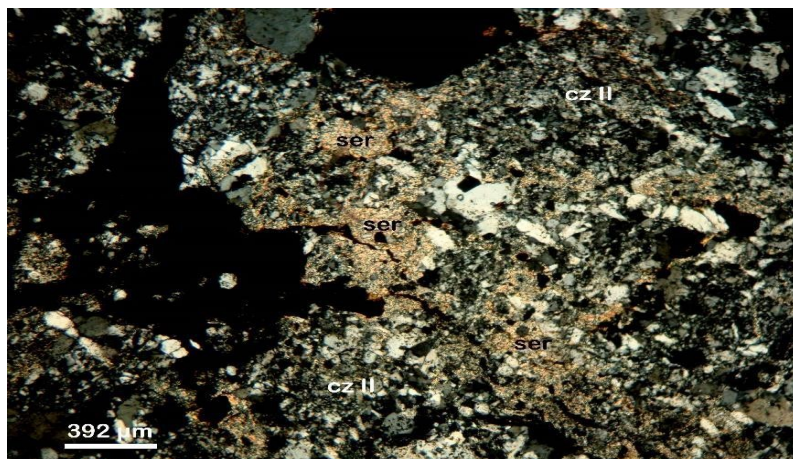
Figura 18. Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Moldes de fenocristales de plagioclasa, están ocupados por el agregado microlaminar de sericita (ser), se hallan envueltos por la matriz microcristalina de cuarzo II (cz II) 50X.

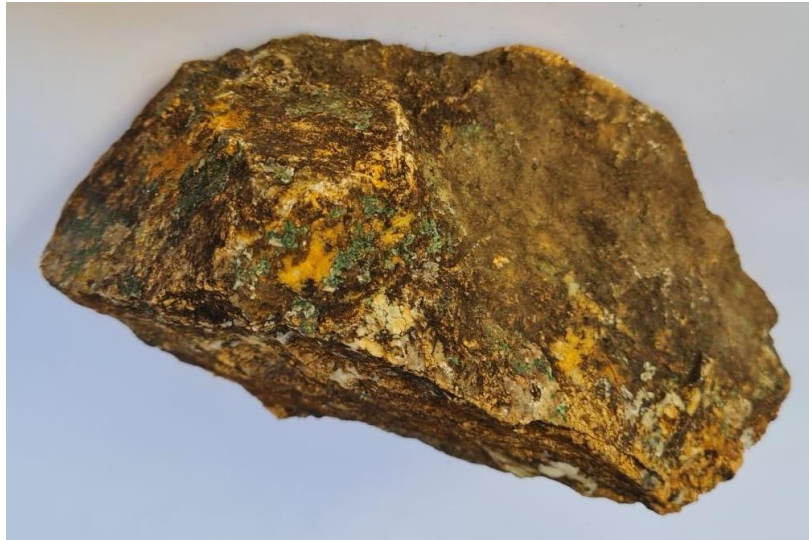
Figura 19. Muestra de mano recolectada N°1 - Fotomicrografía N°4



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

4.1.2. Muestra de mano recolectada N° 2

Figura 20. *Muestra de mano recolectada N°2*



Fuente: *Elaboración propia*

4.1.2.1. Descripción de la muestra N°1

La roca N° 2 es una roca ígnea, hipocristalina, con textura porfírica en matriz afanítica y con estructura masiva. Los fenocristales son de cuarzo ($< 0,50$ mm de longitud) al estar en contacto con el HCl no presenta efervescencia y cuando se somete a la acción magnética del imán de mano no se observa susceptibilidad magnética. Está cubierta por costras de limonitas y óxidos de manganeso.

4.1.2.2. Sección delgada

La muestra N° 2 en sección delgada presenta: plagioclasa 30 %, cuarzo 30 %, sericita 28 %, piroclastos 2 %, arcilla 3 % y minerales opacos (incluido limonitas) 7%.

4.1.2.3. Fases de fenocristales

El cuarzo se presenta como fenocristales con formas subhedrales, cuyos tamaños son $< 2,72$ mm de longitud, están fuertemente corroídos y asimilados por la matriz microcristalina por lo que algunos de ellos muestran bordes engolfados.

4.1.2.4. Matriz

La matriz se halla integrada por minerales de grano muy fino a microcristalino ($< 0,060$ mm de longitud) y se componen mayormente de feldespatos plagioclasas intensamente alterados a sericitas, asociadas a ellas están las arcillas; otro

integrante de la matriz es el cuarzo, el cual ocurre en varias etapas de cristalización, gran parte de la matriz están coloreadas por las limonitas, los minerales opacos se encuentran diseminados y conformando venillas.

4.1.2.5. Orden de Cristalización

Feldespato plagioclasa + cuarzo → sericita → arcilla → cuarzo en varias etapas de cristalización hasta el quinto orden → minerales opacos.

4.1.2.6. Interpretación

La muestra 2 es un piroclasto dacítico de textura porfiroclástica con estructura amigdalar y muestra dos etapas de enfriamiento: la primera, está constituida por los fenocristales de feldespatos plagioclasas, los cuales están intensamente alterados mostrando sus moldes ocupados por las sericitas sobreimpuestos por las arcillas, el fenocristal de la primera etapa de enfriamiento es el cuarzo, como ya se mencionó están intensamente corroídos y absorbidos por la matriz, notándose con formas subhedrales a anhedrales con bordes redondeados; dentro del proceso evolutivo de la roca también están los piroclastos, lo que indica que hubo contaminación, estos piroclastos son de diferente naturaleza caso de andesitas, hipoabisales alterados (posiblemente pórfidos tonalíticos), escasos microfenocristales de biotitas blanqueadas que están dispersas en la matriz, es de origen magmático; la segunda, es aquella que integra la matriz, es decir las plagioclasas microcristalinas y los cuarzos. En cuanto a las plagioclasas estas están fuertemente alteradas a las sericitas y arcillas.

Por lo tanto, el hidrotermalismo que ha afectado a la roca, se nota la presencia de cuarzo de diferentes etapas de cristalización, la primera etapa es aquella que silicificó a muchos microclastos, luego vienen los cuarzos que con diferentes etapas de cristalización se manifiestan en forma de microvenillas. Estos cuarzos, en general presentan extinción ondulante.

Producto del hidrotermalismo están las sericitas originadas por la alteración de los fenocristales de plagioclasa y por las

plagioclasas microcristalinas de la matriz, de igual modo están las arcillas.

Los minerales opacos se encuentran diseminados y algunos conforman las microvenillas afectadas por las aguas descendentes que han dado origen a las limonitas.

4.1.2.7. Observaciones

En ciertas zonas de la muestra se observan piroclastos, los cuales está fuertemente silicificados.

a) Textura: porfírica en matriz microcristalina parcialmente microporfiroclástica.

b) Alteración: la muestra está caracterizada por la alteración de tipo cuarzo - sericitización (alteración fílica) intensa y la alteración mecánica, por lo que en ciertas áreas de la roca se observan características de microbrechamiento con algo de trituración de sus elementos que los conforman y donde los cuarzos muestran extinción ondulante.

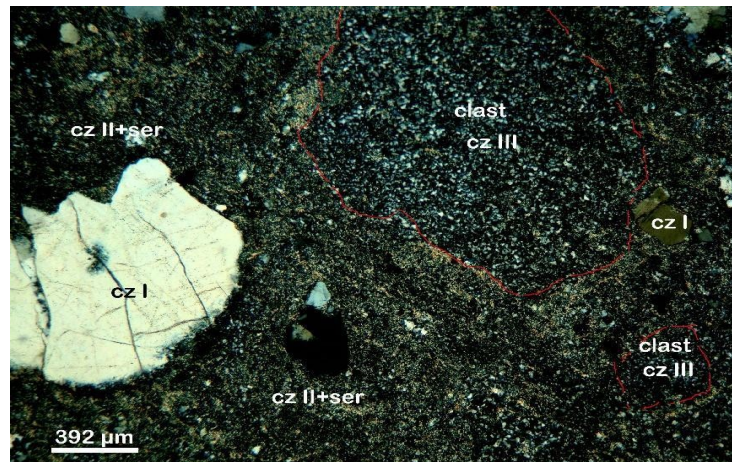
4.1.2.8. Clasificación

Dacita porfírica parcialmente piroclástica.

4.1.2.9. Fotomicrografías

Fot. 1. Fenocristal de cuarzo I (cz I) algo corroído y asimilado por la matriz microcristalina de cuarzo II (cz II) con algo de sericita (ser), dentro de esta matriz se observan clastos constituidos por el cuarzo III (cz III) producto de la silicificación. 50X.

Figura 21. Muestra de mano recolectada N°2 -
Fotomicrografía N°1



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 2. Fenocristales de cuarzo I (cz I) parcialmente aglomerados, moldes de fenocristales de plagioclasa que están ocupados por el agregado microlaminar de sericita (ser) derivado de la alteración de ese mineral. La matriz microcristalina está constituida por la asociación de cuarzo II (cz II) de la segunda fase de cristalización y sericita (ser) derivada de la alteración de las plagioclasas de segunda fase de cristalización (enfriamiento rápido). 50X.

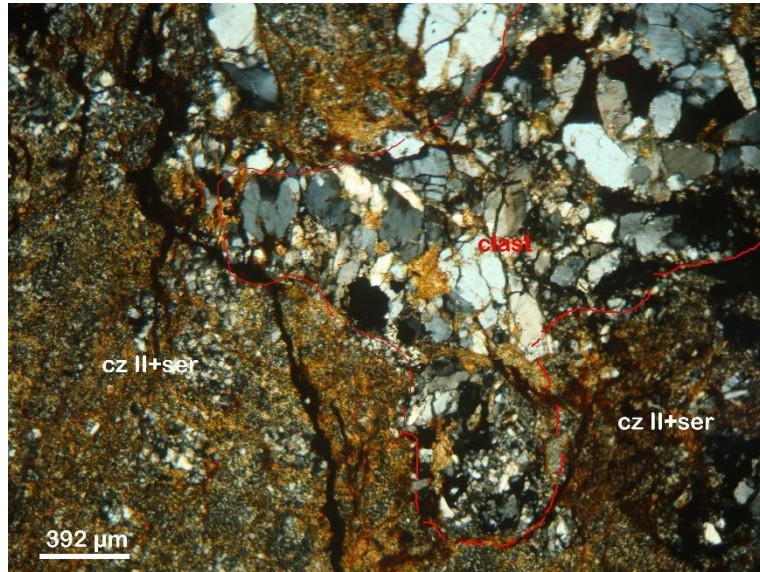
Figura 22. Muestra de mano recolectada N°2 – Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 3.** Clasto integrado por la asociación de cuarzo posiblemente de la tercera fase de cristalización está rodeado por la matriz microcristalina integrada por la asociación de cuarzo II (cz II) de enfriamiento rápido con sericita (ser) producto de la alteración de las plagioclasas que integraron la matriz. 50X.

