

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y  
METALÚRGICA**



**“ESTUDIO PETROGRAFICO, MINERALOGRAFICO E  
INCLUSIONES FLUIDAS DE LA VETA NATIVIDAD  
NIVEL 3870 - MINA CHIPMO”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO GEÓLOGO**

**ELABORADO POR:  
GENIS ORLANDO GALLARDO GAMARRA**

**ASESOR  
Ing. ALBERTO ARANDA VERCELLI**

**Lima - Perú**

**2013**

## RESUMEN

El yacimiento Chipmo se encuentra ubicado en el distrito de Orcopampa provincia de Castilla, aproximadamente a 350 Km de Arequipa. El yacimiento es del tipo filoneano de Au de sulfuración intermedia y la datación consta de 18Ma (Nobel, 1998). La mineralización está emplazada en rocas de composición dacítica y andesítica las que pertenecen al volcánico Sarpane, su datación consta de 19Ma (Swanson, 2002), el cual se correlaciona con el grupo Tacaza en el sur del Perú. El control estructural que está asociado a la mineralización es un sistema de fallas aproximadamente N30°W/85°, N75°E/ 70 y N60°E/80°. La alteración hidrotermal que presenta el yacimiento varía desde: Argílica avanzada, argílica, argílica intermedia y propilítica. La geometría de la mineralización es vetiforme con un ancho promedio de 2.30 metros. Las texturas de mineralización son generalmente son de texturas de brecha y reemplazamiento. La mineralización se caracteriza por tener como ganga al cuarzo, la mineralización del oro se encuentra como electrum en teluros de plata (pearcita, cervellita, hessita, petzita, teluros de Ag-Bi), sulfuros de plata (argentita, pirargerita, sulfuros de Au-Ag, mackistryta, Matildita), freibergita, tetraedrita y tenantita.

El objetivo de este trabajo es definir la petrografía de la roca, en la petrografía nos indicara los minerales no metálicos presente, tamaño, forma, textura y porcentajes de cada uno de ellos, el estudio mineralogía indicara minerales metálicos presentes, tamaños, formas, textura y porcentajes también mediante el estudio de inclusiones

fluidas se podrá saber la temperatura de formación tipo de fluidos existentes y hacer una comparación de temperatura de formación con la veta Nazareno.

## ABSTRACT

The Chipmo deposit is located in the district of Orcopampa Castilla province, approximately 350 km from Arequipa. The deposit is the type filoneano intermediate sulphidation Au and dating consists of 18mA (Nobel, 1998). The mineralization is located in rocks of dacitic and andesitic volcanic those belonging to Sarpane, your dating has 19Ma (Swanson, 2002), which correlates with the group Tacaza in southern Peru. Structural control is associated with the mineralization is a fault system approximately N30 ° W/85 ° N75° E / 70° and N60°E/80°. Hydrothermal alteration presenting the deposit varies from: advanced argillic, argillic, intermediate argillic and propylitic. The geometry of the mineralization is vitiforme with an average width of 2.30 meters. The textures of mineralization are generally are gap and replacement textures. The mineralization is characterized by quartz as gangue, gold mineralization occurs as electrum in silver tellurides (pearcita, cervellita, hessita, petzita, Ag-Bi tellurides), silver sulfide (argentite, pirargerita, sulfides Au -Ag, mackistryta, Matildita) freibergite, tetrahedrite and tennantite. The objective of this work is to define the petrography of the rock, in the petrography would indicate metallic minerals present, size, shape, texture and percentages of each of them, the study indicated metal ore mineralogy present, sizes, shapes, texture and percentages also by studying fluid inclusions may know the temperature of formation fluid type of existing and temperature to compare with the grain formation Nazarene.

## **INDICE**

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>12</b>
--------------------------	-----------

### **CAPITULO I**

<b>GENERALIDADES.....</b>	<b>13</b>
---------------------------	-----------

1.1 UBICACIÓN.....	13
--------------------	----

1.2 ACCESIBILIDAD.....	13
------------------------	----

1.3 RESEÑA HISTORICA.....	15
---------------------------	----

1.4 ESTUDIOS ANTERIORES.....	16
------------------------------	----

1.5 OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	16
-------------------------------	----

1.6 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	16
---------------------------------	----

### **CAPITULO II**

<b>GEOLOGIA REGIONAL.....</b>	<b>18</b>
-------------------------------	-----------

1.7 GEOMORFOLOGÍA.....	18
------------------------	----

1.8 ESTRATIGRAFÍA.....	19
------------------------	----

1.8.1 Rocas Sedimentarias del Mesozoico.....	20
--	----

1.8.2 Rocas Volcánicas Cenozoicas.....	21
--	----

1.8.3 Depósitos Superficiales.....	24
------------------------------------	----

1.9 EVOLUCIÓN TECTÓNICA.....	27
------------------------------	----

1.9.1 Fallamiento Normal del Mioceno Temprano.....	27
--	----

1.9.2 Deformación Compresiva del Mioceno Tardío.....	30
--	----

### **CAPITULO III**

<b>GEOLOGÍA LOCAL</b> .....	<b>31</b>
1.10 ESTRATIGRAFÍA.....	31
1.10.1 Volcánicos Santa Rosa (Mioceno Inferior).....	31
1.10.2 Toba Manto (Mioceno Inferior).....	31
1.10.3 Volcánicos Sarpane (Mioceno inferior).....	32
1.10.4 Tobas Chipmo (Mioceno Medio).....	32
1.10.5 Los volcánicos Andagua (Plioceno a Cuaternario).....	32
1.11 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	35
1.11.1 Comentario sobre la geología estructural.....	35
1.12 ALTERACIONES HIDROTERMALES.....	36
1.12.1 Argílica Avanzada.....	36
1.12.2 Argilica.....	36
1.12.3 Argilica Intermedia.....	36
1.12.4 Propilítica.....	37
<b>CAPITULO IV</b>	
1.13 PETROGRAFIA DE LA VETA NATIVIDAD.....	38
1.13.1 Petrografía y Fotomicrografía.....	38
1.14 MINERALOGRAFIA DE LA VETA NATIVIDAD.....	49
1.14.1 Microscopia óptica, fotomicrografía y microscopia electrónica.....	49
1.15 INCLUSIONES FLUIDAS DE LA VETA NATIVIDAD.....	76

1.15.1 Descripción macroscópica, microscópica, análisis microtermométrico de homogenización y salinidad.....	76
--	----

**CAPITULO V**

<b>DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LS RESULTADOS.....</b>	<b>92</b>
---	-----------

**CAPITULO VI**

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>94</b>
--------------------------	-----------

**CAPITULO VII**

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>96</b>
--------------------------	-----------

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Plano de Ubicación y accesibilidad a Orcopampa.....	14
Figura2.1	Marco Geológico de Orcopampa.....	26
Figura 2.2	Sección transversal de la corteza en la latitud 16° y 22°.....	29
Figura 3.1	Plano geológico mina Chipmo (Veta Natividad).....	33
Figura 3.2	Columna estratigráfica de mina Chipmo.....	34
Figura 3.3	Roseta de dirección de la mineralización Veta Natividad.....	35
Figura 3.4	Rocas con alteración hidrotermal.....	37
Figura 4.1	Sección delgada Luz transmitida (muestra N°28039).....	40
Figura 4.2	Sección delgada Luz transmitida (muestra N°28039).....	41
Figura 4.3	Sección delgada Luz transmitida (muestra N°28040).....	44
Figura 4.4	Sección delgada Luz transmitida (muestra N°28040).....	44
Figura 4.5	Sección delgada Luz transmitida (muestra N°28041).....	48
Figura 4.6	Sección delgada Luz transmitida (muestra N°28041).....	48
Figura 4.7	Sección delgada Luz reflejada (muestra N°28039).....	50
Figura 4.8	Sección delgada Luz reflejada (muestra N°28039).....	50
Figura 4.9	Sección delgada Luz reflejada (muestra N°28039).....	51
Figura 4.10	Región demarcada con las partículas de pirita.....	54
Figura 4.11	Región demarcada con las partículas de calaverita.....	55
Figura 4.12	Análisis lineal de partículas de calaverita en cuarzo.....	56
Figura 4.13	Análisis lineal de partículas de calaverita en cuarzo.....	57



Figura 4.14	Región demarcada con las partículas de Pirita, Oro nativo, Teluro nativo y Cuarzo para el análisis elemental.....	58
Figura 4.15	Análisis lineal de partículas de Oro nativo.....	59
Figura 4.16	Región demarcada con las partículas de Oro nativo, Barita y Cuarzo para el análisis elemental.....	60
Figura 4.17	Región demarcada con las partículas de Tetraedrita y Cuarzo para el análisis elemental.....	61
Figura 4.18	Sección delgada Luz reflejada (muestra N°28040).....	62
Figura 4.19	Región demarcada con las partículas de Pirita (con oro diseminado o como solución sólida) y Cuarzo para el análisis elemental.....	65
Figura 4.20	Región demarcada con las partículas de Pirita (con Oro diseminado o como solución sólida), Rutilo, OXs – Fe, Silicato – Al y Cuarzo para el análisis elemental.....	66
Figura 4.21	Región demarcada con las partículas de Pirita (con Oro diseminado o como solución sólida), para el análisis elemental.....	67
Figura 4.22	Análisis lineal de partículas de Oro diseminado o como solución sólida en la pirita.....	68
Figura 4.23	Sección delgada Luz reflejada (muestra N°28041).....	69
Figura 4.24	Región demarcada con las partículas de Oro nativo incluidas en Cuarzo para el análisis elemental.....	72
Figura 4.25	Análisis lineal de partículas de Oro nativo incluido en Cuarzo.....	73
Figura 4.26	Región demarcada con las partículas de OXs – Fe, Cuarzo y Silicato - Al para el análisis elemental.....	74

Figura 4.27 Región demarcada con las partículas de Pirita, Zircón y Cuarzo para el análisis elemental.....	75
Figura 4.28 Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N°28039.....	76
Figura 4.29 Fotomicrografías.....	78
Figura 4.30 Histogramas de homogenización y salinidad.....	80
Figura 4.31 Grafico de poblaciones de fluidos.....	80
Figura 4.32 Clasificación del depósito como epitermal con contacto de vetas de oro. Según el Diagrama de Wilkinson (2001).....	81
Figura 4.33 Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N° 28040.....	81
Figura 4.34 Fotomicrografías.....	83
Figura 4.35 Histogramas de homogenización y salinidad.....	84
Figura 4.36 Grafico de poblaciones de fluidos.....	85
Figura 4.37 Clasificación del depósito como epitermal con contacto de vetas de oro. Según el Diagrama de Wilkinson (2001).....	86
Figura 4.38 Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N° 28041.....	86
Figura 4.39 Fotomicrografías.....	88
Figura 4.40 Histogramas de homogenización y salinidad.....	90
Figura 4.41 Grafico de poblaciones de fluidos.....	90
Figura 4.42 Clasificación del depósito como epitermal con contacto de vetas de oro. Según el Diagrama de Wilkinson (2001).....	91

## INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Composición química en (%) de los minerales identificados de la muestra N°28039.....	53
Tabla 4.2 Composición química en (%) de los minerales identificados de la muestra N°28040.....	64
Tabla 4.3 Composición química en (%) de los minerales identificados de la muestra N°28041.....	71
Tabla 4.4 Datos microtermométricos de la muestra N°28039.....	79
Tabla 4.5 Datos microtermométricos de la muestra N°28040.....	84
Tabla 4.6 Datos microtermométricos de la muestra N°28041.....	89

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se da un alcance petrográfico, mineralográfico y estudio de inclusiones fluidas (tipo de fluidos y temperatura de homogenización) de la veta Natividad.

Los volcanes Sarpane (19Ma), es reconocido como el metalotecto del yacimiento Chipmo, el cual corresponde a un tipo de roca el cual necesita ser reconocido para exploraciones futuras.

En el caso de la caracterización petrográfica y mineralográfica se utilizó la microscopia óptica y microscopía electrónica de barrido En la determinación de las arcillas se utilizó el spectterra y difracción de rayos X (ADRX), el cual sirvió para caracterización de las alteraciones hidrotermales. En el estudio de inclusiones fluidas se usó la técnica de petrografías de inclusiones fluidas mediante microscopia de luz transmitida y el uso de una platina calentamiento – enfriamiento LINKAM.

Profundos agradecimientos al personal del área de geología de Orcopampa, que me brindaron su apoyo.

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 UBICACIÓN**

La mina Chipmo se ubica en dos distritos: Chilcaymarca y Orcopampa pertenecientes a la provincia de Castilla departamento de Arequipa. Una coordenada (Datum: PSAD56 18S) principal referencial es: Este 783,000, Norte 8'310,000 y Altitud 3,800m.s.n.m.

#### **1.2 ACCESIBILIDAD**

El acceso al distrito de Orcopampa se puede realizar por vías terrestres y aéreas:

Por la carretera Arequipa, Aplao, Viraco, Orcopampa, o por Arequipa, Aplao, Chuquibamba, Orcopampa: 370 Km.

Una segunda ruta, es partiendo de Arequipa pasando por Sibayo, Caylloma, desvío mina Arcata, Orcopampa: 320 Km.

Utilizando el aeropuerto de Orcopampa, se tiene el servicio de avionetas Lima – Orcopampa – Arequipa Lima.

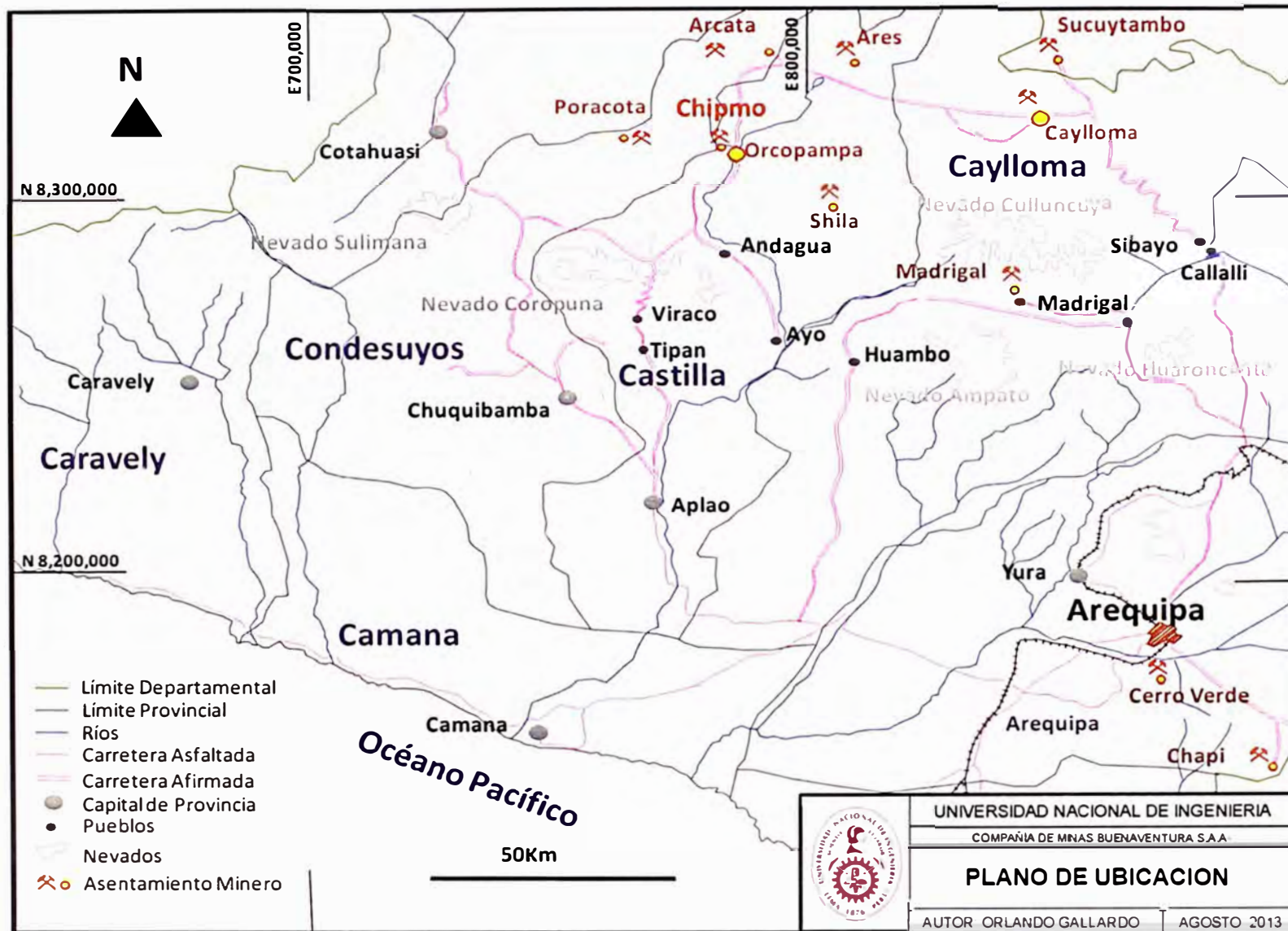


Figura 1.1 Plano de ubicación y accesibilidad a Orcopampa (Gallardo, 2013).

### **1.3 RESEÑA HISTORICA**

La zona de Orcopampa cuenta con una larga historia minera desde la época de la colonia. En diferentes áreas circundantes a las minas existen “ingenios” con sus clásicas ruedas de molino, que evidencian los trabajos realizados en la antigüedad. En 1960 la Compañía de Minas Buenaventura S.A. se interesa por la zona y en 1962 se inició las exploraciones en Orcopampa, los trabajos se reiniciaron en la zona de Tudela y estudios en Manto. Los resultados de los trabajos iniciales de Buenaventura concluyo con la firma de un contrato de arrendamiento con el Sindicato Minero de Orcopampa y consecuentemente con la construcción de una planta concentradora para 300 toneladas, la que empezó a funcionar en 1967 bajo un acuerdo con el Sindicato con 10% de regalía. En 1991 se descubre la veta Prometida con la cual se inicia una serie de exploraciones en la zona de Chipmo. En 1998 cuando las minas Calera y Manto ya estaban en cierre se descubre la veta Nazareno con la cual se da inicio a las operaciones en la mina Chipmo y Orcopampa pasa ser de un productor de plata a un productor netamente de oro.

#### **1.4 ESTUDIOS ANTERIORES**

Anteriormente el yacimiento de Chipmo ha sido estudiado por el Ing. Oscar Mayta quien publico un artículo en proExplo de 1999, también por el Ing. Juan Carlos Salazar en su tesis de maestría en la Universidad de Western Australia con el título “Epithermal Gold-Telluride Mineralization in the Chipmo deposit, Orcopampa District, Arequipa Perú”. El ingeniero Carlos Villón realizo un estudio del yacimiento Chipmo.

#### **1.5 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

El principal objetivo del estudio es saber la petrografía mediante microscopia óptica lo cual nos indicara los minerales metálicos y no metálicos presentes, tamaño, forma, textura y porcentaje de cada uno de ellos, también se podrá saber los fluidos que se presentan en el yacimiento, se determinaron su relación con la mineralización, sabes la temperatura de homogenización, temperatura de fusión, el porcentaje en peso de salinidad.

#### **1.6 METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La metodología de trabajo seguida ha sido la toma de datos y la observación en el campo. Para la caracterización petrográfica y minerográfica se utilizó microscopia óptica. Para la determinación de las arcillas se usó el spectterra y estudios de difracción de rayos X que sirvieron para la caracterización de las alteraciones hidrotermales, para el estudio de inclusiones fluidas se usó petrografía de



inclusiones fluidas mediante microscopia de luz transmitida y para el comportamiento microtermométrico se observó y midió utilizando una platina calentamiento – enfriamiento marca LINKAM el cual se adaptó a un microscopio óptico.

## CAPITULO II

### GEOLOGIA REGIONAL

#### **1.7 Geomorfología**

En el cuadrángulo de Orcopampa la geomorfología regional presenta un relieve bastante accidentado, desde su límite occidental parte final de la planicie costera, hasta las proximidades de la divisoria continental límite oriental del área, dentro de estos límites las cotas varían entre 800 y 5300 m.s.n.m. En la región se han diferenciado cinco unidades geomorfológicas: Frente Occidental de los Andes, Cañón de Majes- Colca, Zona de Volcanes del Barroso, Lomas y Altas Cumbres, Cubeta y Volcanes Andagua. (Caldas, 1993).

Localmente el yacimiento de Chipmo se encuentra al lado oeste del valle del río Chilcaymarca, por lo que se presentan varias terrazas fluviales. En los valles de los ríos de Orcopampa y Chilcaymarca es notorio la presencia de volcanes de cenizas de forma cónica y con derrames lávicos a su alrededor. Los cerros presentan drenajes dendríticos, por donde escurre el agua de las lluvias y llegan a los ríos. En lo alto de los cerros existen morrenas como vestigios de erosión glaciaria, además de escarpas causadas por movimientos de fallas en la zona. En la zona son apreciables crestones que en su mayoría correlacionan con estructuras silicificadas que en profundidad podrían desarrollarse como vetas.

Los agentes actuales de meteorización de las rocas es principalmente el agua, y en segundo lugar el viento, que le han dado una forma redondeada y suavizada a los cerros. El cambio de temperatura (calor en el día y frío en la noche) juega un rol importante en la geodinámica actual como meteorización esferoidal de las rocas.

### **1.8 ESTRATIGRAFÍA**

En el área comprendida en el cuadrángulo de Orcopampa se exponen unidades litológicas sedimentarias e ígneas con una cronología que varía desde el Jurásico hasta el Cuaternario reciente. Las formaciones Jurásicas y Cretácicas en su mayoría de ambientes marinos, la más antigua es el Grupo Yura, con unidades que tienen un rango vertical que va desde el Caloviano hasta el Neocomiano inferior. Luego se depositó la Formación Murco de edad Neocomiano superior Aptiano en un ambiente de aguas epicontinentales. Posteriormente se produjeron acumulaciones sedimentarias calcáreas de la Formación Arcurquina del Albiano inferior a medio. Las unidades Terciarias (rocas volcánicas) sobreyacen en discordancia angular sobre el Mesozoico. Las dataciones radiométricas indican edades desde el Mioceno a Plioceno. A fines del Plioceno y con mayor posibilidad en el Pleistoceno se depositó el Grupo Barroso y en el Cuaternario reciente, se acumularon materiales aluviales, glaciares y fluvioglaciares, interrumpidos por una época de tensión regional, que originó una actividad volcánica en esta parte de los Andes desarrollándose conos y cubiertas volcánicas, como resultado de este evento se configuró el Grupo Andagua. Finalmente, se han acumulado materiales fluviales, aluviales y cenizas en depósitos de extensiones limitadas (Caldas, 1993).

### 1.8.1 Rocas Sedimentarias del Mesozoico

Se observan bien expuestas al Sur de Andagua e inmediaciones de Chapacoco, subyaciendo al volcánico Terciario en marcada discordancia angular.

#### 1.8.1.1 *Grupo Yura (Jurásico a Cretáceo inferior)*

En el cuadrángulo de Orcopampa, el Grupo Yura consiste mayormente de cuarcitas masivas y resistentes pertenecientes a la Formación Hualhuani, con un grosor máximo de 400m (Swanson, 2003). El contacto superior es concordante con la Formación Murco y discordante angularmente con el volcánico Terciario. Por correlaciones estratigráficas se le asigna una edad Jurásico superior a Cretácico Inferior (Benavides, 1962).

#### 1.8.1.2 *Formación Murco (Cretáceo inferior a superior)*

Constituida por areniscas violáceas a rojizas interestratificadas con lutitas moradas que al intemperizarse forma una topografía suave. Se correlaciona con el Grupo Goyllarisquizga del Perú Central. El grosor en este cuadrángulo es de aproximadamente 175 metros (Swanson & Noble, 2003).

#### 1.8.1.3 *Formación Arcurquina (Cretáceo inferior a superior)*

Constituida por estratos gruesos a delgados de calizas gris claras con horizontes de chert. Se le correlaciona con las formaciones Chúlec, Pariatambo y Jumasha del Perú Central. El grosor en el cuadrángulo es de 200 a 250 metros (Swanson & Noble, 2003).

## 1.8.2 Rocas Volcánicas Cenozoicas

Las tobas y las lavas fueron erupcionadas durante el Neógeno a través de sistemas de conductos, incluyendo fisuras curvadas asociadas con áreas de caldera en colapso (por ejemplo Chinchón, Huayta, Caylloma), dentro y adyacentes al cuadrángulo de Orcopampa. Las rocas del Neógeno inferior fueron plegadas durante el Mioceno inferior a medio, y sólo las unidades más jóvenes están sin deformación (Swanson & Noble, 2003).

### 1.8.2.1 *Tobas de Jaihua (Mioceno medio)*

Ignimbritas de composición riolítica fuertemente soldadas, en algunos lugares cristaliza con granos finos. Su grosor local es de unos 700 m. La datación mediante la fusión por laser del  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , determina una edad de  $30.30 \pm 0.7$  Ma (Noble, D.C. y otros, 1974).

### 1.8.2.2 *Volcánicos Santa Rosa (Mioceno Inferior)*

Flujos de lavas intercalados con lentes de lahares y flujos de brechas de composición andesita-piroxénica con unidades intercaladas con ignimbritas silicea (Tsrt). El grosor máximo expuesto localmente es de 500 m; variando desde unas pocas decenas de metros en los altos paleotopográficos hasta un estimado de 1500 m cerca a los centros eruptivos. Dos dataciones por K-Ar indican  $20.1 \pm 0.6$  y  $22.9 \pm 0.7$  Ma (Swanson & Noble, 2003).

### *1.8.2.3 Toba Manto*

Consiste de ignimbritas de exposición a escala regional de composición zonada en un flujo externo laminar generalmente gruesa, fuertemente soldada y resistente, que forma acantilados y están bien expuestas en el prisma de la toba de intracaldera, al oeste de la caldera Chinchón los flujos externos de las tobas comprende a una unidad de enfriamiento simple con un grosor máximo de alrededor de 250 m. Al este de la caldera, la toba Manto es más delgada. La toba intracaldera está mejor expuesta en la parte sur de la caldera Chinchón, 2 km de longitud aproximadamente. Las brechas de intracaldera están presentes en varios lugares. Los fragmentos de pumicita son comunes y la textura eutaxítica es fácilmente reconocible. La toba fresca es generalmente de color gris. La edad de la toba Manto es de 19.7 Ma basado en tres determinaciones  $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$  (Swanson & Noble, 2003).

### *1.8.2.4 Volcánicos Sarpane (Mioceno inferior)*

Corresponden a domos, flujos de lavas, costras de brechas de flujos y diques de composición andesítica a dacítica de color gris oscuro a gris púrpura, conteniendo fenocristales de plagioclasa y horblenda con cantidades variables de cuarzo, biotita, ortopiroxeno, clinopiroxeno, apatito y óxidos de Fe y Ti. Los domos pueden superar cientos de metros de grosor. Localmente están presentes los depósitos de escorias. Las numerosas determinaciones de edad  $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$  muestran que la mayor parte de la unidad se depositó entre 9.5 y 9.0 aunque dos edades que han sido obtenidas

por K-Ar son  $18.3 \pm 0.6$  y  $18.6 \pm 0.6$  Ma en biotita lo que sugiere que algunos flujos más jóvenes pueden localmente estar presentes en el lado oriental del valle de Orcopampa (Swanson & Noble, 2003).

#### *1.8.2.5 Tobas Chipmo (Mioceno Medio)*

Unidad parcial a fuertemente soldada de ignimbritas completamente inalteradas, suprayace a los volcánicos Sarpane en la zona de Chipmo. La unidad contiene abundante fenocristales de cuarzo, sanidina, plagioclasa, biotita y óxidos de Fe y Ti. El máximo grosor expuesto es menor a 50 m. Una datación obtenida por medio de la fusión láser  $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$  de un fenocristal de sanidina indica  $14.16 \pm 0.025$  Ma (Swanson & Noble, 2003).

#### *1.8.2.6 Tobas de Umachulco (Mioceno superior)*

Ignimbritas fuertemente soldadas, de composición riolítica o dacítica de color blanco gris claro, conteniendo abundante fenocristal de plagioclasa, biotita y clinopiroxeno. El grosor máximo aproximado es de 100 m. Las dataciones por K-Ar en biotita indican  $6.3 \pm 0.2$  Ma (Farrar, E. y Noble, D.C., 1976 y Candiotti, H. y otros 1990).

#### *1.8.2.7 Los volcánicos Andagua (Plioceno a Cuaternario)*

Están conformados por flujos de lava, complejos flujos y conos de escoria. Las rocas son habitualmente andesitas gris oscura afaníticas a escasamente porfiríticas y

andesitas basálticas, ambas contienen fenocristales de plagioclasa, hornblenda, clinopiroxenos y/o ortopiroxenos, composicionalmente distintas a las rocas del frente del arco volcánico (Venturelli et al., 1978). Aunque la mayoría de las lavas son Cuaternarias, algunas son probablemente del Pleistoceno. Tres dataciones por K-Ar en roca total en muestras del cuadrangulo de Orcopampa varían desde  $0.27\pm 0.02$  hasta  $1.4\pm 0.03$  Ma (Kaneoka, I. y Guevara, C. 1984). La unidad incluye en parte rocas cartografiadas por Caldas, J., (1994) como Formación Barroso. El grosor máximo de exposición es de aproximadamente 100 m, aunque un grosor máximo agregado puede exceder los 500 m en el valle de Andagua (Swanson & Noble, 2003).

### 1.8.3 Depósitos Superficiales

La edad de los depósitos superficiales ha sido inferida de la disección de la superficie local y de su relación con depósitos volcánicos y glaciares.

#### *1.8.3.1 Morrenas y Depósitos Glaciares*

Consisten predominantemente de gruesos depósitos glaciares compuestos de bloques y cantos del Pleistoceno y posiblemente Holoceno.

#### *1.8.3.2 Glaciares de Roca*

Compuestos por grandes bloques angulares (de 1 a 5 metros de diámetro) acompañados por poco material intersticial.



#### *1.8.3.3 Depósitos Glaciares (Cuaternario).*

Morrenas laterales y terminales, además glaciares ricos en bloques de rocas, su grosor varía de algunos metros a cientos de metros.

#### *1.8.3.4 Depósitos de Deslizamiento (Cuaternario)*

Rocas pobremente seleccionadas y bloques que en algunos lugares cubren áreas que superan los 5 km<sup>2</sup>.

#### *1.8.3.5 Depósitos Aluviales y Coluviales (Cuaternario)*

Limos inconsolidados, arenas y depósitos lacustres, incluyendo cauce de ríos, llanuras de inundación, terrazas y abanicos aluviales.

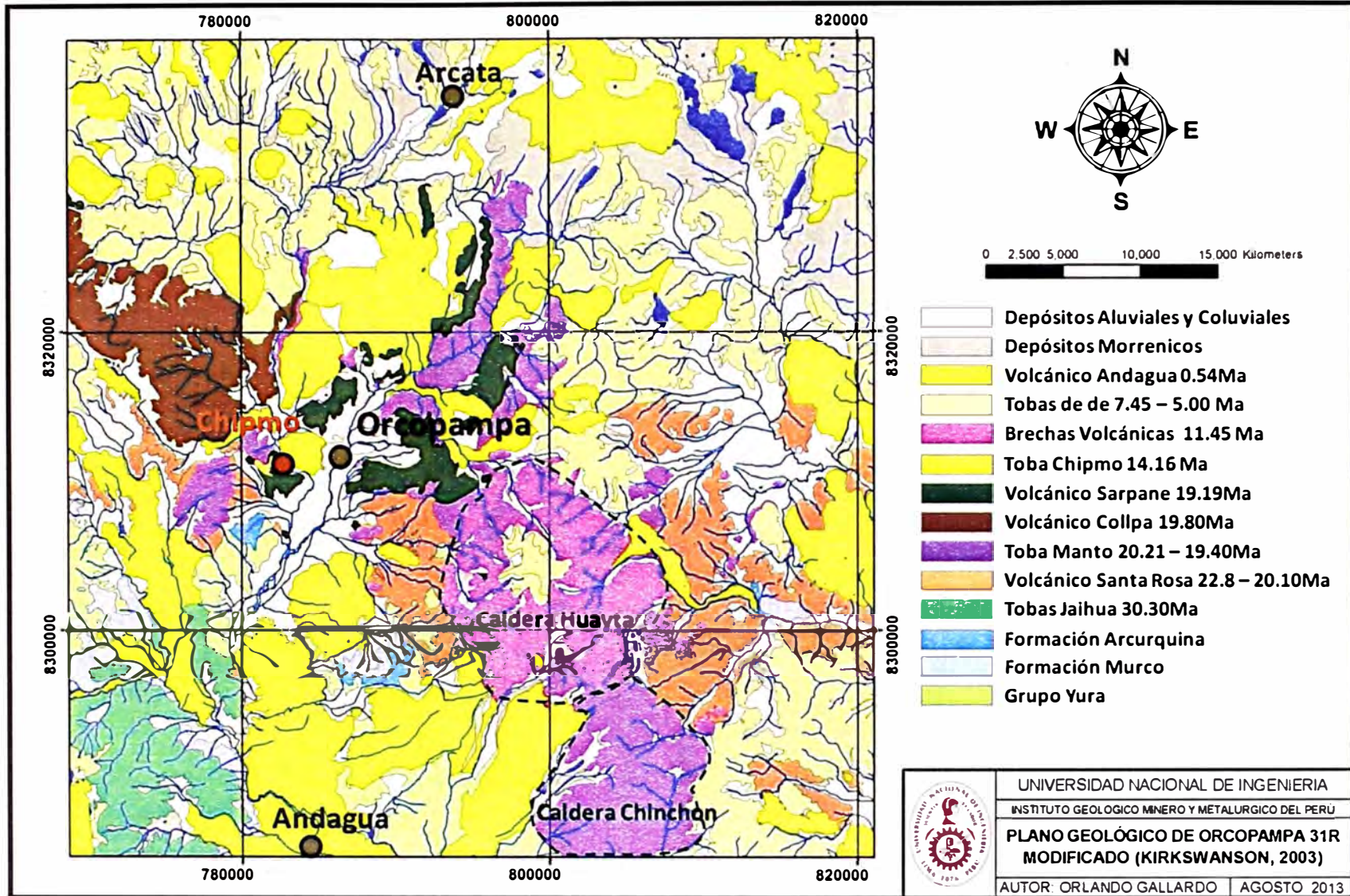


Figura 2.1 Mapa Geológico de Orcopampa (Swanson, 2003).

## 1.9 EVOLUCIÓN TECTÓNICA

### 1.9.1 Fallamiento Normal del Mioceno Temprano

Las vetas del sistema de Orcopampa están relacionadas a falla normales de rumbo Este-Noreste que fueron formadas después de la deposición de la Toba Manto hace aproximadamente 20 Ma. El sistema de falla estaba activo durante la erupción de la dacita Sarpane aproximadamente 18.5 a 19.0 Ma. atrás, como ha sido puesto en evidencia por el hecho de que los diques de dacita Sarpane sean paralelos a las vetas Calera, Manto y Nazareno. Las fallas estaban probablemente todavía activas durante la formación de la mineralización económica de Au-Ag en el distrito de Orcopampa aproximadamente 17.5 a 18.0 Ma atrás (Noble, 1992).