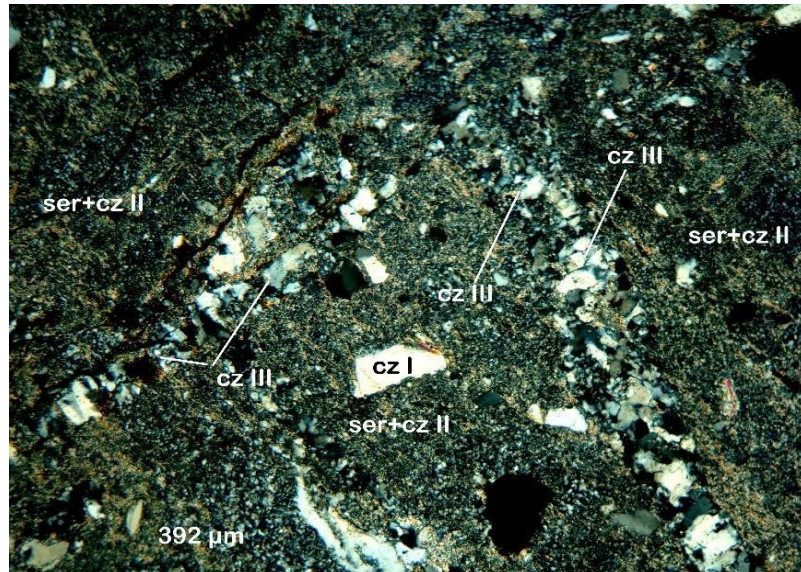
Figura 23. Muestra de mano recolectada N°2 - Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Remanente esquelético de fenocristal de cuarzo I (cz I) de fase uno, cuarzo II (cz II) de fase de enfriamiento rápido asociado a la sericita (ser) originado por la alteración de la plagioclasa de enfriamiento rápido, está atravesado por las venillas de cuarzo III (cz III) netamente de origen hidrotermal. 50X.

Figura 24. Muestra de mano recolectada N°2 - Fotomicrografía N°4



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

4.2. Segundo análisis con microscopía óptica de secciones pulidas.

4.2.1. Muestra de mano recolectada N°3.

Figura 25. Muestra de mano recolectada N°3



Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual

Tabla 6. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°3

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FÓRMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	9.00		CuFeS ₂ /cp
Pirita	3.00		FeS ₂ /py
Calcocita		0.05	Cu ₂ S/cc
Goethita		2.00	FeO.OH/gt
Gangas	85.95		GGs
TOTAL	100.00		

Fuente: *Elaboración propia*

4.2.1.2. Descripción microscópica

Observando la muestra bajo el microscopio petrográfico, se encuentra que está compuesta un 14.05 % por minerales de mena y 85,95 % de minerales de ganga. Se observan sulfuros y óxidos como mineral de mena principalmente calcopirita (9 %), la cual se identifica por su color amarillo latón, su alta reflectancia y su morfología de formas anhedrales, los cuales han obtenido del relleno de las microfracturas; otro sulfuro que se observa es la pirita, la cual se identifica por su color amarillo y su alta reflectancia, al igual que la calcopirita está como relleno de microfracturas, asociadas a las calcopiritas; la calcocita se halla asociada a la calcopirita, consecuentemente está ubicada en la microfractura, se identifica por su color gris azulado y reflectancia media. Los óxidos se hallan constituidos por las goethitas, las que al igual que los sulfuros se hallan ubicados en las microfracturas, asociadas a las piritas y calcopiritas.

4.2.1.3. Paragénesis

a) Depositación hipógena de los minerales

- 1.Pirita
- 2.Calcopirita

b) Depositación supérgena de los minerales

- 1.Calcocita
- 2.Goethita

4.2.1.4. Textura

La asociación de los minerales en esta muestra presenta una textura de tipo relleno de espacio vacíos y de reemplazamiento.

4.2.1.5. Interpretación

La muestra en general presenta una textura masiva brechada, surcado por microvenillas que están rellenas por minerales de origen hidrotermal constituidos por la pirita cuyos granos son de subhedrales a anhedrales, con tamaños hasta de 0,320 mm de longitud, algunos de los granos de pirita están englobados y reemplazados por la calcopirita lo que indica su generación anterior. Las calcopiritas están como agregados granulares de ese modo conforman playas irregulares que están ubicadas en las microfracturas dando lugar a las microvenillas que atraviesan a la muestra en diferentes direcciones, esas playas irregulares en ciertas zonas alcanzan hasta 2,00 mm de longitud. Tanto la pirita como la calcopirita muestran alteración a goethita lo que acontece a partir de sus microfracturas y de algunos de sus bordes, dichas alteraciones se han originado por la circulación de las aguas descendentes que han actuado sobre esos sulfuros.

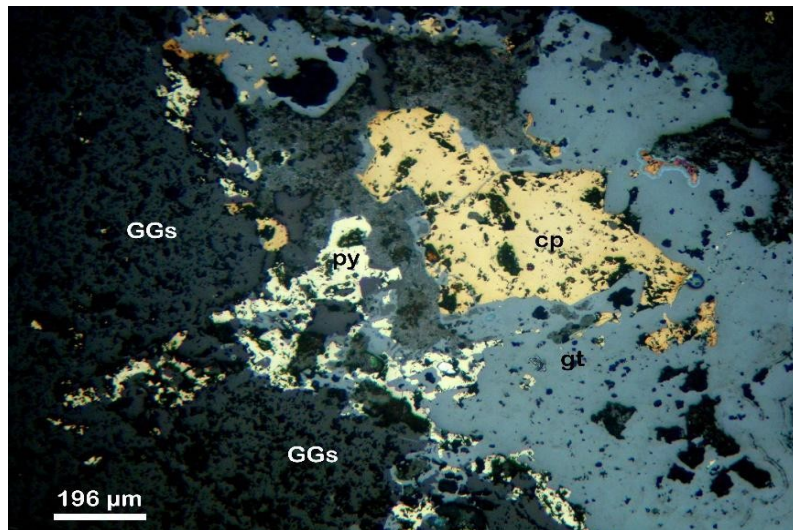
4.2.1.6. Observaciones

Macroscópicamente en la superficie pulida se observan agregados de clastos de cuarzo en cuyos intersticios están los sulfuros con alteración a goethitas y estas han coloreado algunos sectores de los clastos de cuarzo.

4.2.1.7. Fotomicrografías

·**Fot. 1.** Cristales anhedrales de pirita (py) y de calcopirita (cp) rodeados por la gran cantidad de goethita (gt) que se ha originado de la alteración de esos minerales. 100X.

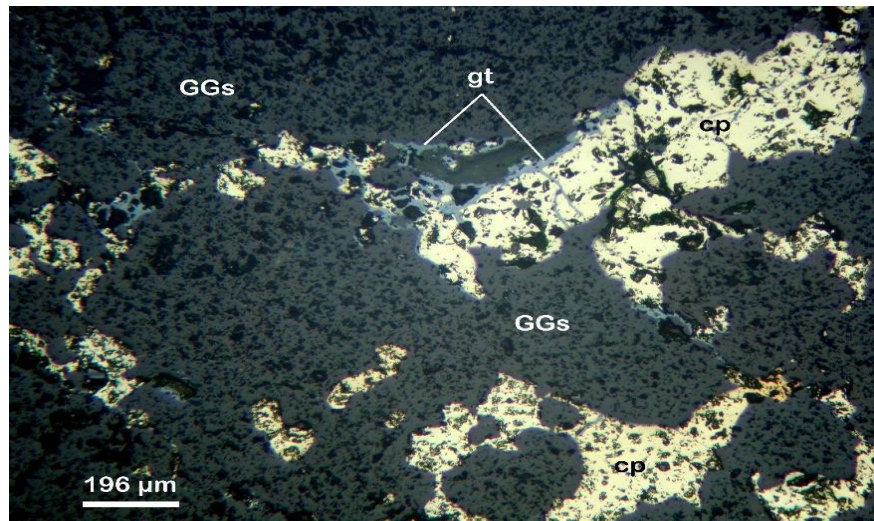
Figura 26. *Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°1*



Fuente: *Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.*

·**Fot. 2.** Calcopirita (cp) como relleno de los intersticios y microfracturas de las gangas (GGs), en algunos sectores muestran alteración a goethita (gt) esto ocurre a partir de sus bordes. 100X.

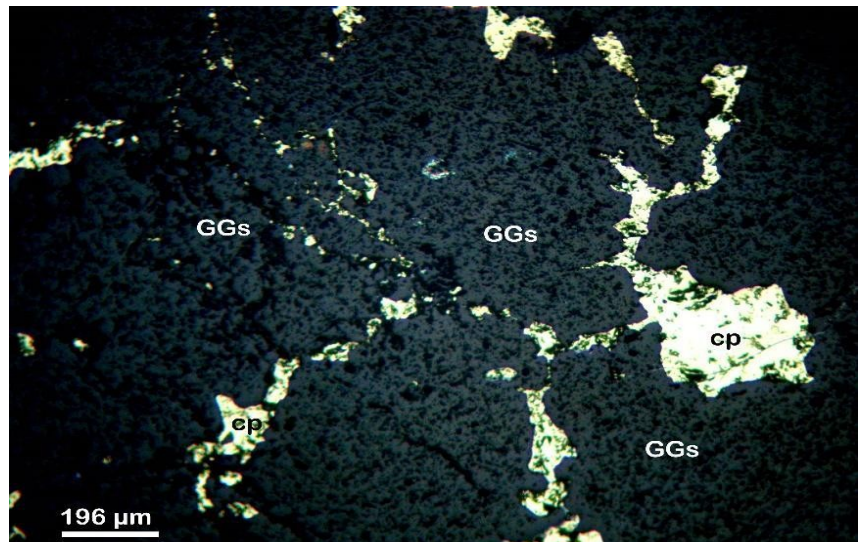
Figura 27. Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 3. Agregados microgranulares de calcopirita (cp) como relleno de los intersticios de las gangas (GGs). 100X.