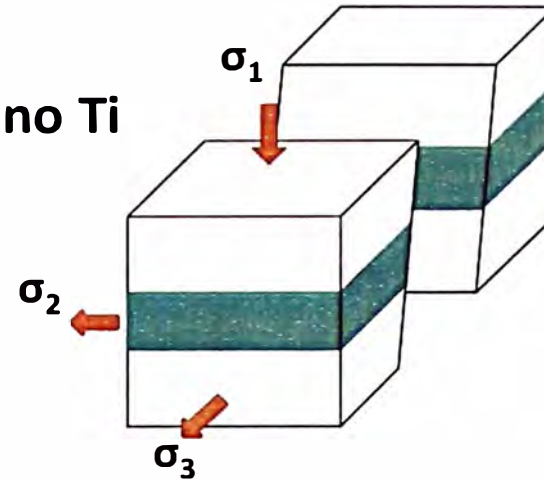
Este episodio de fallamiento extensional está ubicado en el intervalo del periodo Quechua I de deformación compresiva. La ocurrencia de fallas normales indica que  $\sigma_1$  fue vertical y el rumbo Noreste de las estructuras indica que fue subhorizontal y orientado según la dirección Noreste. Esta desviación de la orientación horizontal esperada en los límites de placas tectónicas convergentes puede reflejar una extensión lateral bajo la influencia de la topografía durante las etapas tardías del tectonismo Quechua I de una manera similar a lo sugerido por Sébrier et al (1985) para el tectonismo extensional más joven de la cordillera (Noble, 1992).

La sección en las latitud sur  $16^\circ$  y  $22^\circ$  puede dar una idea de cómo se formaron las fallas normales en el arco del Tacaza en el Mioceno Temprano, expresando gráficamente la idea sugerida por Sébrier. Las fallas que se formaron en esta etapa

en el yacimiento de Chipmo fueron de movimiento normal sinextral.

El yacimiento Chipmo geotectónicamente pertenece al dominio estructural alto Condorama – Caylloma.

# Fallamiento Normal del Mioceno Temprano Ti



Peru-Chile-Bolivia aprox. 16° - 22°S

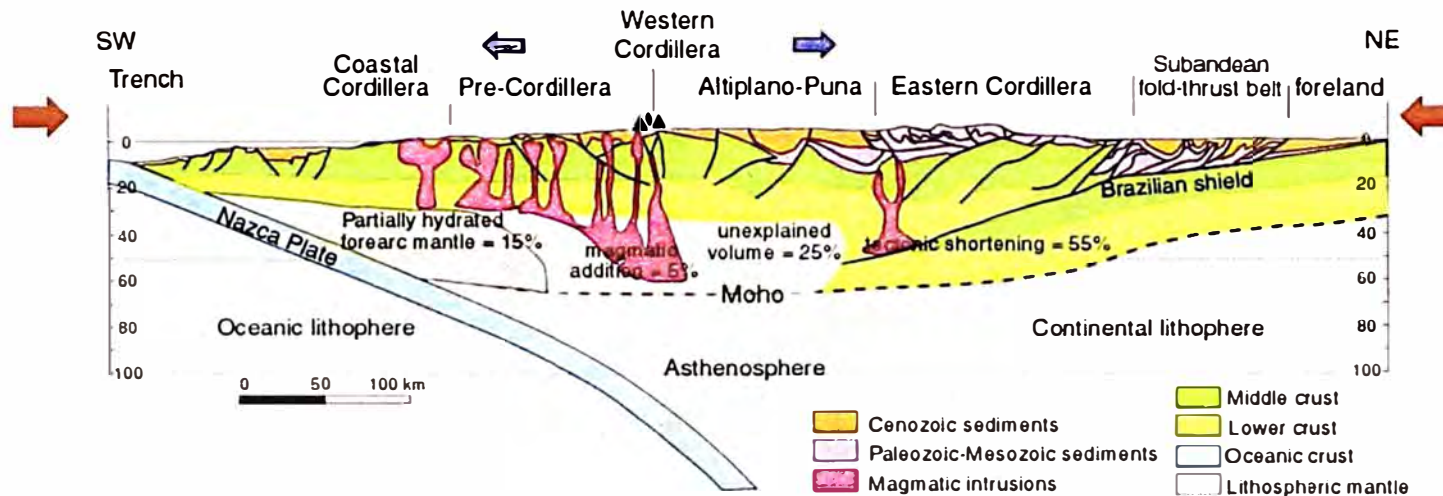


Figura 2.2 Sección transversal de la corteza en la latitud 16° y 22° (Compilado de Allmendinger et al., 1997; Giese, 1999)

### 1.9.2 Deformación Compresiva del Mioceno Tardío

La existencia de unidades rocosas del Mioceno Temprano con buzamientos iguales o mayores a 20° es conocido desde hace tiempo en el distrito de Orcopampa. El mejor ejemplo fue proporcionado por la toba Manto, con buzamientos moderados hacia el oeste tanto al Norte como al Sur del río Huancarama. Sin embargo, la datación de esta información no estuvo clara por varios años (Noble, 1992).

En la parte oriental de la caldera Chinchon, directamente al Oeste del campamento de la mina Shila, una secuencia potente de la toba de flujo de ceniza riolítica, Toba del Cerro Hospicio, tiene un buzamiento de 35° al Este. La edad K-Ar de  $11.3 \pm 0.3$  Ma obtenida para esta unidad muestra que es bastante más joven, posterior no solamente al pulso tectónico Quechua I sino también a todo evento estructural posible (por ejemplo resurgencia central) de la caldera Chinchon. No hay manera de interpretar los buzamientos de 25° a 45° como consecuencia de un fallamiento normal. Por otro lado son interpretados de manera razonable por deformación compresiva de edad Miocena media a tardía, es decir, por la deformación Quechua II (Noble, 1992).

## CAPITULO III

### GEOLOGÍA LOCAL

#### 1.10 ESTRATIGRAFIA

El yacimiento de Chipmo se encuentra emplazado sobre rocas de composición dacítica y andesítica pertenecientes a rocas volcánicas del Terciario principalmente pertenecientes al Volcánico Sarpane (19ma), regionalmente corresponderían al grupo Tacaza en esta zona sur del Perú. En la zona de Chipmo se han registrado las siguientes unidades litoestratigraficas:

##### 1.10.1 Volcánicos Santa Rosa (Mioceno Inferior)

Localmente aflora al este del yacimiento, flujos de lavas intercalados con lentes de lahares y flujos de brechas de composición andesítica-piroxenica.

##### 1.10.2 Toba Manto (Mioceno Inferior)

Aflora al Norte del yacimiento de Chipmo, es una roca de composición riolítica de textura toba de cristales, presentando fiames alargados. Tiene un color morado característico.

#### 1.10.3 Volcánicos Sarpane (Mioceno inferior)

Corresponden a un complejo de domos, flujos de lavas, toba de cristales, brechas y diques de composición andesítica a dacítica de color gris oscuro a gris purpura. Tiene como mineral accesorio a la pirita que puede variar como diseminación de 1% hasta 20%. Ocasionalmente o frecuentemente la pirita fina reemplaza parcialmente a la matriz de la roca formando pseudobrechas.

#### 1.10.4 Tobas Chipmo (Mioceno Medio)

Consiste en una ignimbrita de composición riolítica que contiene abundante fenocristales de cuarzo, sanidina, plagioclasa, micas de biotita y óxidos de Fe y Ti. Sobreyace a los Volcánicos Sarpane cubriendo gran parte del Norte del yacimiento de Chipmo.

#### 1.10.5 Los Volcánicos Andagua (Plioceno a Cuaternario), QTa

Reconocido al Este del yacimiento de Chipmo, específicamente en el volcán Mauras, es una roca de composición andesítica y andesitas basálticas, formando flujos de lavas y conos de escoria.



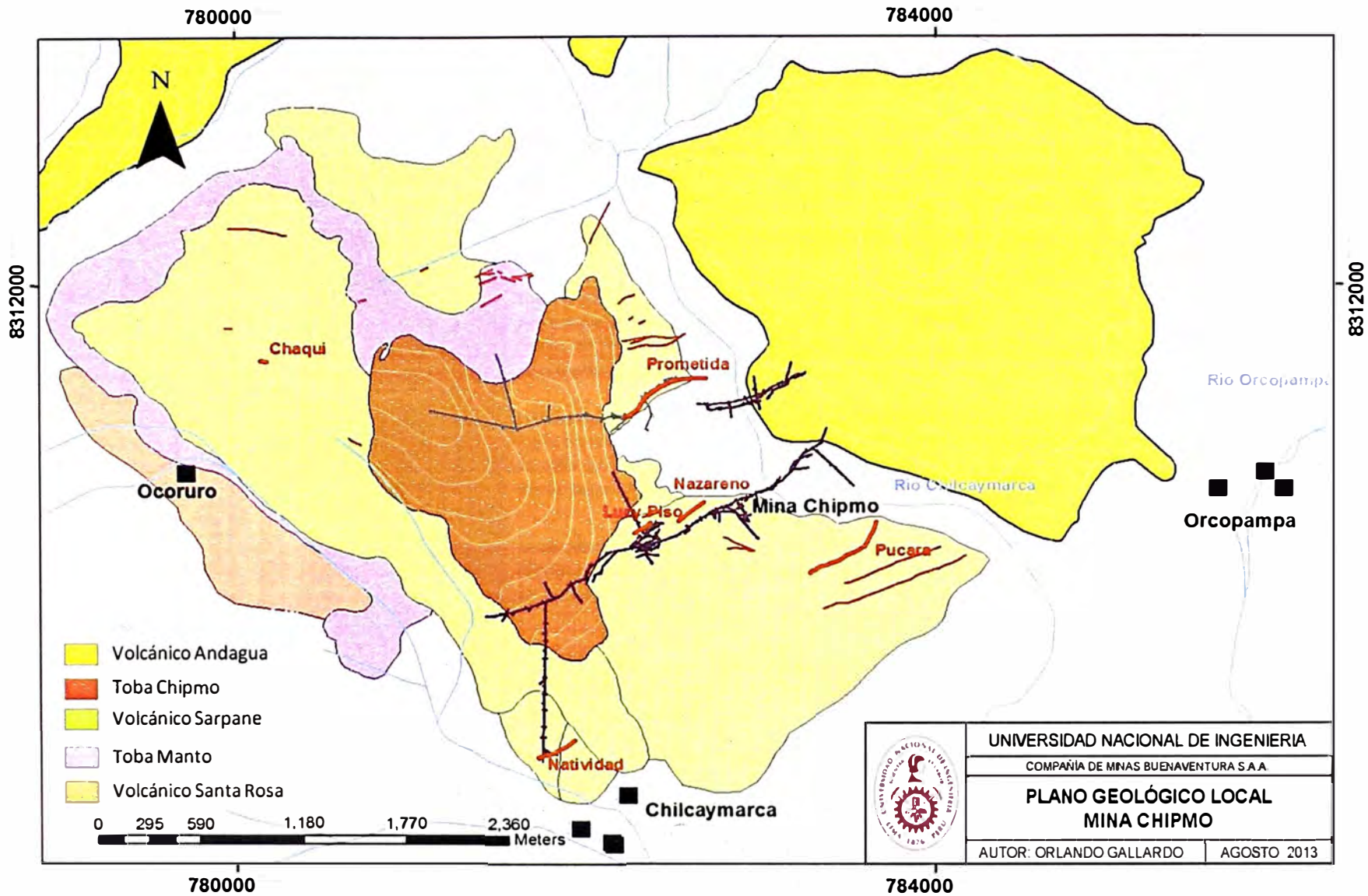


Figura 3.1 Plano geológico de la mina Chipmo (veta Natividad) (Gallardo, 2013)

## Columna Estratigráfica del Yacimiento de Chipmo

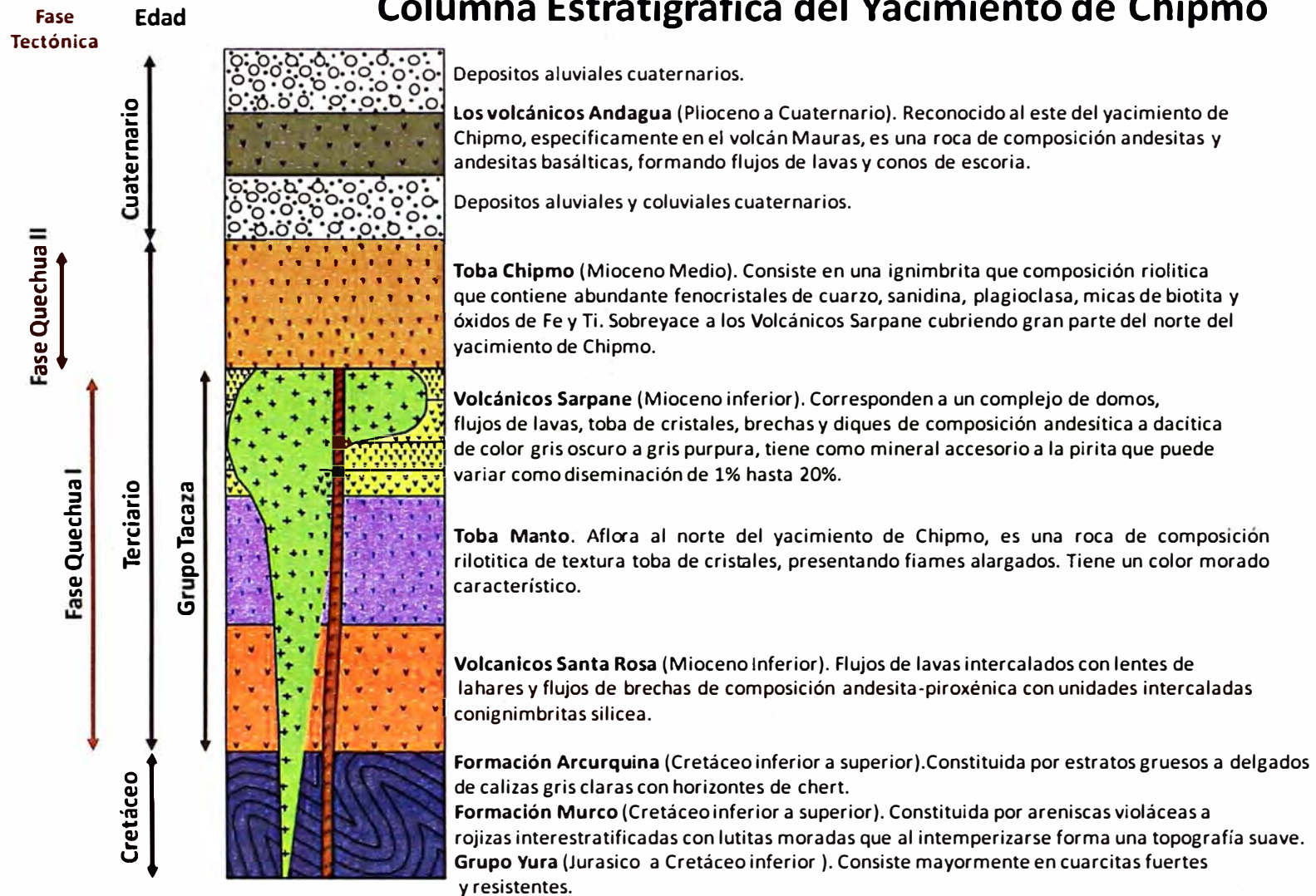


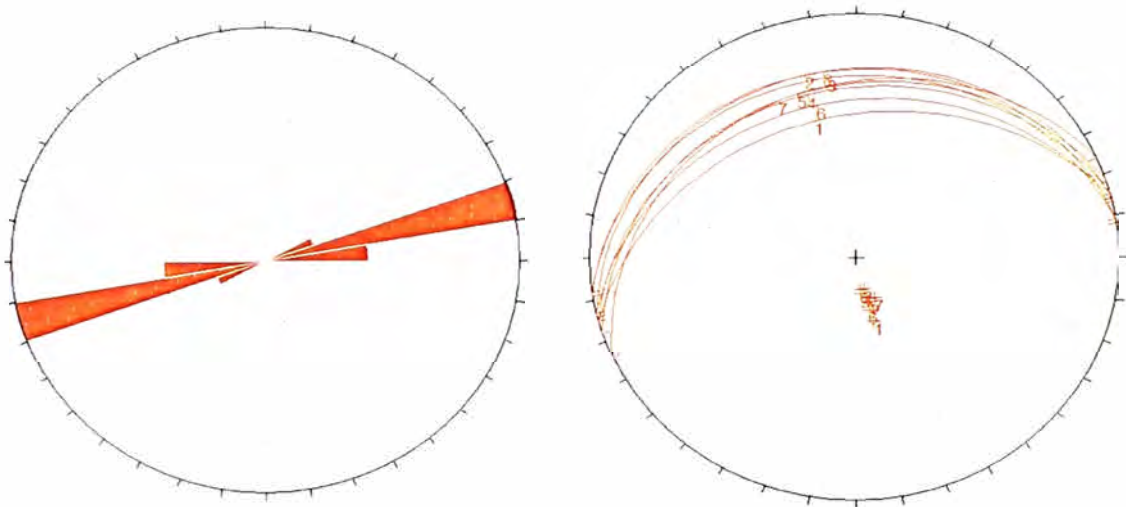
Figura 3.2 Columna estratigráfica en el yacimiento Chipmo (Gallardo, 2013)

## 1.11.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

### 1.11.1.- Comentarios sobre la geología estructural

La veta Natividad se encuentra al sur del yacimiento Chipmo está emplazada en un sistema de fallamiento con una dirección N75°E con un buzamiento promedio de 70° hacia el norte.

Localmente la veta Natividad está controlada por la Falla Natividad la cual impide la continuidad definida en niveles inferiores.



a) Diagrama de roseta de los datos de la dirección de mineralización de la veta Natividad, b) muestra los Planos y polos de los datos de mineralización.

**Figura 3.3 Roseta de dirección de mineralización veta Natividad (Gallardo, 2013)**

## 1.12 ALTERACIONES HIDROTERMALES

En el área Chipmo, se han definido los siguientes ensambles de alteración:

### 1.12.1 Argílica Avanzada:

Está compuesta por el ensamble: dickita, pirofilita, alunita, diaspora, acompañada por una silicificación que va desde débil hasta intensa. En algunos casos la lixiviación de los fenos ha sido total dando como resultado vuggy silica. Esta alteración se presenta cerca de las estructuras mineralizadas relacionadas casi siempre a las zonas de mayor ley de oro.

### 1.12.2 Argílica:

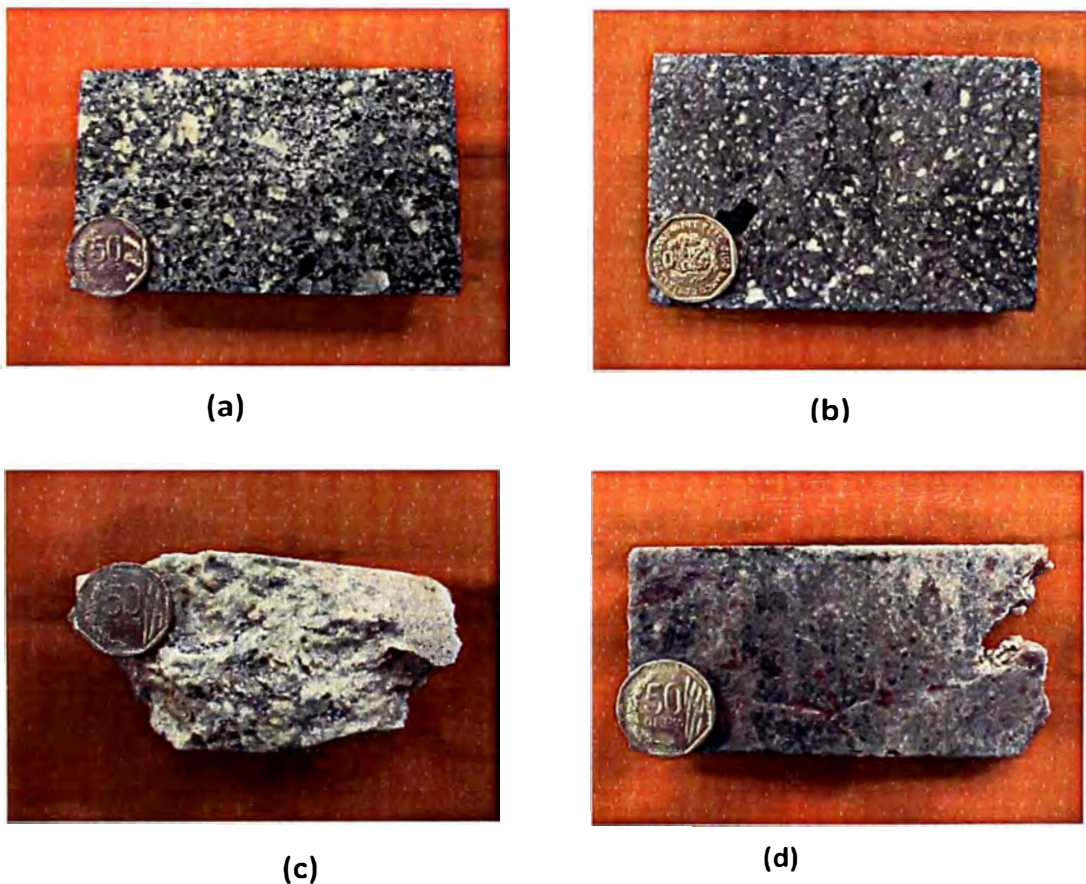
Se denomina así a la alteración que da como resultado al caolín. Es la alteración más común en el yacimiento de Chipmo. Se encuentra envolviendo a la alteración argílica avanzada.

### 1.12.3 Argílica Intermedia:

Compuesta principalmente por el ensamble illita, montmorillonita y esmectitas. Indica zonas alejadas de la mineralización, si una estructura se encuentra relacionada a esta alteración la mineralización es muy pobre. Se caracteriza también por presentar venillas de yeso, anhidrita y calcita.

#### 1.12.4 Propilitica:

Es la alteración donde predomina la epidota, además de la clorita, pirita y calcita. Aquí también se puede observar venillas tardías de yeso, anhidrita y calcita. Al parecer es una alteración de tipo deutérica al igual que la alteración subpropilitica.



**Figura 3.4 Rocas con alteración hidrotermal (Gallardo, 2013)**

**a) Dacita porfirítica con alteración propilitica (núcleos de cloritas); b) dacita porfirítica alteración argilica (mont++), c) dacita porfirítica con alteración argilica intermedia (kao++) venillas de kao 3%, d) dacita porfirítica con alteración argilica avanzada (alun++), venillas de alunita 2%.**

## **CAPITULO IV**

### **1.13.- Petrografía de la veta Natividad**

#### **1.13.1 Petrografía y fotomicrografía**

##### **Descripción microscópica (muestra N° 28039)**

Roca con textura porfirítica remanente mostrando cristales de cuarzo, cavidades con relleno de cuarzo microgranular y arcillas; además de moldes de feldespatos reemplazados por arcillas y relictos de minerales máficos, inmersos en una matriz de sílice-arcillas. Finalmente se ha observado la escasa presencia venillas de sílice microgranular en algunos sectores de la sección delgada.

El cuarzo se presenta en tres generaciones: El **Cuarzo-I (7%)**, compuestos por cristales de formas anhedrales mostrando contornos subredondeados a subangulosos. Dichos individuos suelen presentar golfos y bordes de corrosión; e incluso con frecuencia, bordes de recrecimiento. También puede observarse granos de cuarzo quebrados, que aunque se encuentran juntos, estos toman posiciones ópticas diferentes entre sí. Estos cristales presentan dimensiones no mayores a 2.5 mm. El **Cuarzo-II (26%)**, el cual forma parte de la matriz, encontrándose

recristalizado hidrotermalmente e íntimamente asociado a arcillas. Dichos cristales presentan unas dimensiones no mayores a 0.03 mm en promedio, pero pudiendo observarse individuos de hasta 0.05 mm. Finalmente el **Cuarzo-III (23%)**, casi siempre de aspecto microgranular, encontrándose como relleno de cavidades, moldes (posiblemente de feldespatos) y como bordes de recrecimiento en el cuarzo-I, del mismo modo en escasas venillas cortas con anchos menores a 0.6 mm y finalmente como parte de la matriz.

**Moldes de feldespatos (18%)**, de formas subhedrales (tabulares) a anhedrales completamente reemplazadas por arcillas. Estos moldes presentan dimensiones de hasta 2,0 mm, pudiendo encontrarse en algunos casos con tamaños de hasta 3.0 mm.

**Moldes de máficos (8%)**, estuvieron constituidos posiblemente por anfíboles, debido que se han observado relictos de corte basal mostrando su ángulo de clivaje (aprox. 60°). Estos presentan dimensiones de hasta 1.0 mm, encontrándose alterados a minerales secundarios de hierro (limonitas y Jarosita).

**Dickita (14%)**, mostrándose como finas laminillas (a manera de escamas) de hasta 0.02 mm, encontrándose tanto como relleno de moldes de feldespatos, así como en cavidades y como parte del intercrecimiento con la matriz silícea.

**Baritina (3%)**, en cristales algo alargados, mostrándose en cavidades y también asociado a las venillas de cuarzo secundario. Pueden alcanzar dimensiones de hasta 0.5 mm.

**Limonitas y Jarosita (1%)**, muy fina, encontrándose como relleno parcial de algunas cavidades, como reemplazamiento por oxidación de minerales máficos primarios y en algunos sectores intersticialmente con la matriz de sílice-arcillas.

Textura.- Porfirítica remanente.

Alteración.- Sílice-arcillas (dickita).

Clasificación.- Roca volcánica (posible pórfido dacítico).

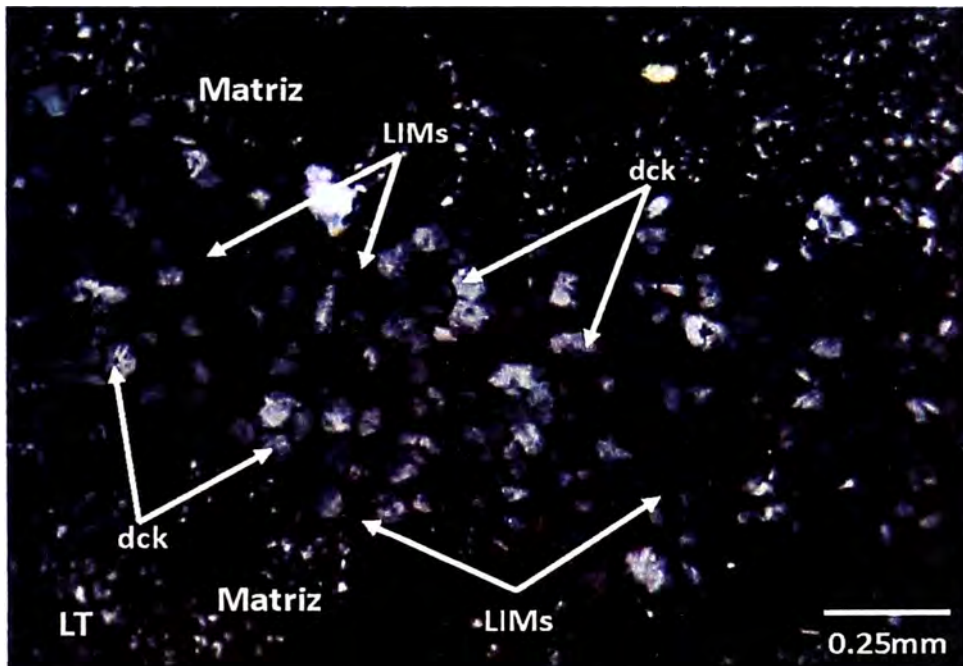


Figura 4.1 Cristales de dickita (dck) con limonitas (LIMs) intersticiales, como relleno de cavidad, rodeada por matriz de cuarzo microgranular (cuarzo-III)-arcillas. LT: Luz transmitida.



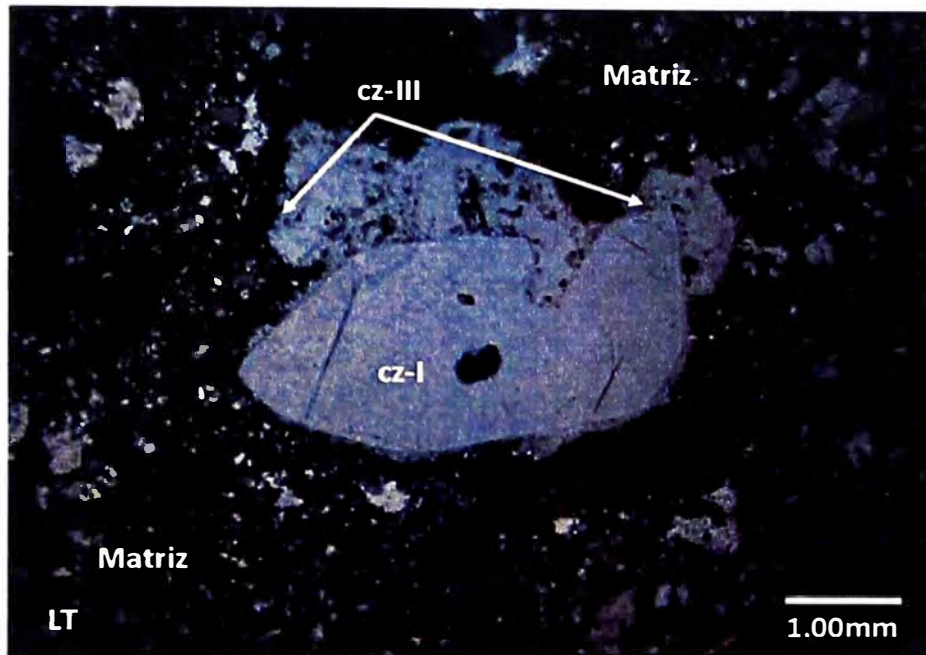


Figura 4.2 Cristal de cuarzo-I (cz-I), mostrando su forma anhedral, bordes subredondeados, golfos de corrosión y bordes de recrecimiento de cuarzo-III, inmersos en matriz de cuarzo microgranular (cuarzo-III)-arcillas. LT: Luz Transmitida.

### Descripción Microscópica (Muestra N°28040)

Roca con textura porfirítica remanente mostrando cristales de cuarzo, cavidades con relleno de cuarzo microgranular y arcillas; además de moldes de feldespatos (?) con relleno de arcillas y relictos de minerales máficos reemplazados por limonitas, inmersos en una matriz de sílice-arcillas. Se tiene presencia venillas cortas de sílice microgranular y microfracturas con relleno de limonitas.

**Cuarzo-I (9%)**, compuestos por cristales de formas anhedrales mostrando contornos subredondeados a subangulosos, luciendo golfos y bordes de corrosión del mismo modo suelen mostrar bordes de recrecimiento. También ha sido posible observar

granos de cuarzo quebrados, ostentando diferentes posiciones ópticas entre sí. Estos cristales presentan dimensiones no mayores a 4.0 mm.

**Cuarzo-II (23%),** el cual forma parte de la matriz, encontrándose recristalizado hidrotermalmente e íntimamente asociado a arcillas. Dichos cristales presentan unas dimensiones menores a 0.01 mm en promedio, pero pudiendo observarse individuos de hasta 0.02 mm.

**Cuarzo-III (26%),** casi siempre de aspecto microgranular, encontrándose tapizando oquedades, como relleno de cavidades, rodeando moldes de feldespatos y como bordes de recrecimiento en el cuarzo-I, del mismo modo en venillas cortas e íntimamente asociado a las arcillas como parte de la matriz. Estos individuos pueden alcanzar dimensiones hasta de 0.12 mm.

**Moldes de feldespatos (17%),** de formas subhedrales (tabulares) a anhedrales totalmente reemplazadas por arcillas. Estos moldes presentan dimensiones que varían de 2.0 mm a 3.0 mm, aunque macroscópicamente se han encontrado individuos de hasta 5.0 mm.

**Moldes de máficos (7%),** constituidos posiblemente por anfíboles, reconocidos a sus formas geométricas en corte basal y rastros de su clivaje (aprox. 60°). Estos presentan dimensiones de hasta 2.0 mm, encontrándose alterados a minerales secundarios de hierro (limonitas).

**Dickita (15%),** mostrándose como finas laminillas (a manera de escamas) de hasta 0.01 mm, encontrándose tanto como relleno de moldes de feldespatos, así como en cavidades y como parte del intercrecimiento con la matriz silícea.

**Baritina (2%),** suelen encontrarse muy ocasionalmente en cavidades, mostrándose en cristales de formas tabulares y en esquirlas. Pueden alcanzar dimensiones de hasta 0.8 mm.

**Limonitas (1%),** muy fina de aspecto masivo, encontrándose como relleno parcial de algunas cavidades, como reemplazamiento por oxidación de minerales máficos primarios y también como relleno de microfracturas.

Textura.- Porfirítica remanente.

Alteración.- Sílice-arcillas (dickita).

Clasificación.- Roca volcánica (posible pórfido dacítico).

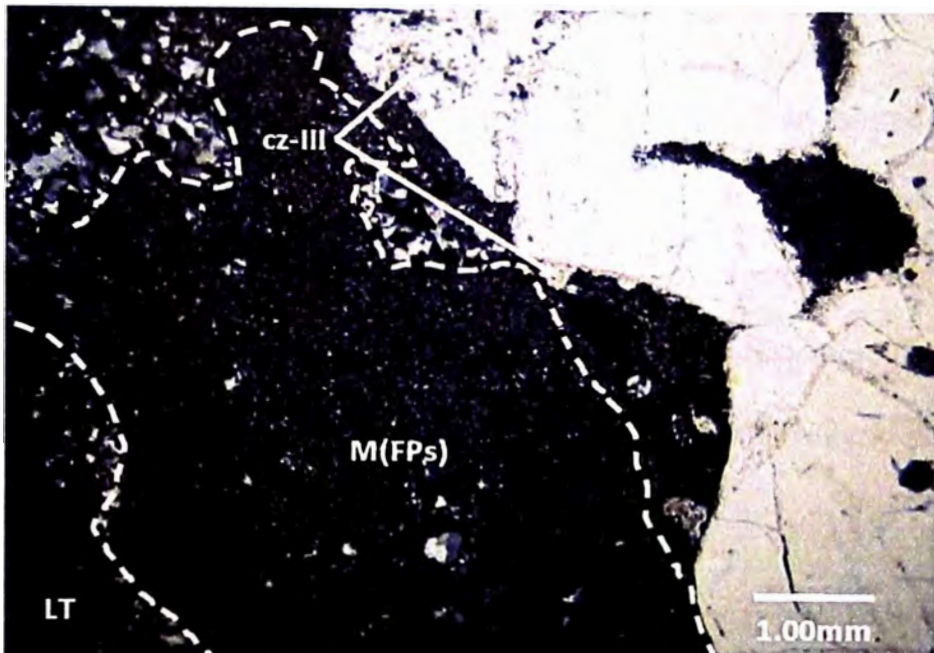


Figura 4.3 Cristal de cuarzo-I (cz-I) y molde de feldespato (M (FPs)). El cuarzo-I muestra sus característicos golfos y bordes de corrosión y el desarrollo de cuarzo-III (cz-III) desde los bordes, mientras que el feldespato fue totalmente reemplazado por las arcillas. LT: Luz transmitida.