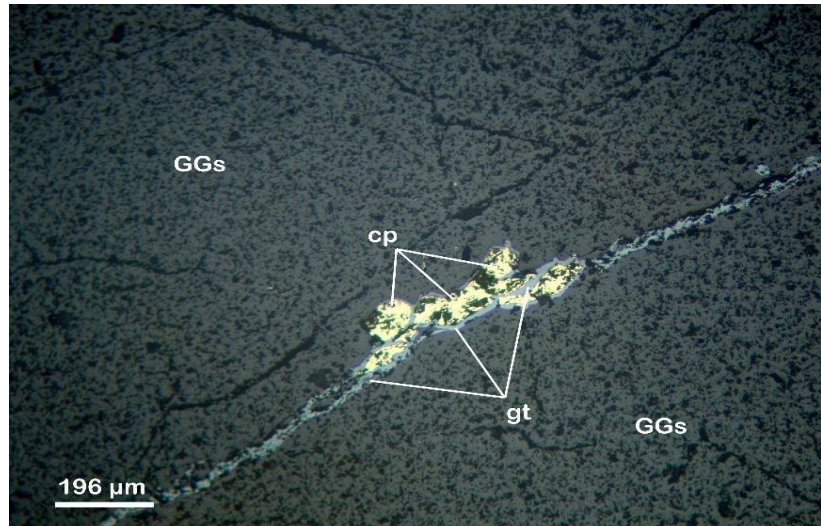
Figura 28. Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Calcopirita (cp) como parte integrante de la microvenilla, presenta alteración a goethita (gt) y está atravesada por la microvenilla de goethita (gt). 100X.

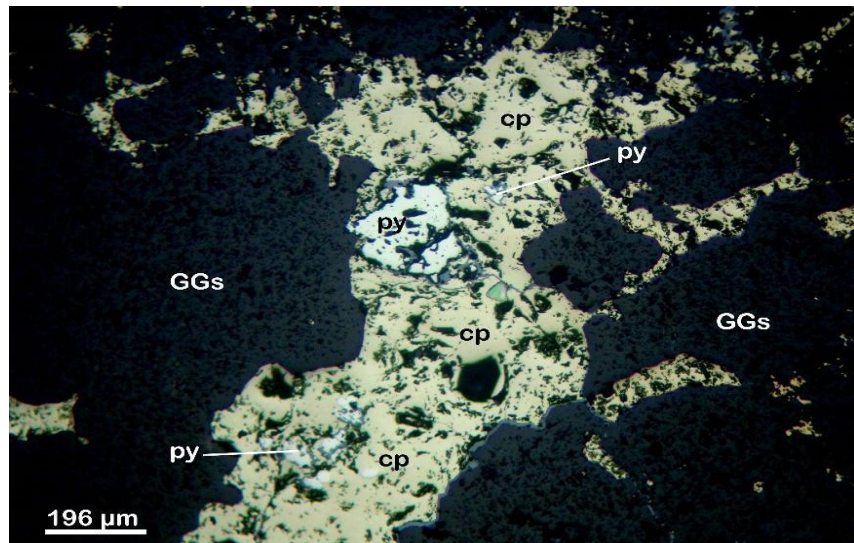
Figura 29. *Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°4*



Fuente: *Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.*

- **Fot. 5.** Agregados microgranulares de calcopirita (cp) que han reemplazado fuertemente a la pirita (py) motivo por lo que la pirita (py) está como islas dentro de la calcopirita (cp), se observa que se ha ubicado en la microfractura de la ganga (GGs). 100X.

Figura 30. Muestra de mano recolectada N°3 - Fotomicrografía N°5



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

4.2.2. Muestra de mano recolectada N°4

Figura 31. Muestra de mano recolectada N°4



Fuente: Elaboración propia

4.2.2.1. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual

Tabla 7. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°4

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FORMULAS Y ABÓEVIATURAS
Calcopirita	2.87		CuFeS ₂ /cp
Pirita	7.57		FeS ₂ /py
Galena	Trz		PbS/gn
Goethita		1.08	FeO.OH/gt
Gangas	88.48		GGs
TOTAL	100.00		

Fuente: *Elaboración propia*

4.2.2.2. Descripción microscópica

Las calcopiritas como agregados microgranulares presentan formas anhedrales y están ubicados en las microfracturas y en algunos granos con dimensiones de escasas micras de diámetro, también se hallan están dentro de algunas porosidades de las piritas, sus tamaños son hasta de 0,350 mm de longitud. La pirita se ubica en las microfracturas, muchas de ellas presentan formas euhedrales con hábito cúbico, algunas están asociadas a las calcopiritas. Las piritas como agregados microgranulares conforman playas irregulares con tamaños hasta de 1,74 mm de longitud. Otro mineral que se observa en esta muestra es la goethita y está asociada a las piritas, todas con formas anhedrales y ubicadas en las microfracturas.

La galena como partículas muy diminutas con formas anhedrales están dentro de algunas oquedades de lixiviación de las piritas con tamaños menores a 12 micras.

4.2.2.3. Paragénesis

a) Depositación Hipógena de los Minerales

- Pirita
- Calcopirita

b) Depositación Supérgena de los Minerales

- Goethita

4.2.2.4. Textura

La asociación de los minerales en esta muestra presenta una textura de tipo relleno de espacios vacíos y de reemplazamiento.

4.2.2.5. Interpretación

La muestra en general presenta una textura masiva parcialmente brechada y atravesada por microvenillas, en algunos casos en forma continua y en otros entrecortadas que están rellenas por minerales de origen hidrotermal como es el caso de las piritas que son generadas por la circulación de los fluidos cargados de sulfuros de hierro, por una circulación hecha a través de las microfracturas que al saturarse han precipitado a las piritas; posteriormente hubo fluidos que atacaron a las piritas por lo que la mayoría de ellas se muestran corroídas y asimiladas con signos o huellas de la circulación de dichos fluidos, por lo que los agregados microgranulares de pirita están con sus superficies fuertemente porosas, con cierta apariencia a la textura cariada (caries). Posterior a la depositación de las piritas aparecen los fluidos de sulfuros cargados de cobre que han dado lugar a la precipitación de las calcopiritas, se deduce esto porque este mineral asociado a la pirita dentro de las microfracturas, han reemplazado y englobado a algunas piritas, por lo que cristales de pirita están dentro de algunas calcopiritas como microislas, en este caso sus tamaños son menores de 8 micras. Otro mineral producto de la depositación hidrotermal es la galena, la cual se halla ubicada en algunas porosidades de lixiviación de las piritas, sus tamaños llegan hasta 12 micras de longitud.

Por lo tanto, la circulación de las aguas descendentes meteóricas, se aprovechan de las microfracturas, notándose el ataque hacia las piritas y calcopiritas permitiendo que estas muestren alteración a partir de sus bordes y microfracturas, por lo que aparecen las goethitas producto de la lixiviación supérgena.

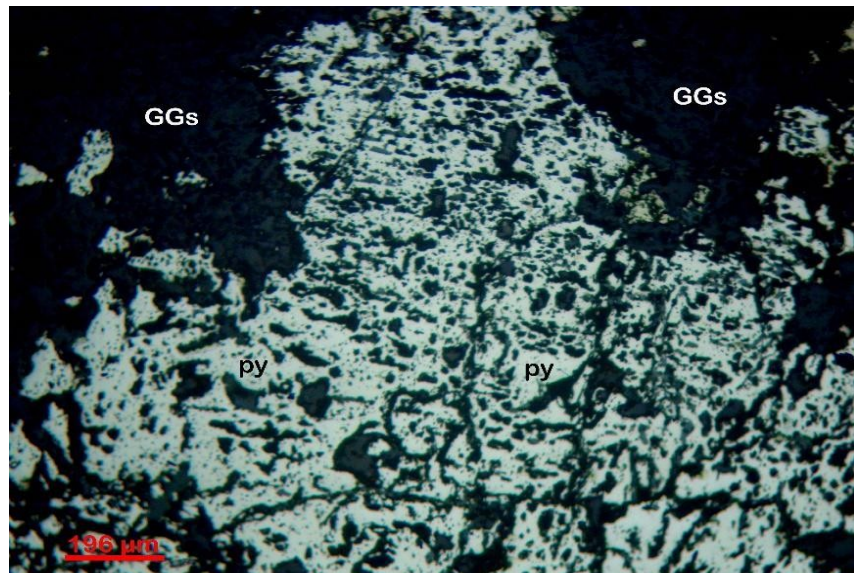
4.2.2.6. Observaciones

En la superficie pulida de la muestra macroscópicamente se puede apreciar ciertos sectores coloreados por la presencia de los óxidos de hierro (limonitas) que están íntimamente asociados a las piritas y calcopiritas que están en las microvenillas.

4.2.2.7. Fotomicrografías

·**Fot. 1.** Agregados granulares de pirita (py) con signos de lixiviación por los fluidos circulantes, nótese la dirección del flujo con mayor énfasis en la parte superior. 100X.