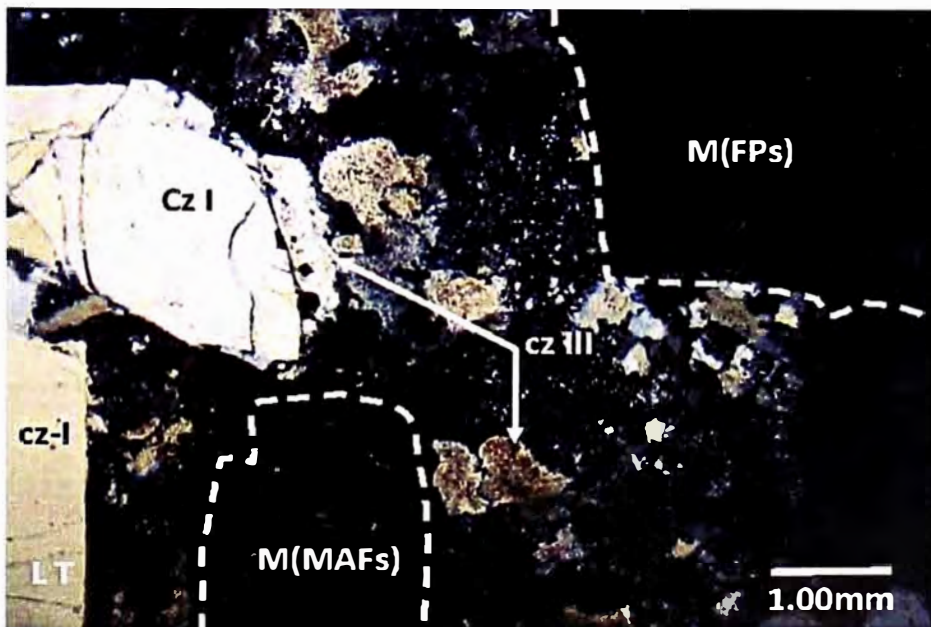


Figura 4.4 Cristal de cuarzo-I (cz-I), molde de feldespato (M (FPs)) y molde de máfico (M (MAFs)). El cuarzo-I algo fracturado, mostrando bordes de corrosión con desarrollo de cuarzo-III (cz-III); mientras que los cristales de feldespato y el máfico, fueron completamente reemplazados tanto en arcillas y en minerales opacos respectivamente. Nótese los individuos de cuarzo-III (cz-III) en la matriz. LT: Luz Transmitida

**Descripción Macroscópica (Muestra N° 28041)**

Roca con textura porfirítica remanente mostrando cristales de cuarzo, cavidades con relleno de cuarzo microgranular y arcillas; moldes de feldespatos con reemplazamiento de arcillas y cuarzo microgranular y relictos de minerales máficos reemplazados por limonitas, inmersos en una matriz de sílice-arcillas. Se tiene presencia venillas de sílice microgranular y microfracturas con relleno de Jarosita y limonitas.

**Cuarzo-I (7%)**, compuestos por cristales de formas anhedrales mostrando contornos subredondeados a subangulosos, luciendo golfos y bordes de corrosión del mismo modo suelen mostrar bordes de recrecimiento. También ha sido posible observar granos de cuarzo quebrados, ostentando diferentes posiciones ópticas entre sí. Estos cristales presentan dimensiones no mayores a 4.0 mm.

**Cuarzo-II (22%)**, el cual forma parte de la matriz, encontrándose recristalizado hidrotermalmente e íntimamente asociado a arcillas. Dichos cristales presentan unas dimensiones no mayores a 0.04 mm en promedio, pero pudiendo observarse individuos de hasta 0.06 mm.

**Cuarzo-III (25%)**, de aspecto microgranular, encontrándose tapizando oquedades y microfracturas, como relleno de cavidades, rodeando moldes de feldespatos y como bordes de recrecimiento del cuarzo-I, de igual modo en venillas cortas submilimétricas (menores a 0.2 mm de espesor) e íntimamente asociado a las

arcillas como parte de la matriz. Esta variedad puede alcanzar dimensiones menores a 0.04 mm en la matriz y de 0.15 mm en las venillas.

**Moldes de feldespatos (19%),** presentan formas subhedrales (tabulares) a anhedrales completamente reemplazadas por arcillas. Estos moldes presentan longitudes no mayores a 2.0 mm en promedio aunque macroscópicamente se han reconocido individuos de hasta 3.0 mm.

**Moldes de máficos (8%),** constituidos posiblemente por anfíboles, reconocidos a sus formas geométricas en corte basal y rastros de su clivaje (aprox. 60°). Estos presentan dimensiones de hasta 2.0 mm, encontrándose alterados a minerales secundarios de hierro (limonitas y en menor medida de jarosita).

**Dickita (12%),** mostrándose como finas laminillas (a manera de escamas) de hasta 0.02 mm, encontrándose tanto como relleno de moldes de feldespatos, así como en cavidades y como parte del intercrecimiento con la matriz silíceo.

**Baritina (2%),** pueden encontrarse en como relleno de cavidades, mostrándose en cristales de formas tabulares y también en algunas venillas con desarrollo de cuarzo-III en sus paredes. Pueden alcanzar dimensiones de hasta 0.8 mm.

**Limonitas-jarosita (3%),** suelen estar intercrecidas, generalmente de aspecto granular a masivo, encontrándose ambas como relleno parcial de algunas cavidades, como reemplazamiento por oxidación de minerales máficos primarios y predominantemente a la Jarosita como relleno de microfracturas.

**Sericita (1%),** se muestra restringida solo a las cavidades con desarrollo de cuarzo microgranular (cuarzo-III). De aspecto hojoso muy fino.

**Zircón (<1%),** en cristales prismáticos no mayores a 0.2 mm asociado a la matriz de cuarzo microgranular (cuarzo-III).

Textura.- Porfirítica remanente.

Alteración.- Sílice-arcillas (dickita).

Clasificación.- Roca volcánica (pórfido dacítico).

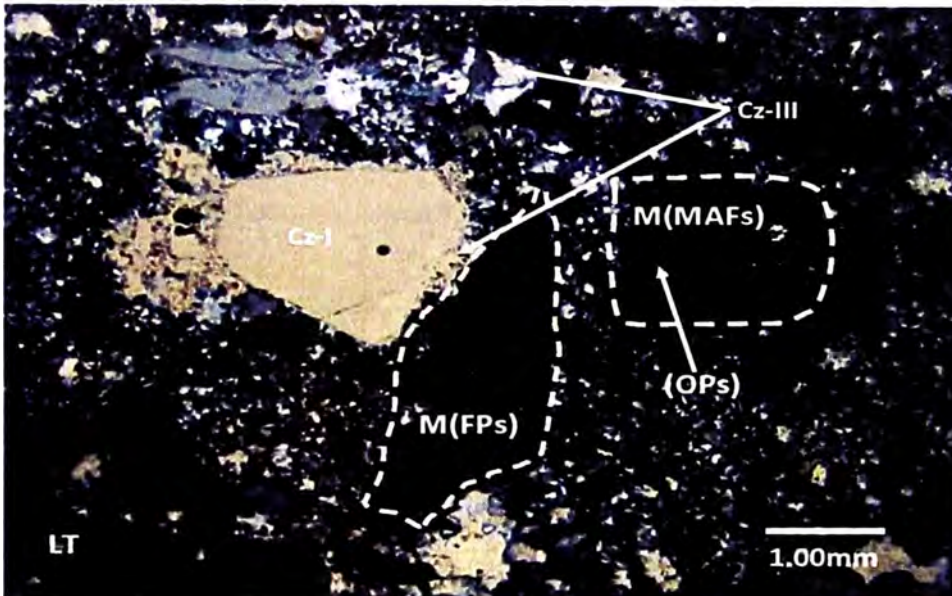


Figura 4.5 Cristal de cuarzo-I (cz-I), molde de feldspato (M(FPs)) y molde de máfico (M(MAFs)). El cuarzo-I muestra bordes con desarrollo de cuarzo-III (cz-III); mientras que el molde de feldspato presenta reemplazamiento de arcillas, mientras que el molde de máfico presenta relictos del máfico primario con ocurrencia de minerales opacos (OPs). Venilla de cuarzo III (cz-III) en la parte superior. LT: Luz Transmitida.

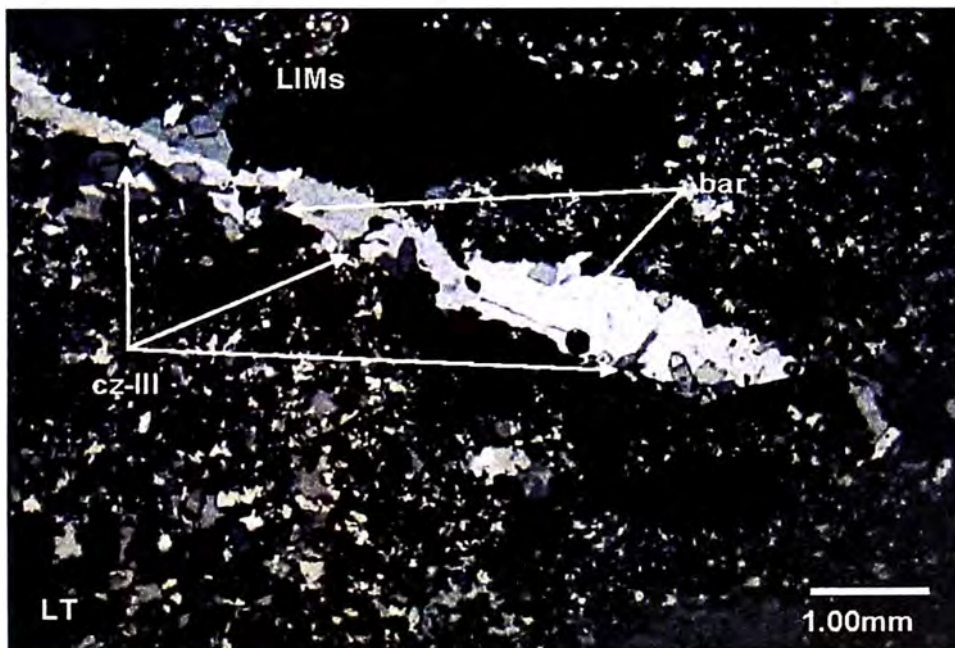


Figura 4.6 La matriz es cortada en algunos casos por vetillas de finísimos cristales de cuarzo-III a los bordes y baritina (bar) al centro, en partes con limonitas en playas e intersticialmente en la matriz. LT: Luz Transmitida.



## **1.14 Mineralografía de la veta Natividad**

### **1.14.1 Microscopia óptica, fotomicrografías y microscopia electrónica**

#### **Microscopia óptica y fotomicrografía (Muestra N° 28039)**

El rutilo (traza) ocurre en forma de cristales subhedrales prismáticos, con tamaños de hasta 0.034mm, está asociado con la pirita como inclusiones en gangas.

La pirita (trazas) se presenta en forma de cristales anhedrales, a subhedrales de habito cubico, con tamaños de hasta 0.07mm. Se localiza como microinclusiones en las gangas.

Los cobres grises (trazas) se presentan de manera puntual, como cristales anhedrales, con tamaños de hasta 0.05mm. Se presenta como inclusiones en las gangas y están reemplazados por covelita.

La covelita (trazas) está reemplazando a los cobres grises.

Las limonitas (tazas) se aprecian en forma de masas irregulares y como moldes de cristales producto del completo reemplazamiento de la pirita. El tamaño de los moldes alcanzan los 0.05mm.

El oro nativo (trazas) se observa como un cristal anhedral, de tamaño menor a los mm. El oro se encuentra como inclusiones en gangas. El tamaño del grano alcanza 0.05mm.

La textura que se observó el estudio que se hizo es de relleno, disseminación y reemplazamiento.



Figura 4.7 Inclusión de pirita (py) en gangas (GGs). LR: Luz Reflejada. (Obj. 50x).

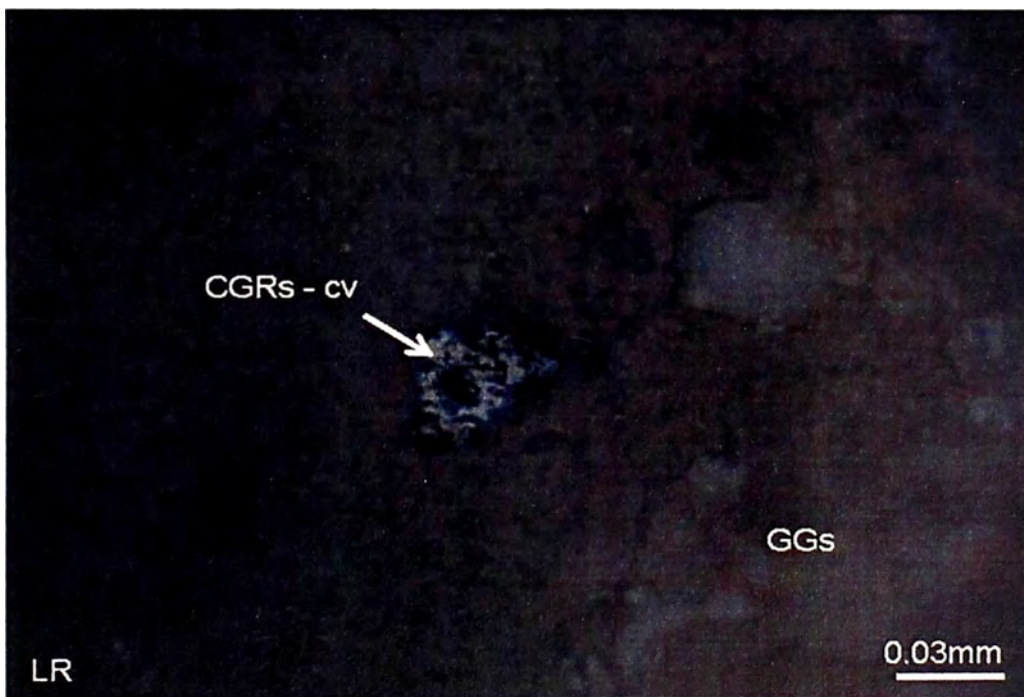


Figura 4.8 Inclusión de cobres grises (CGRs) en ganga (GGs), que a su vez, se encuentran reemplazados por covelita a partir de sus bordes. LR: Luz Reflejada. (Obj. 50x).

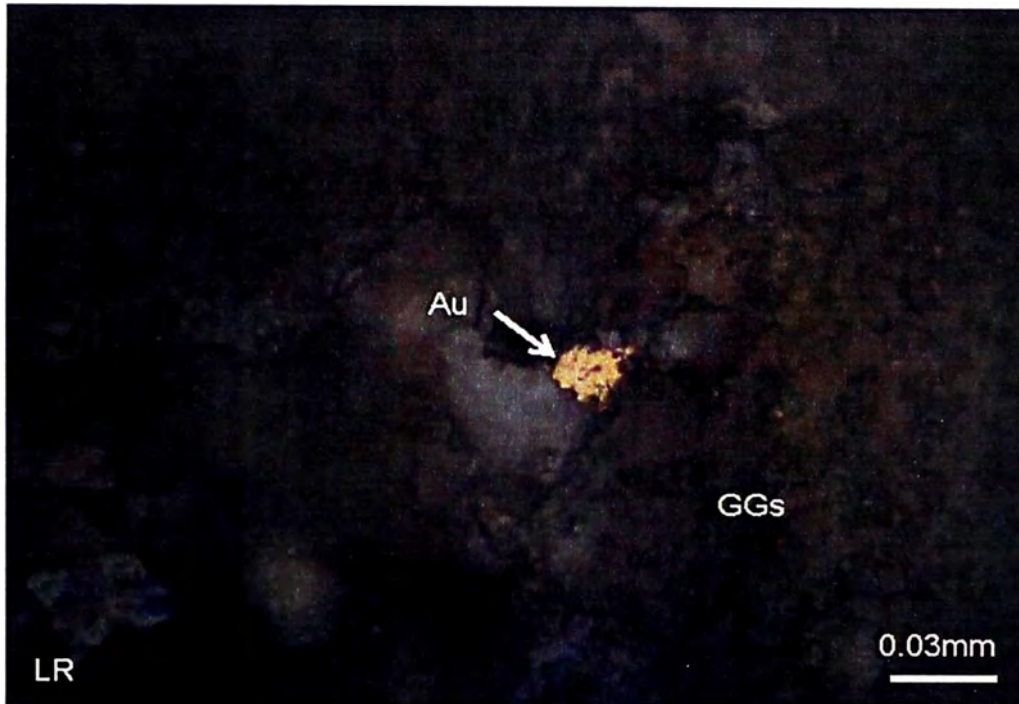


Figura 4.9 Inclusión de oro nativo (Au) en gangas (GGs). LR: Luz Reflejada. (Obj. 50x).

### Microscopia electrónica (Muestra N°28039)

En el estudio por microscopia electrónica de la muestra 28039 se identificaron los siguientes minerales: Baritina, Cuarzo, Pirita, Calaverita, Teluro nativo, Oro nativo, Rutilio y Tetraedrita.

La matriz está formada principalmente por Cuarzo. Los demás minerales se encuentran como inclusiones en dicha matriz.

El Oro nativo se encuentra a manera de inclusiones en el Cuarzo con tamaños de Partículas dentro del rango de  $41 - 3567 \mu\text{m}^2$ , como también se aprecia como diseminaciones o como solución sólida en la Pirita.

El orden de predominancia de los minerales analizados en la muestra es:

**Cuarzo > Barita > Pirita > Oro nativo > Calaverita > Teluro nativo = Tetraedrita  
=Rutilo**

La pirita se encuentra como inclusiones en el cuarzo, con tamaño de partículas dentro del rango de 89 – 1055  $\mu\text{m}^2$ .

La calaverita se presenta a manera de inclusiones en el cuarzo con tamaños de partículas dentro del rango de 225 – 455  $\mu\text{m}^2$ .

El teluro nativo se encuentra junto a la pirita y barita, con tamaños de partículas dentro del rango 50 – 89  $\mu\text{m}^2$ .

La tetraedrita se pudo observar como una pequeña partícula con tamaño de 50  $\mu\text{m}$ .

Los minerales que se identificaron por el microscopio electrónico fueron corroborados por estudios mineralógicos y análisis por difracción de rayos X.

Tabla 4.1 Composición química (%) de los minerales identificados

Minerales	Composicion Quimica (%)												Total
	Au	Ag	Te	S	Cu	Sb	As	Fe	O	Ti	Ba	Si	
Barita				12.00					42.7		45.3		100
Cuarzo									58.79			41.21	100
Pirita	3.29	0.32		56.80				39.60					100
Calaverita	47.06		52.94										100
Teluro Nativo			100										100
Oro nativo	100												100
Rutilo									65.21	34.79			100
Tetraedrita	2.98	0.01		29.85	35.49	21.75	5.92	4.00					100

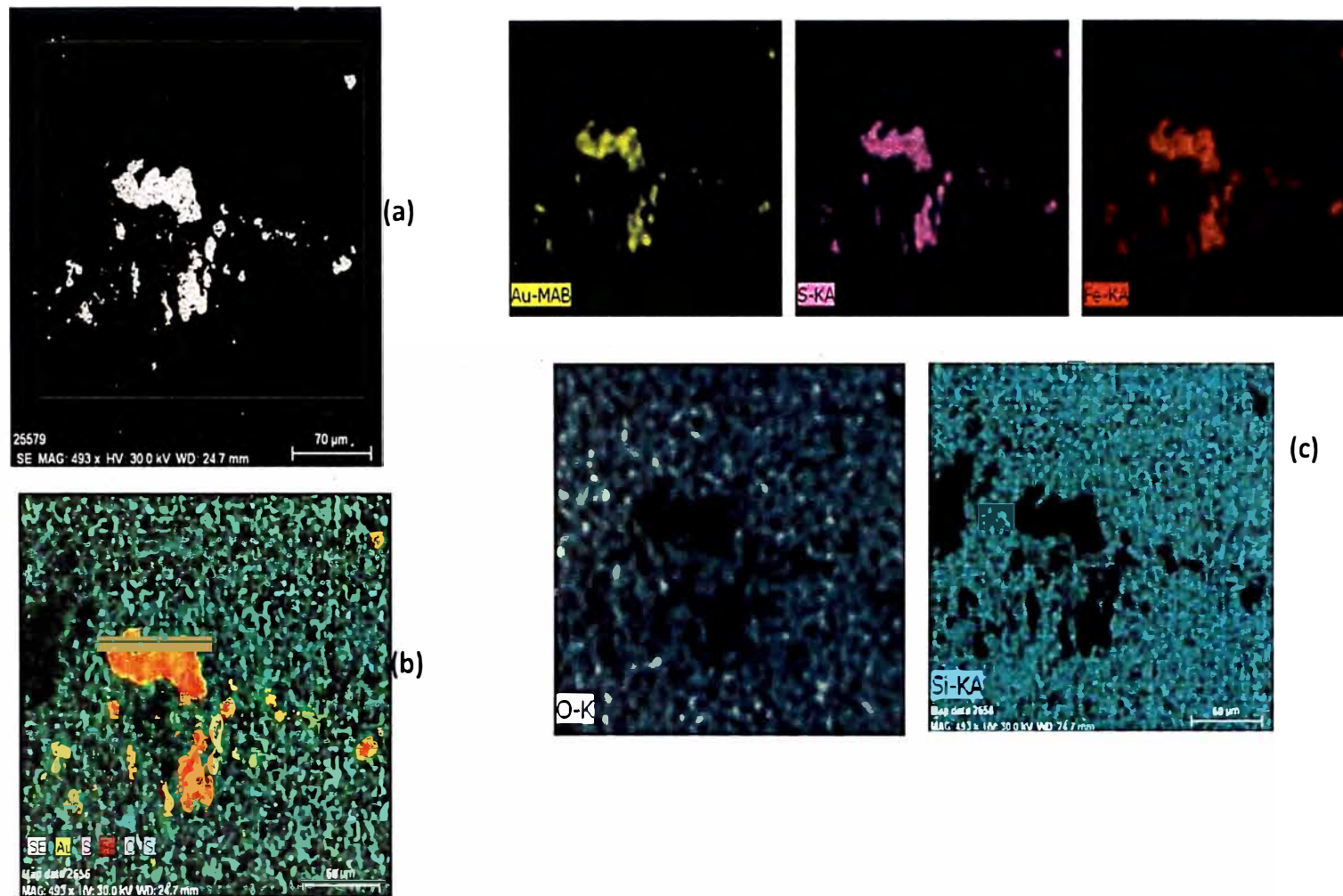
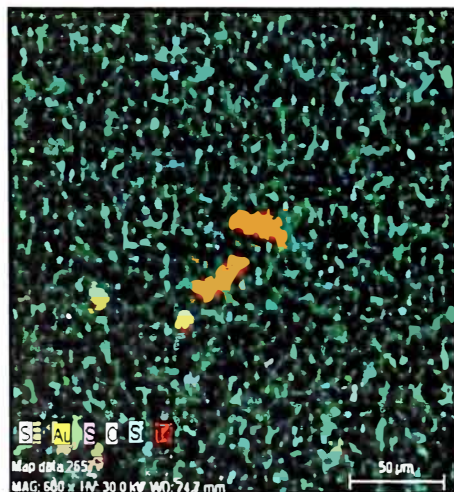


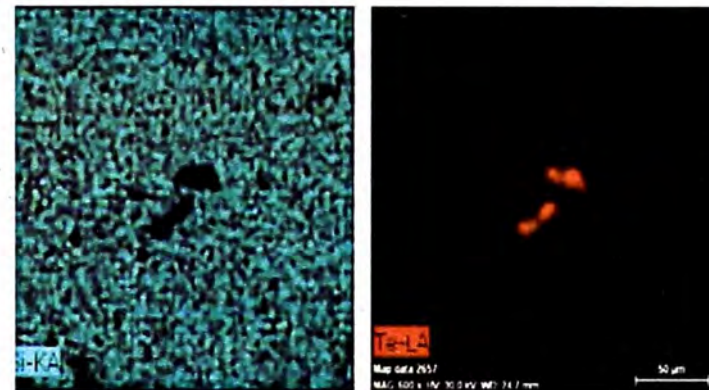
Figura 4.10 Región demarcada con las partículas de Pirita (con oro diseminado o como solución sólida) y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Azufre, Hierro, Oxígeno y Silicio en la región analizada.



(a)

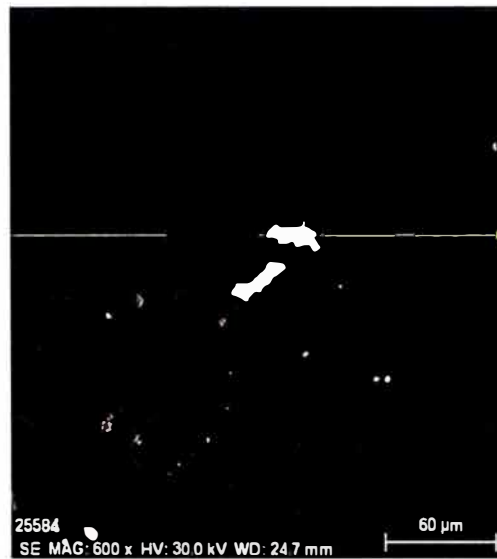


(b)



(c)

Figura 4.11 Región demarcada con las partículas de Calaverita incluidas en Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Azufre, Teluro, Oxígeno y Silicio en la región analizada.



Análisis lineal de partículas de calaverita en cuarzo

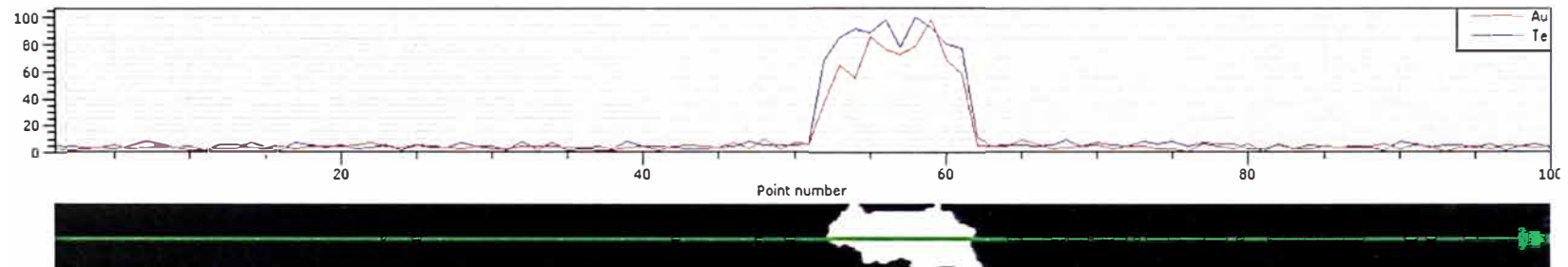


Figura 4.12 Análisis lineal de partículas de calaverita, donde se observa el perfil de las concentraciones de elementos en colores: Oro (rojo), Teluro (azul).





Análisis lineal de partículas de calaverita en cuarzo

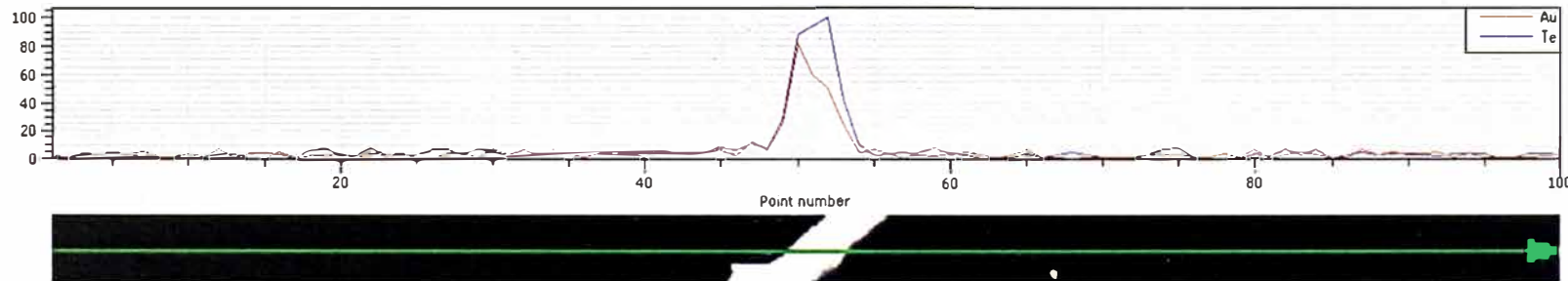
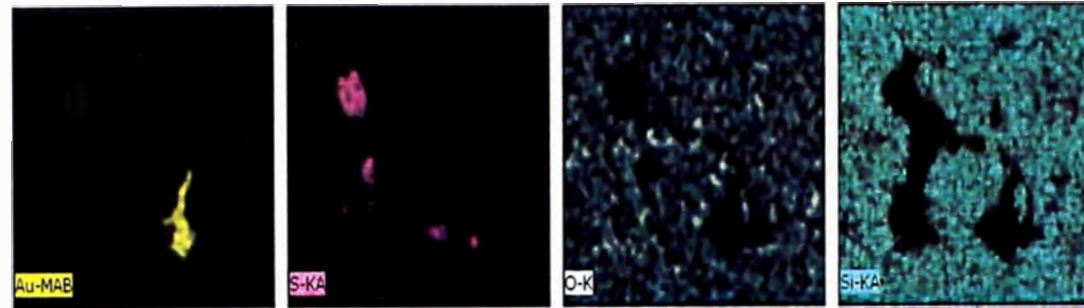


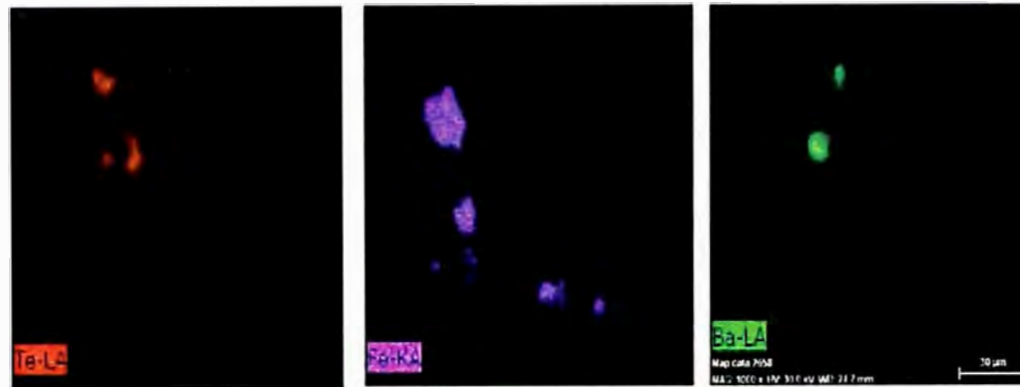
Figura 4.13 Análisis lineal de partículas de calaverita, donde se observa el perfil de las concentraciones de elementos en colores: Oro (rojo), Teluro (azul).



(a)



(b)



(c)

Figura 4.14 Región demarcada con las partículas de Pirita, Oro nativo, Teluro nativo y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Azufre, Oxígeno, Silicio, Teluro, Hierro y Bario en la región analizada.

Análisis lineal de partículas de Oro nativo en Cuarzo.

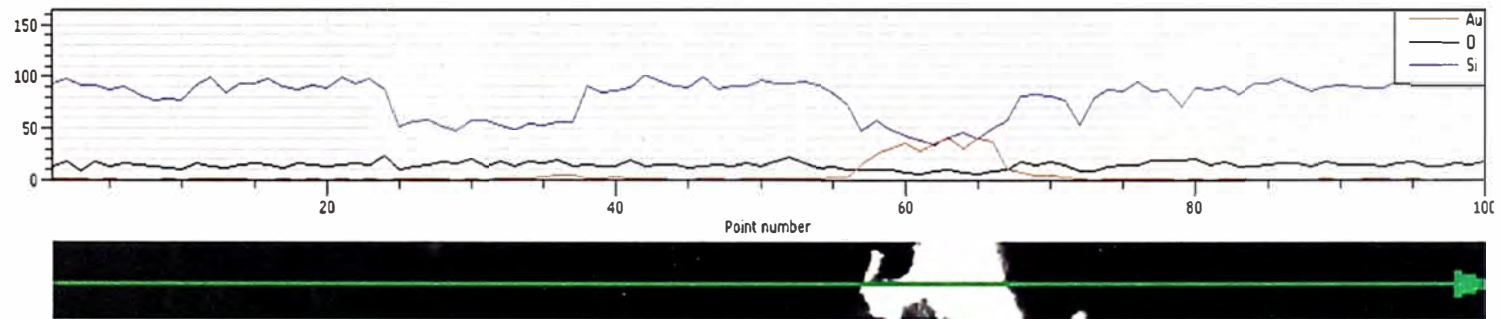
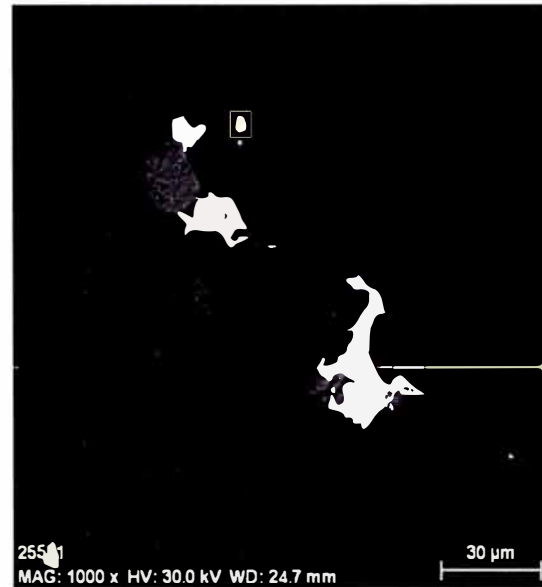
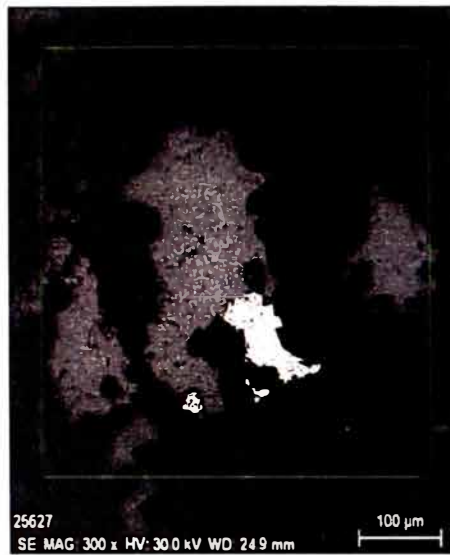
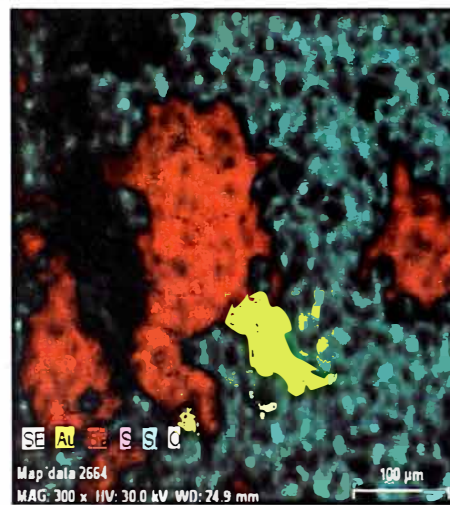
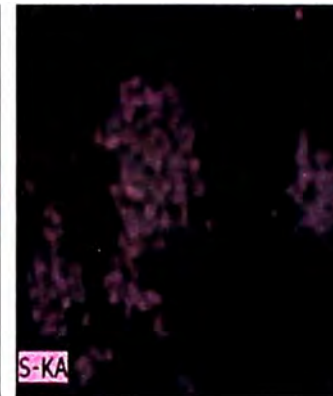
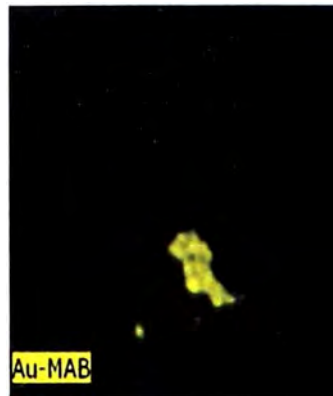