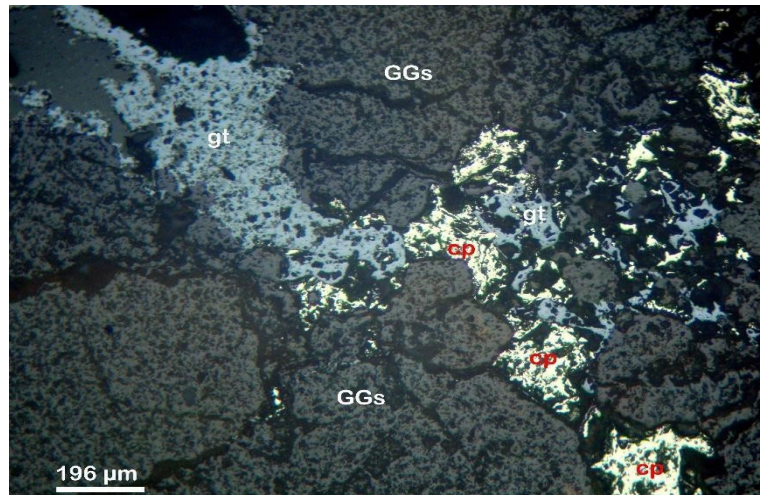
Figura 32. Muestra de mano recolectada N°4 -
Fotomicrografía N°1



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 2.** Agregados granulares de calcopirita (cp) ubicados en las microfracturas, presenta alteración a goethita (gt). 100X.

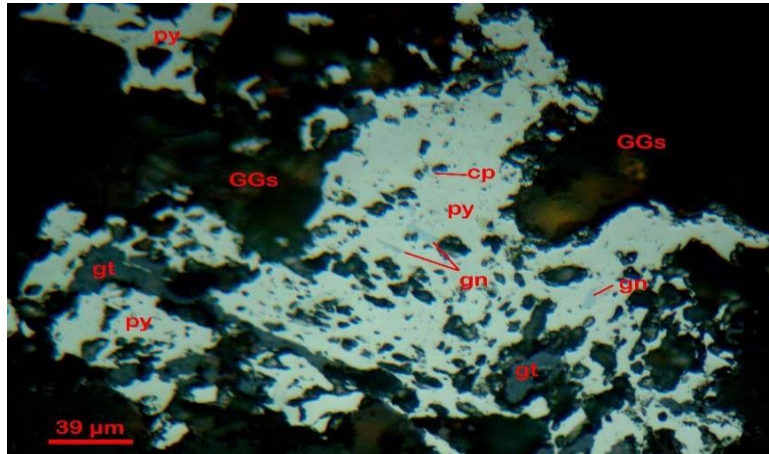
Figura 33. Muestra de mano recolectada N°4 -
Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 3.** Agregados granulares de pirita (py) con oquedades rellenas por diminutos cristales de calcopirita (cp) y de galena (gn), la dificultad de los metalurgistas es comparar el tamaño de esos cristales con la escala de la parte inferior izquierda. 500X.

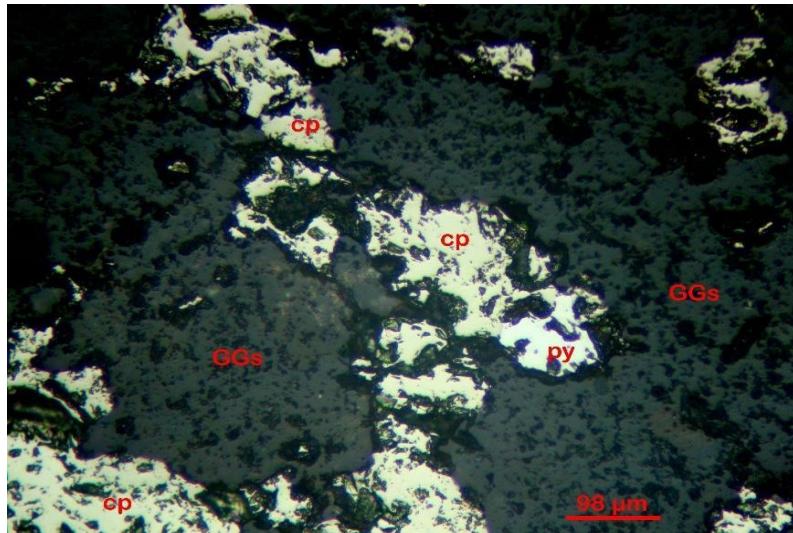
Figura 34. Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Cristal anhedral de pirita (py) parcialmente reemplazado por la calcopirita (cp), esto ha ocurrido en la microfractura de la ganga (GGs). 200X.

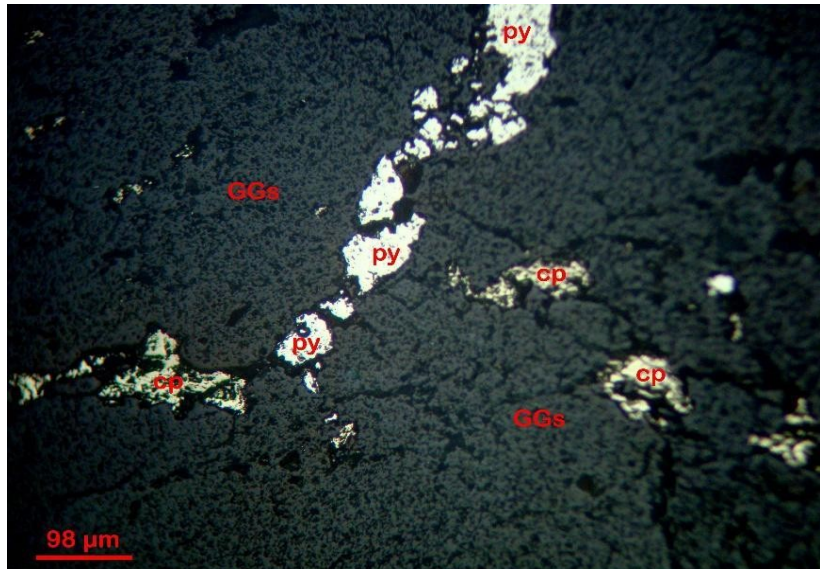
Figura 35. Muestra de mano recolectada N°4 - Fotomicrografía N°4



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 5.** Cristales anhedrales de pirita (py) y de calcopirita (cp) ubicados en los intersticios de las gangas (GGs). 200X.

Figura 36. Muestra de mano recolectada N°4 -
Fotomicrografía N°5



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

4.2.3. Muestra de mano recolectada N°5

Figura 37. Muestra de mano recolectada N°5



Fuente: Elaboración propia

4.2.3.1. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual

Tabla 8. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°5

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FÓRMULAS Y ABREVIATURAS
Pirita	0.05		FeS ₂ /py
Pirargirita	Trz		Ag ₃ SbS ₃ /prg
Calcopirita	Trz		CuFeS ₂ /cp
Esfalerita	Trz		ZnS/ef
Calcocita		Trz	Cu ₂ S/cc
Gangas	99,95		GGs
TOTAL	100.00		

Fuente: *Elaboración propia*

4.2.3.2. Descripción microscópica

La pirargirita está ubicada en algunas microfracturas y están muy dispersas, tienen formas anhedrales y tamaños hasta de 0,085 mm de longitud.

La esfalerita al igual que la pirargirita se ubica en algunas microfracturas, por lo tanto, tiene forma anhedral (U) con tamaños hasta de 0,080 mm de longitud y su distribución espacial es muy dispersa.

La calcopirita en el orden de trazas se ubica en algunas microfracturas, sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 0,048 mm de longitud.

La pirita con formas anhedrales y subhedrales, está ubicada en las microfracturas, donde espacialmente están muy dispersas y cuando están como agregados microgranulares conforman microplayas irregulares, sus tamaños son hasta de 0,180 mm de longitud.

El rutilo está muy disperso y está incluido en la ganga, sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 0,080 mm de longitud, en este caso son los rutilos que están como agregados microgranulares porque los otros son de escasas micras de longitud.

La calcocita se encuentra asociada a la calcopirita con la que presenta textura de tipo corona.

4.2.3.3. Paragénesis

a) Depositación Hipógena de los Minerales

- Rutilo
- Pirita
- Calcopirita
- Esfalerita

b) Depositación Supérgena de los Minerales

- Calcocita

4.2.3.4. Textura

La distribución espacial de los minerales en esta muestra presenta textura de tipo relleno de espacio vacío y diseminado.

4.2.3.5. Interpretación

La muestra en corte presenta textura brechada, posiblemente corresponda a la zona cataclástica, es decir zona de metamorfismo cataclástico (mayormente dinámico), notándose a la roca constituida por clastos de naturaleza metamórfica (volcánica metasomatizada), los cuales han sido ligados por la depositación del cuarzo de origen hidrotermal que está expuesto como venillas y playas irregulares, formados por la intersección de esas venillas. Dentro de los clastos se observa la presencia de la pirita de primera fase de generación con distribución espacial muy dispersos, con formas anhedrales y con tamaños hasta de 0,060 mm de longitud, mientras que la pirita de segunda fase se encuentra dentro de las microfracturas, en este caso sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 0,240 mm de longitud. Como posible mineral de origen hidrotermal está el rutilo que, en ciertos sectores de algunos clastos de brecha aparentemente como producto de la segregación de los iones de titanio que han sido componentes atómicos de los minerales ferromagnesianos y que, al ser afectados por los fluidos circulantes, han dejado en libertad a esos iones y que al combinarse con el oxígeno han dado lugar a la formación del rutilo. Consecuencia de la circulación de las soluciones cargadas de cobre y de hierro permitió la depositación de la calcopirita que está ubicada en las microfracturas, como efecto de la alteración hidrotermal por las

soluciones cargadas de sulfuros de zinc han dado lugar a la precipitación de las esfaleritas, igualmente vemos la existencia de la pirargirita mineral de plata, la cual se ha originado a consecuencia de la circulación de iones de antimonio y plata, los cuales adicionados al azufre han dado lugar a la precipitación de este mineral que están ubicados en las microfracturas.

Dentro de la alteración supérgena que ha afectado a las calcopiritas se muestran las calcocitas, las cuales están en forma de aureolas de alteración alrededor de las calcopiritas.

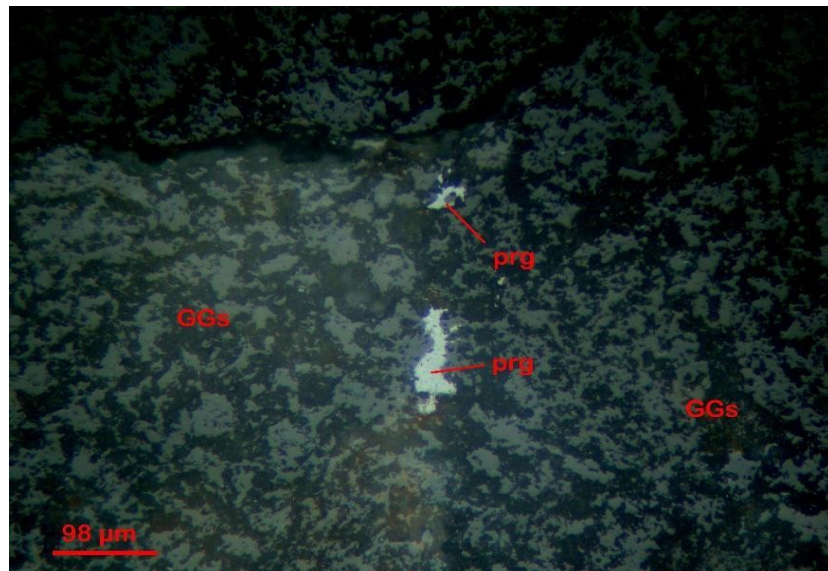
4.2.3.6. Observaciones

El mayor porcentaje de los minerales están en las microfracturas.

4.2.3.7. Fotomicrografías

- **Fot. 1.** Cristales anhedrales de pirargirita (prg) como relleno de algunas microfracturas, nótese el tamaño de los granos para comparar, use la escala de la parte inferior izquierda de la vista. 200X.

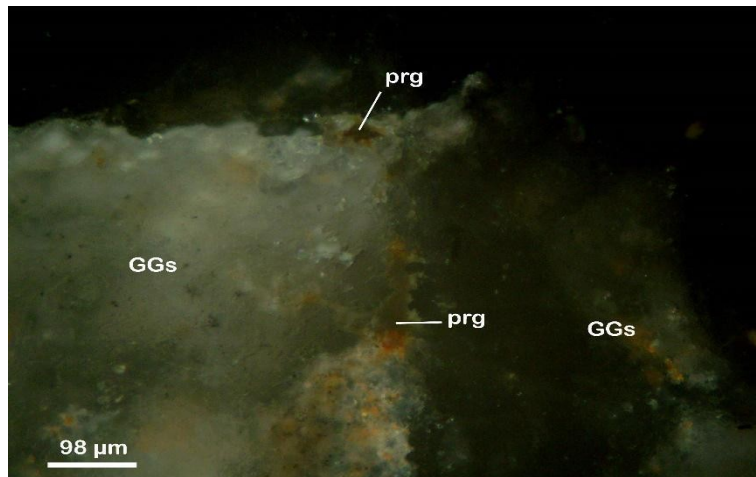
Figura 38. Muestra de mano recolectada N°5 - Fotomicrografía N°1



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 2.** La misma vista de la anterior observada en nicoles cruzados donde se pueden apreciar las reflexiones internas de color rojo de la pirargirita (prg). 200X.

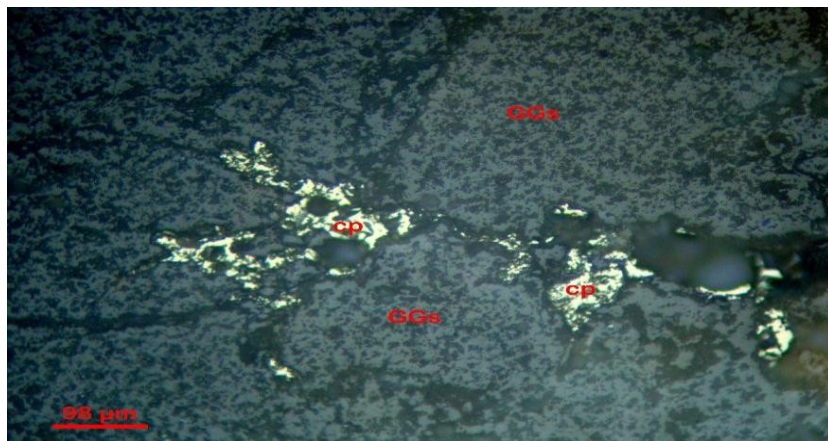
Figura 39. Muestra de mano recolectada N°5 -
Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 3. Cristales anhedrales de calcopirita (cp) como relleno de las microfracturas e intersticios de las gangas (GGs).

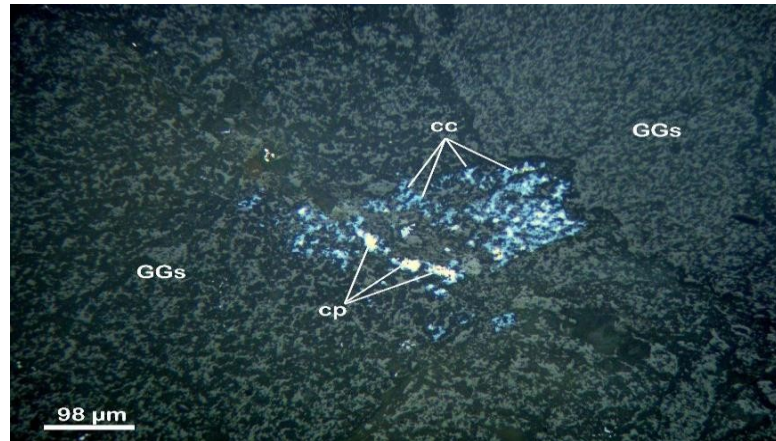
Figura 40. Muestra de mano recolectada N°5 -
Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Remanentes de calcopirita (cp) dentro de los agregados microgranulares de calcocita (cc) producto de la alteración supérgena que afectó a las rocas. 200X.

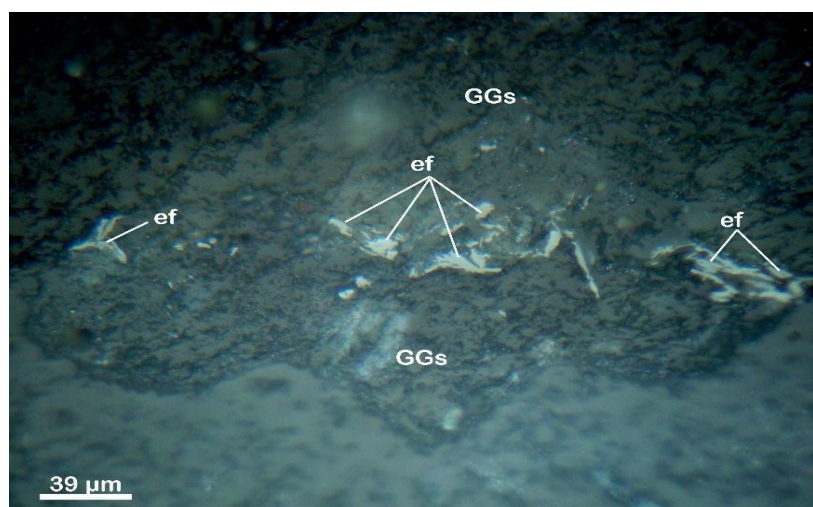
Figura 41. Muestra de mano recolectada N°5 -
Fotomicrografía N°4



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 5.** Cristales anhedrales de esfalerita (ef) se encuentran como relleno de las microfracturas, el cual conforman las microvenillas. 500X.

Figura 42. Muestra de mano recolectada N°5 -
Fotomicrografía N°5



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

4.2.4. Muestra de mano recolectada N°6

Figura 43. Muestra de mano recolectada N°6



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.4.1. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual

Tabla 9. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual de la muestra de mano recolectada N°6

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FÓRMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	1.50		CuFeS ₂ /cp
Pirita	0.05		FeS ₂ /py
Galena	Trz		PbS/gn
Rutilo	Trz		TiO ₂ /rt
Tennantita	Trz		Cu ₁₂ Sb ₄ S ₁₃
Esfalerita	Trz		ZnS/ef
Gangas	98.45		
TOTAL	100.00		

Fuente: *Elaboración propia*

4.2.4.2. Descripción microscópica

La muestra está compuesta por 1.55 % por minerales de mena y 98.45 % de ganga, donde dichos minerales se hallan distribuidos en sulfuros que es la mena y por silicatos que integran la ganga. El mineral de mena más representativo es la calcopirita que ocupa el 1.50 % del volumen total de la muestra, mientras que los otros están en el orden de trazas como la esfalerita, galena y tennantita. En el caso de las gangas, el mineral más abundante es el cuarzo (55.00 %), seguido por los feldespatos, potásicos (posiblemente 10.00 % del volumen total de la muestra) y los calcosódicos (posiblemente 35.00 % del volumen total de la muestra).

4.2.4.3. Paragénesis

a) Depositación Hipógena de los Minerales

- Rutilo
- Pirita I
- Pirita II
- Esfalerita
- Calcopirita
- Tennantita
- Galena

4.2.4.4. Textura

La asociación de los minerales en esta muestra presenta texturas en diferentes formas de relleno, como el espacio vacío, de reemplazamiento y diseminado.

4.2.4.5. Interpretación

En la muestra con textura masiva zonificada, se compone por dos áreas muy diferenciadas, una con predominio del cuarzo y la otra integrada por la asociación de granos de cuarzo con feldespatos (potásicos y calcosódicos), aparentemente, con el cuarzo como integrante de una venilla y la otras correspondiendo a la roca de caja en cuyo contacto se han depositado, en primer término la pirita, cuyas formas varían de euhedrales a anhedrales y con tamaños hasta de 0,420 mm de longitud; se han ubicado en los intersticios y microfracturas de las gangas. Hay dos fases de cristalización, la primera que se manifiesta con superficie completamente limpia y la otra que

presenta superficie corroída, ubicada alrededor de la pirita con superficie limpia y en algunas zonas, también están de algunas oquedades de esta pirita. El rutilo, en el orden de trazas está muy disperso en el área correspondiente a la roca de caja, incluidos en los feldespatos y en algunos cuarzos; sus formas varían de subhedrales a anhedrales y sus tamaños son hasta de 0.036 mm de longitud. La tennantita, otro mineral que está en el orden de trazas, se ha localizado dentro de algunas oquedades de la calcopirita y también en el contacto de la calcopirita con la pirita, con lo cual demuestran que se han depositado posterior a estos dos minerales; sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 0,028 mm de longitud. La esfalerita, igualmente, en el orden de trazas, está como relleno de algunas oquedades de algunos cristales de pirita, consecuentemente sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 0,015 mm de longitud; algunas han sido reemplazadas por las calcopiritas que también rellenan algunas oquedades de la pirita. La galena, se manifiesta con formas anhedrales y muy dispersas, habiéndose ubicado en algunas oquedades de la pirita, sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 0,012 mm de longitud; algunos granos de galena, aparentan haber reemplazado a la calcopirita y a la esfalerita dentro de las oquedades de la pirita.