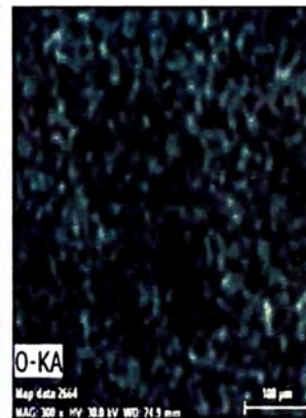
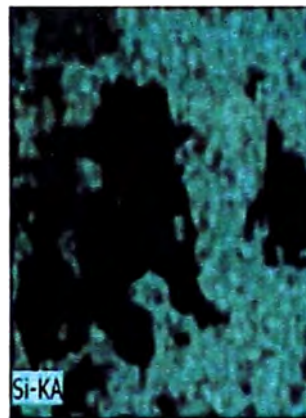
Figura 4.15 Análisis lineal de partículas de Oro nativo, donde se observa el perfil de las concentraciones de los elementos en colores: Oro (rojo), Oxígeno (negro) y Teluro (azul).



(a)

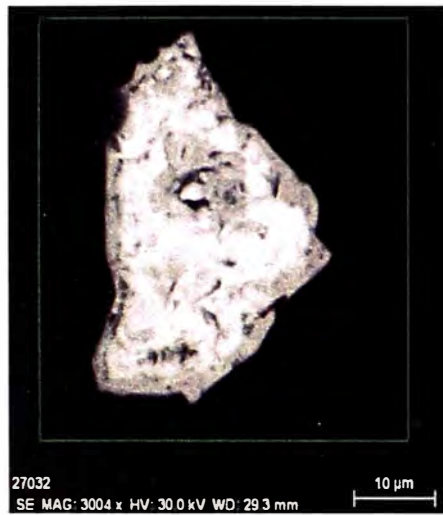


(b)

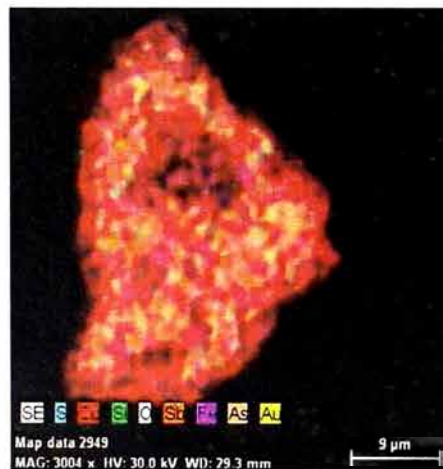
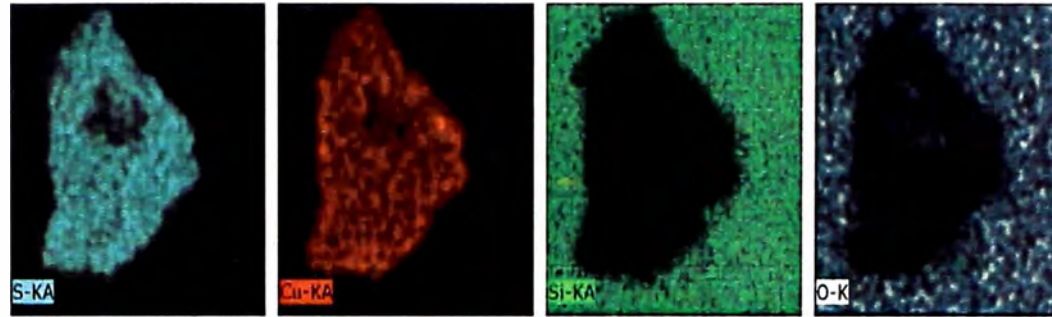


(c)

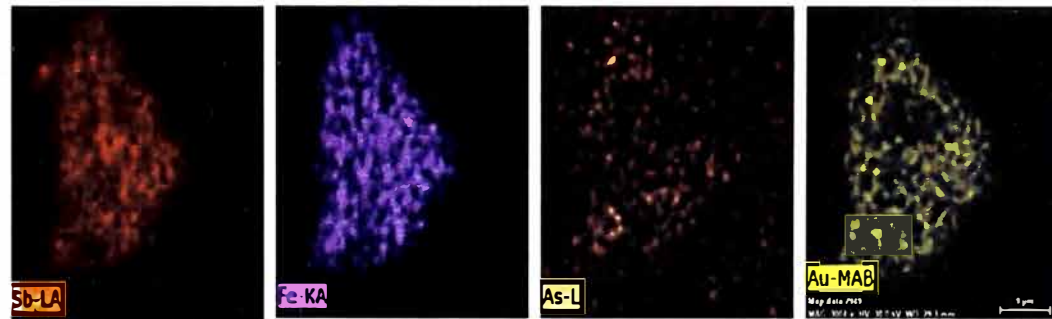
Figura 4.16 Región demarcada con las partículas de Oro nativo, Barita y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes Oro, Bario, Azufre, Silicio y Oxígeno en la región analizada.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.17 Región demarcada con las partículas de Tetraedrita y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes Azufre, Cobre, Silicio, Oxígeno, Antimonio, Hierro, Arsénico y Oro en la región analizada.

### Microscopía óptica y fotomicrografía (muestra N° 28040)

El **Rutilo** (Trazas) ocurre en forma de cristales subhedrales prismáticos, con tamaños de hasta 0.17mm, está asociado con la pirita, como inclusiones en gangas.

Se observa la **pirita** en trazas en forma de cristales anhedrales con tamaños de hasta 0.03mm.

Las **limonitas** (<1%) se observa en forma de masas irregulares y moldes de cristales, el cual es producto del reemplazamiento de la pirita. El tamaño que presenta es de 0.04mm.

La textura que presenta la muestra es de relleno, disseminación y reemplazamiento.

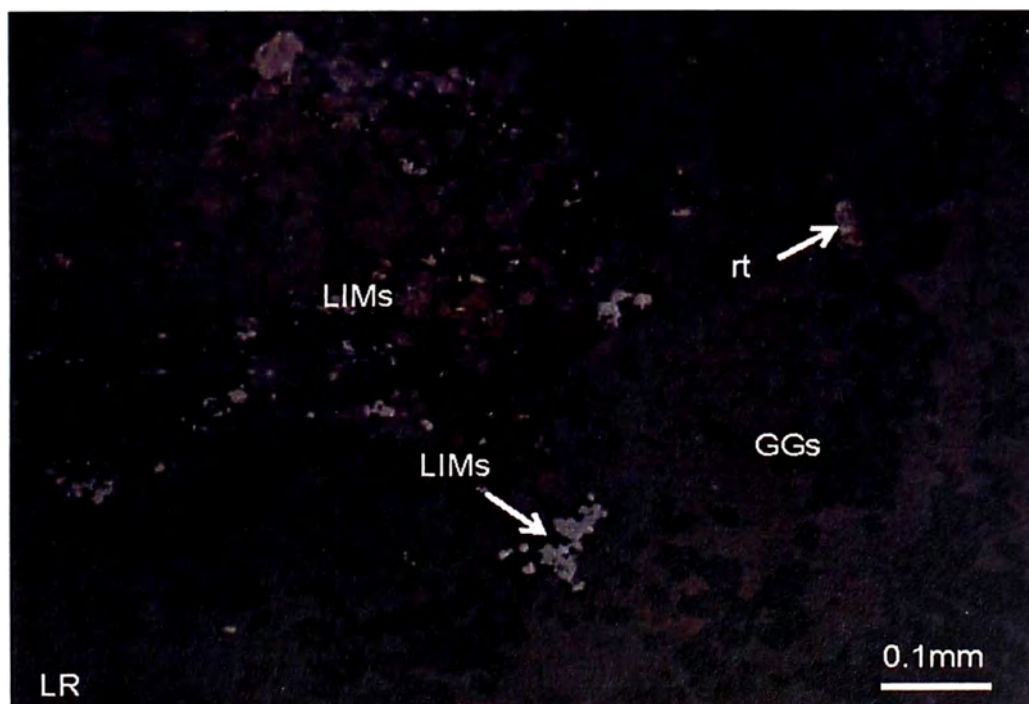


Figura 4.18 Rutilo (rt) y limonitas (LIMs) en diseminaciones. LR: Luz Reflejada. (Obj. 20x).

### **Microscopia Electrónica (Muestra N° 28040)**

En el estudio por microscopia electrónica de la muestra 28040 se identificaron los siguientes minerales: Zircón, OXs- Fe, Rutilo, Cuarzo, Pirita, Barita y Silicato de aluminio.

La matriz está formada principalmente por la mezcla de cuarzo y silicato de aluminio. Los demás minerales se encuentran a manera de inclusiones en dicha matriz.

El **oro nativo** se observa como disseminaciones o como solución sólida en la pirita y OXs – Fe.

El orden de predominancia de los minerales analizados en la muestra es:

Cuarzo > Silicato – Barita > OXs – Fe > Pirita > Zircón > Rutilo.

La pirita se encuentra a manera de inclusiones en la matriz, con área entre 149 – 631 $\mu\text{m}^2$ .

Los minerales identificados por microscopia electrónica fueron corroborados por estudios mineralógicos y análisis de rayos x.

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

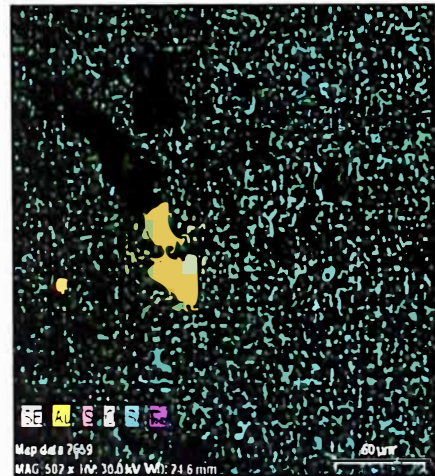
Tabla 4.2 Composicion química (%) de los minerales identificados.

Minerales	Composicion Quimica (%)										Total
	Au	Ag	S	Fe	O	Ti	Zr	Al	Ba	Si	
Zircon					49.91		31.54			18.55	100
Oxs - Fe	0.95			41.66	57.39						100
Rutilo					63.4	36.60					100
Cuarzo					60.61					39.39	100
Pirita	3.50	0.68	56.30	39.60							100
Barita			10.99		47.76				41.25		100

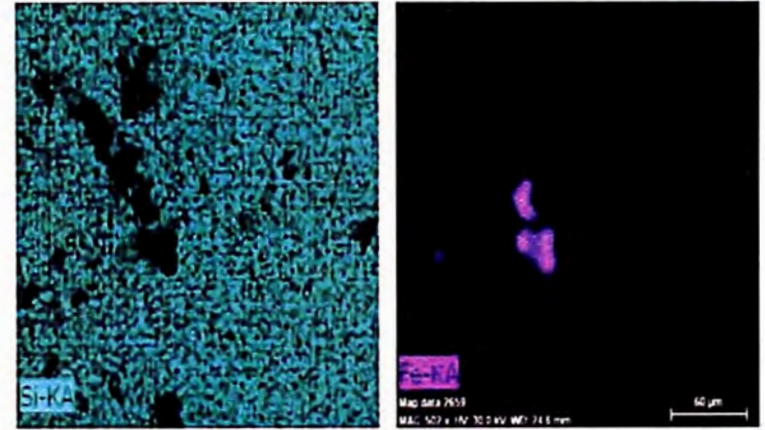
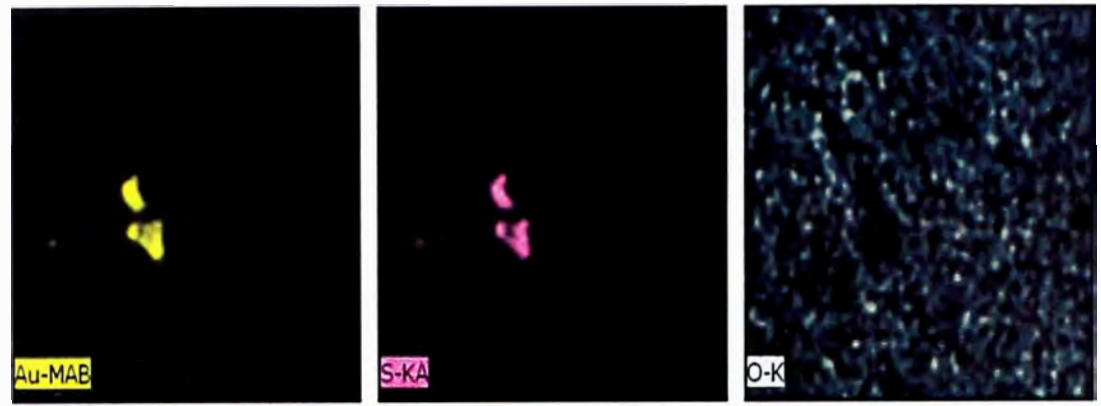




(a)



(b)



(c)

Figura 4.19 Región demarcada con las partículas de Pirita (con oro diseminado o como solución sólida) y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Azufre, Oxígeno, silicio y Hierro en la región analizada.

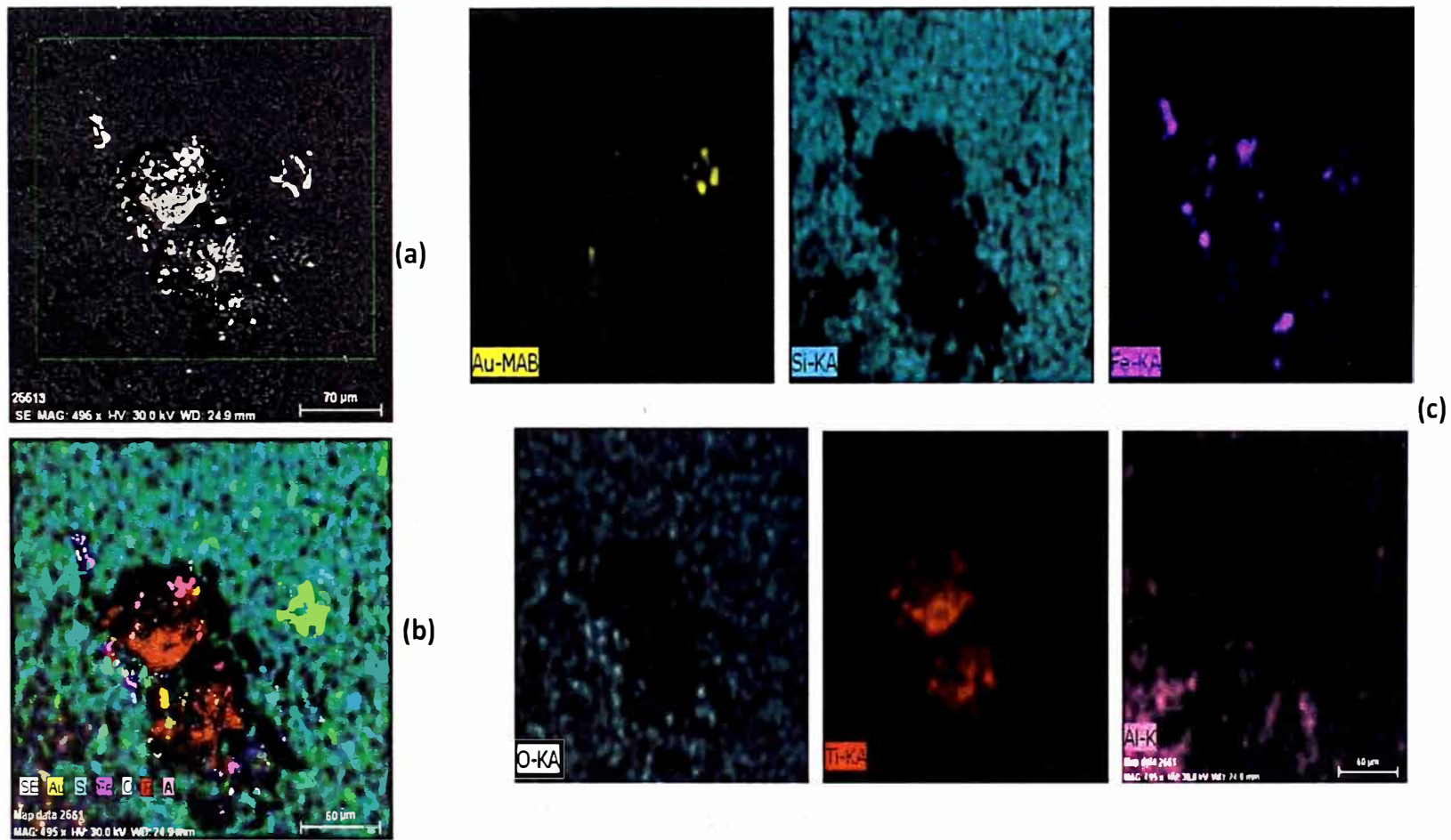


Figura 4.20 Región demarcada con las partículas de Pirita (con Oro diseminado o como solución sólida), Rutilo, OXs – Fe, Silicato – Al y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Silicio, Hierro, Oxígeno, Titanio y Aluminio en la región analizada.