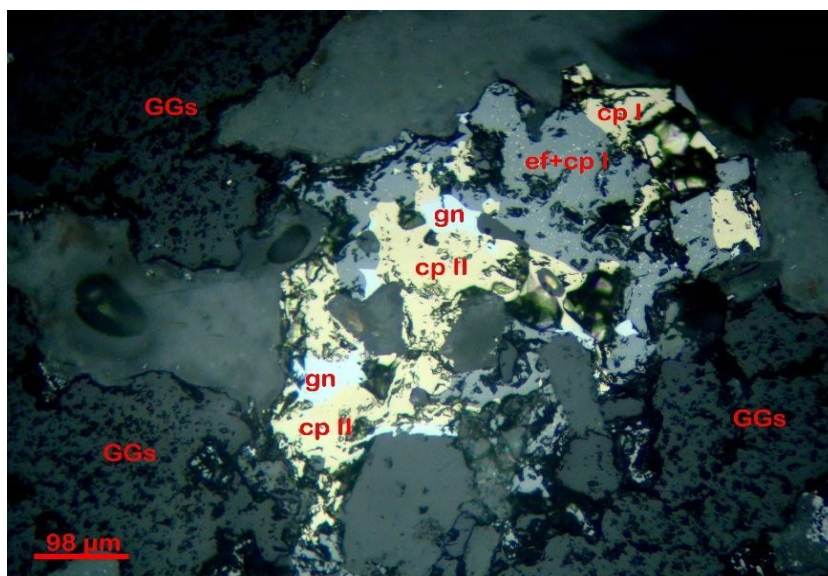
4.2.4.6. Observaciones

Macroscópicamente se observan áreas que están teñidas de color verde pálido que induce a considerar que se trata de crisocola, porque presenta dureza media con brillo vítreo y nos indicaría que estamos en una zona con algo de alteración supérgena.

4.2.4.7. Fotomicrografías

- **Fot. 1.** Esfalerita con ex solución de calcopirita I (ef+cp I) está parcialmente reemplazada por la calcopirita II (cp II) y por la galena (gn) lo que a su vez ha reemplazado a la calcopirita II (cp II); esto se manifiesta dentro de las venillas que atraviesan a las gangas (GGs) de la muestra. 200X.

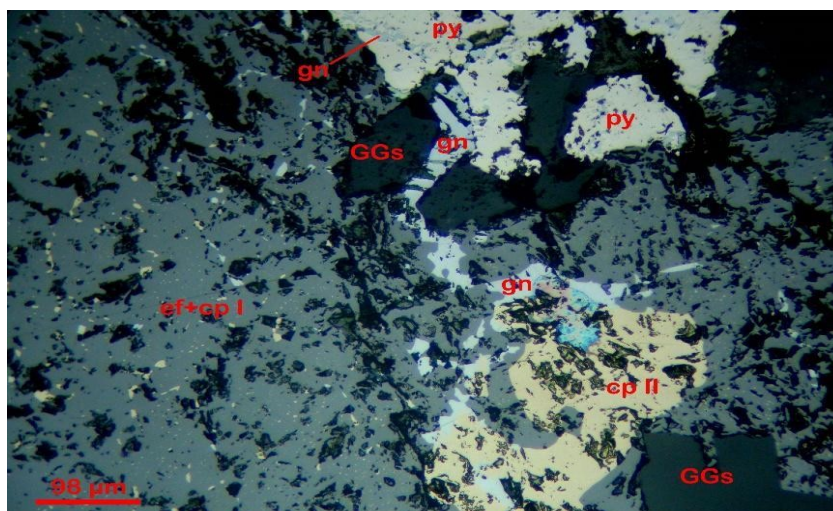
Figura 44. Muestra de mano recolectada N°6 - Fotomicrografía N°1



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 2.** En la parte superior de la vista, la pirita (py) con microfracturas rellenas por galena (gn) está reemplazada por la esfalerita (ef) y por la galena (gn). La playa amplia que exhibe la vista está constituida por la esfalerita con ex soluciones de calcopirita I (ef+cp I) en cuyas fracturas se encuentran ubicadas las calcopiritas II (cp II) de segunda fase de cristalización y la galena (gn) reemplaza a la calcopirita II (cp II). 200X.

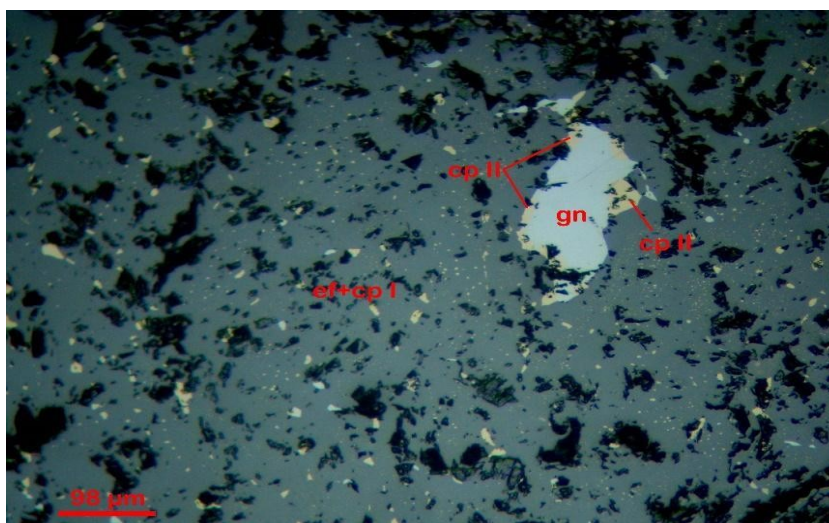
Figura 45. Muestra de mano recolectada N°6 -
Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 3. Playa amplia de la esfalerita con ex soluciones de calcopirita I (ef+cp I), muestra oquedad rellena por la asociación de galena (gn) que muestra el reemplazo a la calcopirita II (cp II) de segunda fase de cristalización.

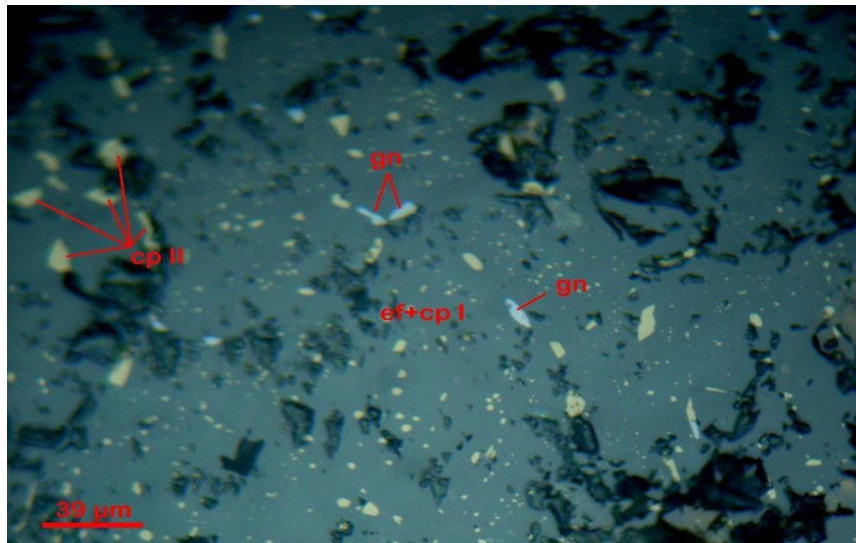
Figura 46. Muestra de mano recolectada N°6 -
Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Playa amplia de esfalerita con ex soluciones de calcopirita I (cp I) de primera fase de cristalización, donde se observan oquedades rellenadas por la calcopirita II (cp II) y por la galena (gn), nótese los tamaños de esos cristales que pueden ser comparados con la escala que está en la parte inferior izquierda de la vista. 500X.

Figura 47. Muestra de mano recolectada N°6 -
Fotomicrografía N°4



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

4.2.5. Muestra de mano recolectada N°7

Figura 48. Muestra de mano recolectada N°7



Fuente: *Elaboración propia*

4.2.5.1. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual

Tabla 10. Mineralogía y distribución volumétrica porcentual N°7

MINERALES	% HIPÓGENOS	% SUPÉRGENOS	FÓRMULAS Y ABREVIATURAS
Calcopirita	0.94		CuFeS ₂ /cp
Pirita	0.62		FeS ₂ /py
Esfalerita	11.42		ZnS/ef
Galena	0.15		PbS/gn
Gangas	86.87		GGs
TOTAL		100.00	

Fuente: *Elaboración propia*

4.2.5.2. Descripción microscópica

La muestra está compuesta por un 13.13 % por minerales de mena y 86.87 % de minerales de ganga, aquí se observan a los sulfuros como integrantes de las menas y minerales de gangas las cuales están constituidas por clastos de roca brechada (42.87 %) y están ligados por las venillas de cuarzo (44.00 %). Los sulfuros se manifiestan distribuidos de la siguiente manera: esfalerita 11.42 %, calcopirita 0.94 % y galena 0.15 %; otro sulfuro que está presente es la pirita con 0.62 % en volumen. Las venillas mayormente están integradas por la asociación de los cuarzos con los sulfuros y de ese modo rodean a los clastos de brecha.

4.2.5.3. Paragénesis

a) Depositación Hipógena de los Minerales:

- Pirita
- Esfalerita – calcopirita I
- Calcopirita II
- Galena

4.2.5.4. Textura

La asociación de los minerales en esta muestra presenta textura de tipo relleno de espacio vacío, reemplazamiento y diseminado.

4.2.5.5. Interpretación

La roca en estudio presenta textura masiva brechada y está surcada por microvenillas que están rellenas por minerales de origen hidrotermal y constituidos por la pirita con formas que varían de euhedrales a anhedrales con tamaños hasta de 0,420 mm de longitud, se manifiestan en dos fases de generación que se diferencian por el hábito que presentan, siendo de hábito piritohedral el de la primera fase con una temperatura mayor, mientras que la de la segunda fase corresponde a la pirita con hábito cúbico y que en algunos sectores han envuelto en forma parcial a la pirita de primera fase. Continuando con la depositación de los sulfuros tenemos la presencia de la esfalerita que está conformada por microvenillas que rodean a los clastos de brecha, sus formas son anhedrales y sus tamaños son hasta de 1,00 mm de longitud que, por el agregado de microgramos han dado lugar a manifestarse en forma de microplayas

irregulares; las microvenillas de esfalerita en ciertos sectores son continuas mientras que en otros están entrecortados. Otro mineral de sulfuro es la calcopirita cuya depositación ocurre en dos etapas: la primera, es aquella que está en ex solución en la esfalerita donde se exhiben con cierta semejanza a las gotas de lluvia con tamaños de hasta 0,020 mm de longitud, presentan hábito elongados y esferoidales, su cristalización es simultánea a la de la esfalerita; la segunda etapa de cristalización, ocurre en forma de microvenillas que rellenan algunas microfracturas y sus formas son anhedrales, sus tamaños son hasta de 0,420 mm de longitud, algunas de ellas han reemplazado en forma parcial a la pirita y a la esfalerita. En caso de estar asociada a la esfalerita, muchas de ellas han relleno algunas oquedades de este mineral. La galena como integrante de los sulfuros mayormente se encuentra dentro de las oquedades de la esfalerita y en menor porcentaje están dentro de las microvenillas donde han reemplazado a las esfaleritas y calcopiritas.

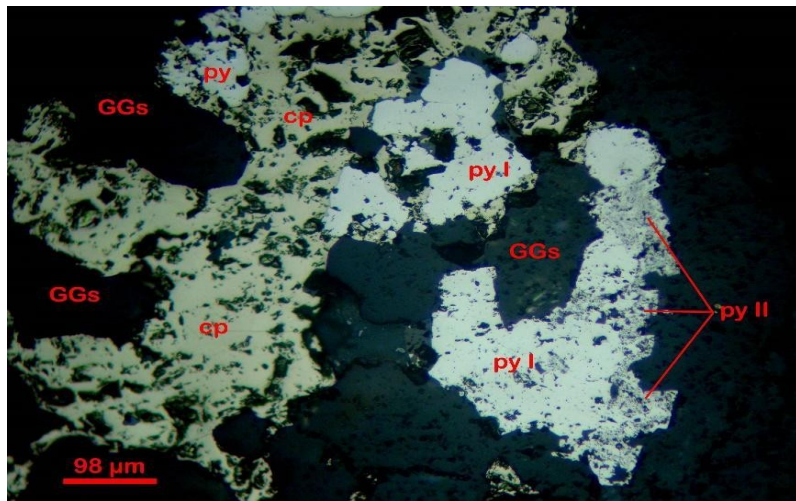
4.2.5.6. Observaciones

Macroscópicamente sobre la superficie pulida se nota el contacto entre la venilla de cuarzo y la roca de caja donde se han depositado los minerales de mena.

4.2.5.7. Fotomicrografías

· **Fot. 1.** Hacia la derecha de la vista se aprecia las dos fases de la pirita I y II (py I y py II), nótese a la segunda que ha englobado y reemplazado parcialmente a la de la primera fase; de la mitad hacia la izquierda está la calcopirita (cp) que ha englobado y reemplazado a la pirita I (py I) de primera fase de cristalización esto ocurre en las microfracturas. 200X.

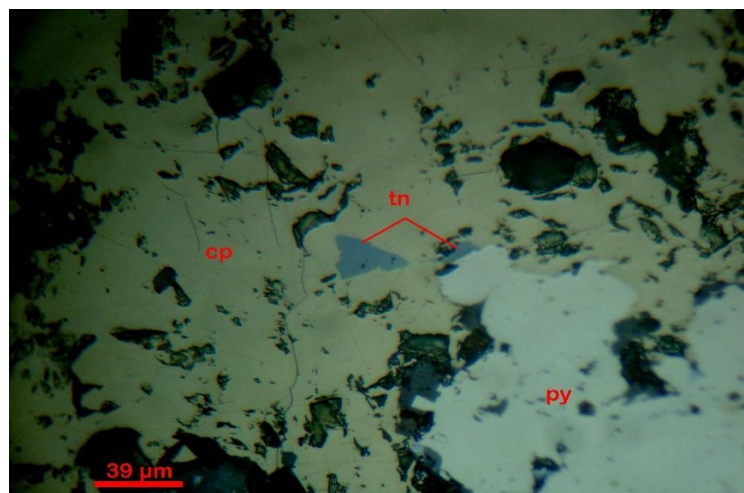
Figura 49. Muestra de mano recolectada N°7 -
Fotomicrografía N°1



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 2. Tennantita (tn) como relleno de la oquedad de la calcopirita y en el contacto de la pirita (py) con la calcopirita (cp). Nótese el reemplazo efectuado por la calcopirita (cp) hacia la pirita (py). 500X.

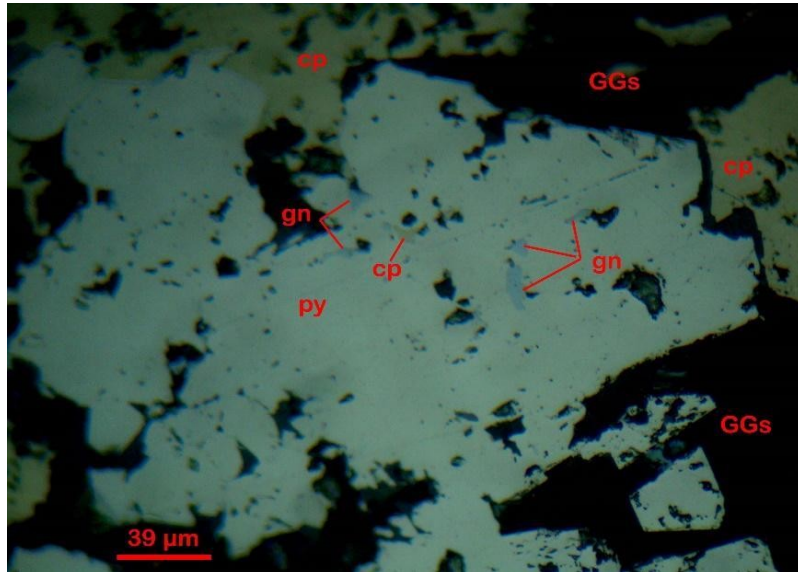
Figura 50. Muestra de mano recolectada N°7 -
Fotomicrografía N°2



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 3.** Diminutos cristales de calcopirita (cp) y de galena (gn) como relleno de algunas oquedades de la pirita (py) y se halla parcialmente reemplazada por la calcopirita (cp), observado en la parte superior y hacia el lado derecho de la vista. 500X.

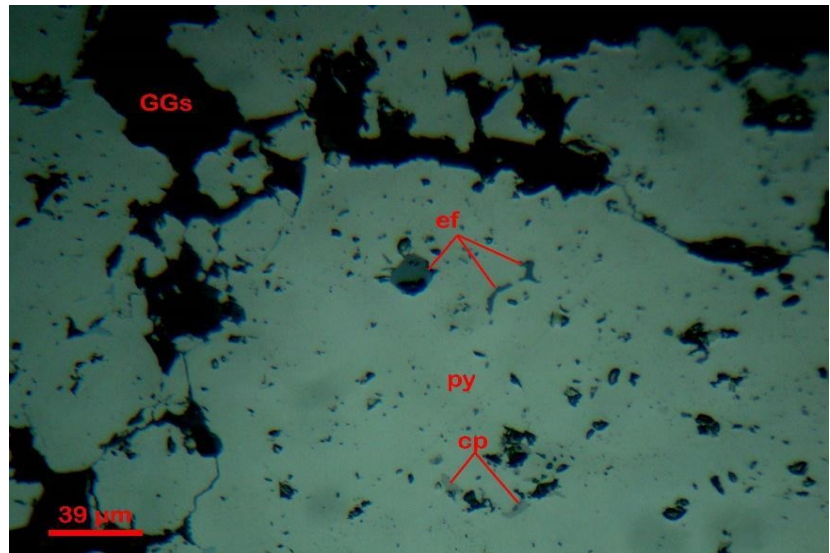
Figura 51. Muestra de mano recolectada N°7 -
Fotomicrografía N°3



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 4.** Algunas oquedades de la pirita (py) están rellenas por la esfalerita (ef) de escasas micras de diámetro. 500X-

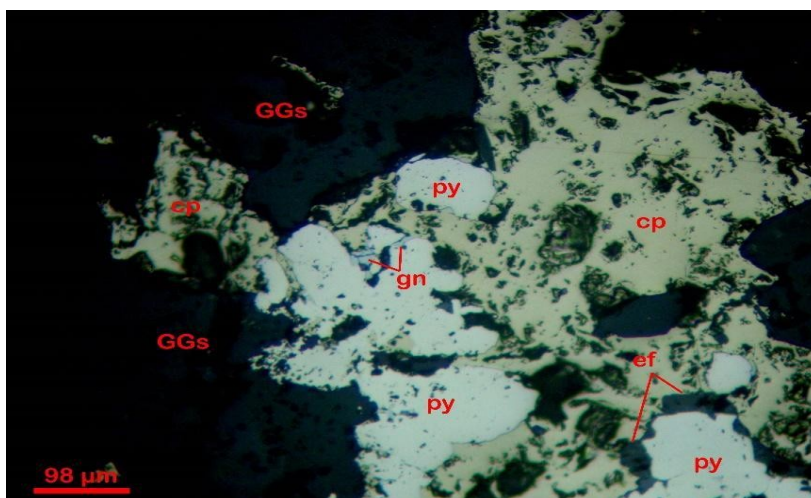
Figura 52. Muestra de mano recolectada N°7 -
Fotomicrografía N°4



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

- **Fot. 5.** Cristales anhedrales de pirita (py) englobados y reemplazados por la calcopirita (cp), en algunos sectores se aprecian a la galena entre los contactos de la pirita (py) y de la calcopirita (cp). Todo esto se halla ubicado en la microfractura de la ganga (GGs). 200X.

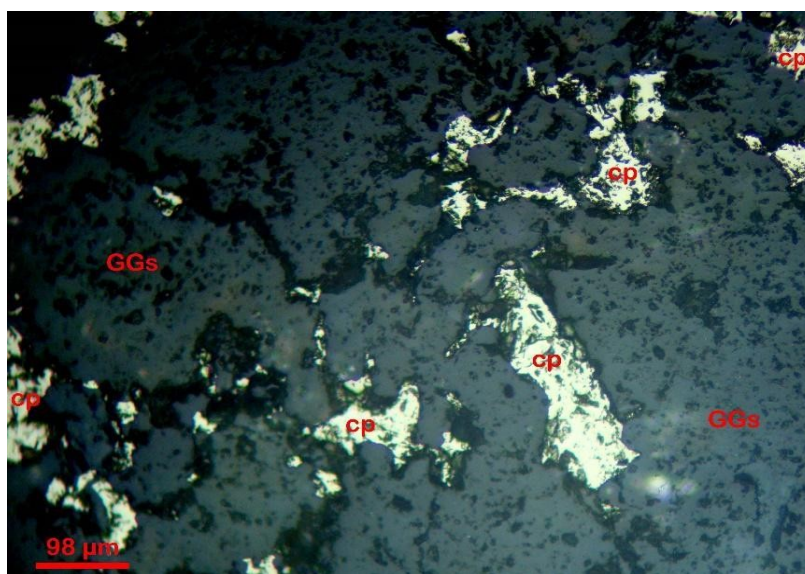
Figura 53. Muestra de mano recolectada N°7 -
Fotomicrografía N°5



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

Fot. 6. Cristales anhedrales de calcopirita (cp) que se encuentran dentro de las microfracturas de las gangas (GGs). 200X.

Figura 54. Muestra de mano recolectada N°7 -
Fotomicrografía N°6



Fuente: Tomada del análisis de estudios macro y microscópicos del laboratorio geológico denominado: CM PETROTOMIA E.I.R.L.

CONCLUSIONES

- Aplicando la técnica de microscopía óptica se puede comprobar que influye positivamente en la caracterización petromineralógica, es decir que se debe realizar el presente estudio ya que conviene a la comunidad de Sapallanga.
- La textura porfirítica con matriz de grano fino a microcristalino, lo que evidencia que la roca en su primera generación, es decir netamente magmática tuvo o pasó por dos etapas de enfriamiento. Estas etapas se evidencian por la existencia de sombras de fenocristales de plagioclasa, los que actualmente están conformados por agregados microlaminares de sericitas asociadas a las illitas.
- A partir del cálculo granulométrico se utilizó el método del triángulo de Streckeisen para determinar la composición mineralógica de cada muestra. Esto a su vez estima el porcentaje de componentes principales como el cuarzo, carbonatos y plagioclasa, dando un promedio de 89,17 % cuarzo, 8,71 % carbonatos y 2,1 % plagioclasas para cada muestra. Por lo tanto, lo máximo que se puede identificar es que es un compuesto félsico.
- La pureza de las muestras obtenidas fue de 85 % de sílice y 15 % de pirita en carbono que se obtuvo por cálculo granulométrico de sílice y carbono por observación óptica.

RECOMENDACIONES

- Aplicar el método de microscopía óptica en el yacimiento metálico ya que es beneficioso para realizar exploraciones.
- Elaborar un análisis para la composición mineralógica para obtener resultados más exactos, para ello es óptimo tener muestras de distintas ubicaciones obtenidas de campo.
- Es recomendable para determinar el origen de cada muestra obtenida, determinar el número granulométrico por otro tipo de método como es el caso de Pettijhon, para identificar el origen de cada muestra obtenida y posteriormente aplicarlo al contenido composicional de minerales que pueda presentar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **CHAVEZ PERALTA, Luis Guillermo.** *Caracterización petro-mineralógica de las vetas cercanas al distrito Minero San Juan De Chorunga - Arequipa - Perú - 2020.* Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, 2020.
2. **MENDOZA BERROSPI, Santiago.** *Caracterización físico química y mineralógico de polisulfuros en la recuperación de oro por cianuración en el prospecto Canteño 2 - Lima - 2019.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
3. **GUERRA VADILLO, Yoel Antonio.** *Caracterización mineralógica de la calcopirita y su impacto en la producción de concentrados de cobre en Minera Estefany S.A.A. – Pachacayo – Jauja - 2019.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
4. **ALVAREZ LAZO, Ricardo Fernando.** *Caracterización mineralógica en especímenes obtenidos de dos epitermales en la región Arequipa.* Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, 2019.
5. **CACERES ANGULO, Ivan.** *Caracterización petromineralógica y geoquímica del Skarn de Mármol de Quiquijana (Provincia de Quispicanchi – Cusco).* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021.
6. **ALVAREZ PRUDENCIO DE ROZAN, Maria.** *Caracterización petromineralógica de las Ignimbritas en la quebrada de Añashuayco, Arequipa.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2021.
7. **VELA SALAS, Jimmy Jorge.** *Caracterización mineralógica del yacimiento de la mina Garrosa (Veta Lucía) Paraje Quebrada Honda – Provincia de Carhuaz – Departamento de Ancash.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018.
8. **VASQUEZ CRUZ, Alex Michael.** *Caracterización mineralógica para el proceso de producción de concentrado de cobre en un yacimiento Pórfido – Skarn del Batolito Andahuaylas - Yauri.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2019.
9. **CAYETANO CRISTOBAL, Angel Hernan.** *Caracterización del macizo rocoso con sondaje diamantina en el proyecto del tajo norte de la compañía minera Buenaventura S.A.A. el Brocal – Colquijirca – Pasco, 2019.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019.
10. **NINA VILCA, Willy Roman.** *Caracterización mineralógica e implicancias geometalúrgicas en el yacimiento Pórfido – Skarn del Batolito Andahuaylas - Yauri.* Arequipa: Universidad Nacional De San Agustín de Arequipa, 2019.
11. **CARHUAPOMA CARLOS, Juan Jhojan.** *Caracterización petrológica de las muestras de roca con el analizador XRF portátil Niton XL5 para contribuir a la*

ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín. Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2020.

12. **CHIRIF RIVERA, Luis Humberto**. *Microscopía Óptica de Minerales*. Lima: INGEMMET - Boletín, Serie J: Tópicos de Geología, 2010.
13. **COELHO, Fabián**. Significados.com. [En línea] Yacimiento, 01 de enero de 2019. [Citado el: 20 de junio de 2022.] <https://www.significados.com/yacimiento/>.
14. **C., HERRMANN y E.O., ZAPPETTINI**. *Recursos Minerales, Minería y Medio Ambiente*. Buenos Aires: Serie Publicaciones N° 173. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, 2014. ISSN: 0328-2325.
15. **INGRID OVEJERO, Ana**. *Mineralogía I*. San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina: Editorial Científica Universitaria, 2015. ISBN: 978-987-661-203-6.
16. **M., Palacio M. de B. & Godeas**. *Guía de minerales de alteración de la República Argentina*. Buenos Aires: Instituto de Geología y Recursos Minerales - SEGEMAR, 2008. ISSN: 0328-2317.

ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de Consistencia

Matriz de Consistencia			
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES
¿Cuál será la influencia de la caracterización petromineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022?	Determinar la influencia de la caracterización petromineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.	La caracterización petromineralógica influye de forma positiva en la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022.	VARIABLE INDEPENDIENTE: Técnica de la microscopía óptica
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE: Caracterización petromineralógico
<ul style="list-style-type: none"> · ¿Cuál será el estudio mineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022? · ¿Cuál será el estudio petromineragráfico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022? · ¿Cuál será la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022? 	<ul style="list-style-type: none"> · Determinar el estudio mineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022. · Interpretar el estudio petromineragráfico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022. · Identificar la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022. 	<ul style="list-style-type: none"> · Se determinará el estudio mineralógico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022. · Se interpretará el estudio petromineragráfico de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022. · Se identificará la paragénesis mineralógica de la concesión minera metálica aplicando la técnica de la microscopía óptica en las Alturas Miraflores - distrito de Sapallanga - 2022. 	

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 02 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN OPERACIONAL		
		DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	INDICADORES
<p align="center">VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Técnica de microscopía óptica</p>	<p>Es una importante herramienta importante empleando el "Microscopio de polarización" usado en las investigaciones geológicas, dando aporte a la determinación de minerales, descripción de texturas, identificación de tipos de rocas, alteraciones y asociaciones de minerales de mena, entre otras aplicaciones.</p>	<p>Herramienta de la geología que determina los minerales, describe texturas, identifica los tipos de rocas, alteraciones y asociaciones de minerales de mena mediante un microscopio de polarización.</p>	<p>Propiedades ópticas con luz transmitida.</p>	<p>Color Pleocroísmo Relieve Anisotropía Color interferencia Birrefringencia Extinción Flongación</p>
			<p>Propiedades estructurales con luz transmitida.</p>	<p>Tamaño Morfología Clivaje Maclas Zonamiento</p>
			<p>Propiedades ópticas con luz reflejada.</p>	<p>Color Pleocroísmo Reflectancia Anisotropía</p>

				Reflexiones internas
			· Propiedades estructurales con luz reflejada.	Dureza relativa Tamaño Morfología Clivaje Maclas Zonamiento
VARIABLE DEPENDIENTE Caracterización petromineralógica	Es el resultado mediante ilustraciones del estudio de la petrología y mineralogía conjuntamente, además muestra la textura de las asociaciones roca-alteración-mena, tanto a escala macroscópica como microscópica.	Resultado del estudio de la petrología y mineralogía conjuntamente, de las texturas de las asociaciones roca – alteración - mena, a escala macroscópica y microscópica.	· Análisis macroscópico	Color Peso Dureza Textura Estructura Cristalinidad
			· Análisis microscópico	Secciones delgadas Secciones pulidas

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO 03
Recolección de muestras de mano (rocas) para el análisis macroscópico.