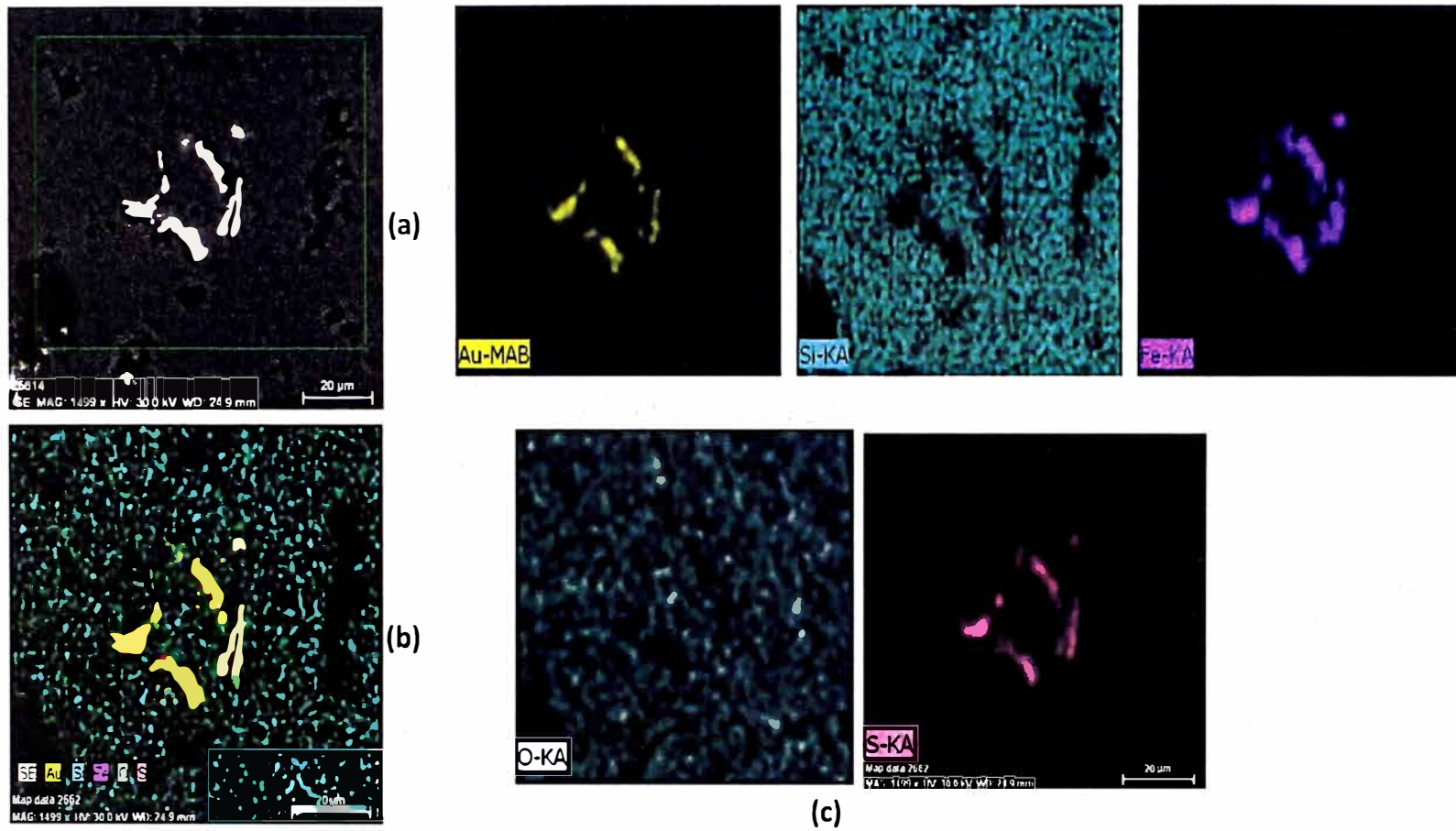
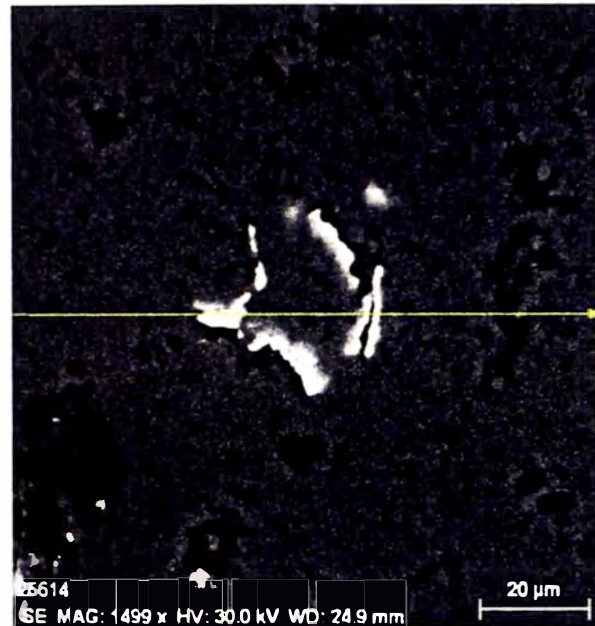


Figura 4.21 Región demarcada con las partículas de Pirita (con Oro diseminado o como solución sólida), para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Silicio, Hierro, Oxígeno, y azufre en la región analizada



Análisis lineal de partículas de Oro diseminado o como solución sólida en pirita.

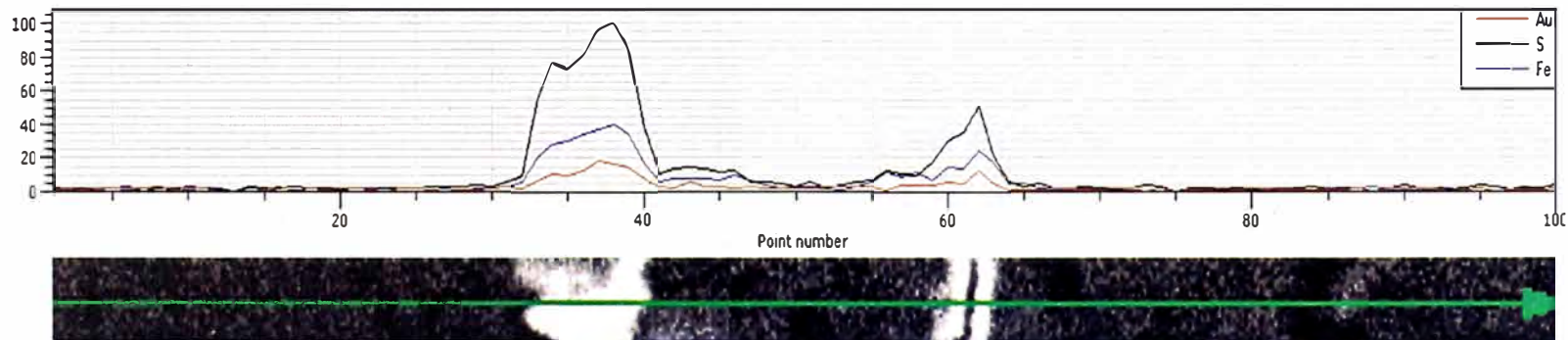


Figura 4.22 Análisis lineal de partículas de Oro diseminado o como solución sólida en la Pirita, donde se observa el perfil de las concentraciones de los elementos en colores: Oro (rojo), Azufre (negro) y Hierro (azul).

### Microscopía Óptica y fotomicrografías (Muestra N° 28041)

El **Rutilo** (trazas) se presenta en forma de diminutos cristales subhedrales prismáticos, con tamaños de hasta 0.01mm, está presente como inclusiones en las gangas.

La **pirita** (trazas) se presenta en forma de cristales anhedrales rotos de hasta 0.3mm.

Las **limonitas** (< 1%) se presentan en forma de masas irregulares en concentraciones de hasta 0.58mm.

La textura que presenta la muestra analizada es de relleno, disseminación y reemplazamiento.

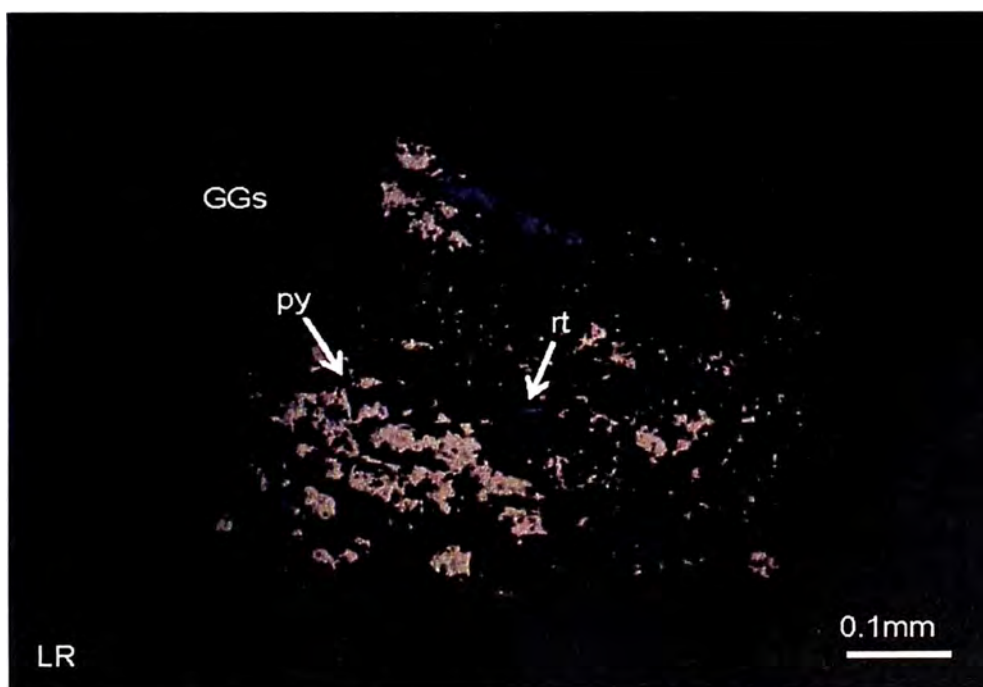


Figura 4.23 Pirita (py), asociada con rutilo (rt) en gangas (GGs). LR: Luz Reflejada. (Obj. 20x).

**Microscopia electrónica (Muestra N°28041)**

El estudio por microscopia electrónica de la muestra 28041 se identificaron los siguientes minerales: Oro nativo, Cuarzo, Oxs – Fe, Barita, Silicato – Al, Pirita, Zircón y Covelita.

La matriz está formada principalmente por la mezcla de cuarzo y silicato – Al. Los demás minerales se encuentran a manera de inclusiones en dicha matriz.

El **Oro nativo** se encuentra a manera de inclusiones en el cuarzo con tamaños de partículas dentro del rango de 105 – 487  $\mu\text{m}^2$ , como también se observó como disseminaciones o como solución sólida en la pirita y Oxs – Fe.

El orden según la predominancia de los minerales de la muestra que se analizó es la siguiente:

**Cuarzo > Silicato – Al > Barita > Oxs – Fe > trazas (Oro nativo, Pirita, Zinc y Covelita).**

La **pirita** se encuentra en forma de inclusiones en el cuarzo, con tamaños de partículas dentro del rango 126 – 277  $\mu\text{m}^2$ .

La **covelita** se presenta como inclusiones en el cuarzo, con tamaños de partículas dentro del rango de 45 – 87  $\mu\text{m}^2$ .

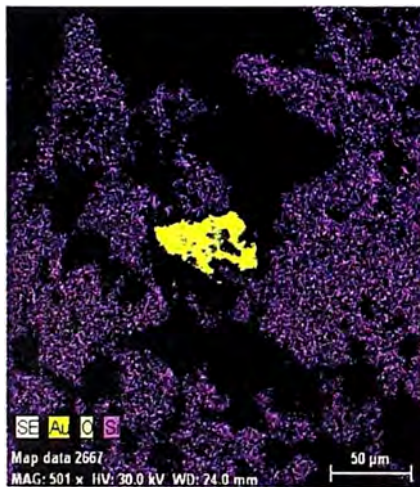
Los minerales que se identificaron en el microscopio electrónico se corroboraron por estudios mineralógicos y análisis por difracción de rayos X.

Tabla 4.3 Composición química (%) de los minerales identificados

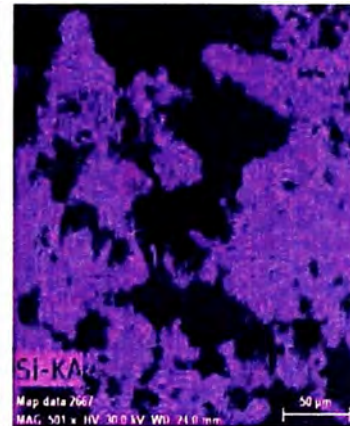
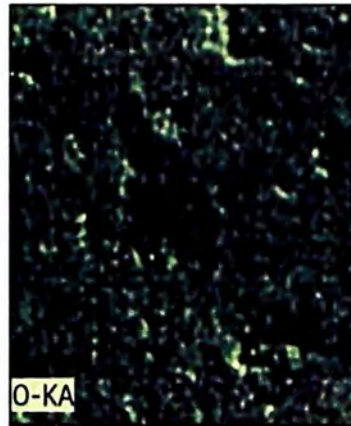
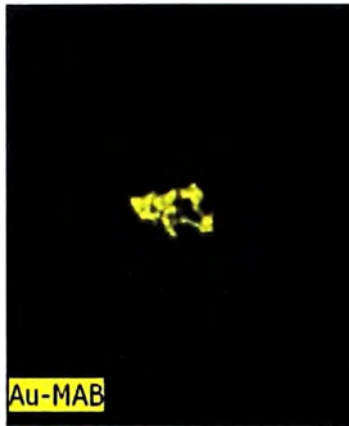
Minerales	Composicion Quimica (%)										Total
	Au	Ag	S	Fe	O	Cu	Zr	Al	Ba	Si	
Oro nativo	100.00										100
Cuarzo					56.04					43.96	100
Oxs - Fe	1.00			43.40	55.60						100
Barita			11.11		47.13				41.76		100
Silicato - Al					60.70			14.88		24.42	100
Pirita	3.87	0.31	55.37	40.45							100
zircon					49.13		28.48			22.39	100
Covelita			28.24			71.76					100



(a)



(b)



(c)

Figura 4.24 Región demarcada con las partículas de Oro nativo incluidas en Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Oxígeno y Silicio en la región analizada.



Análisis lineal de partículas de Oro nativo incluidas en cuarzo.

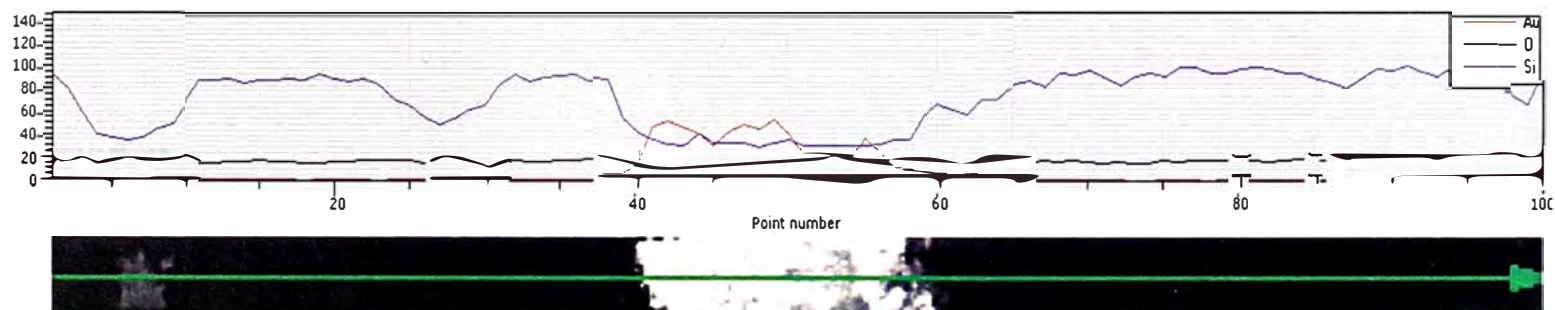
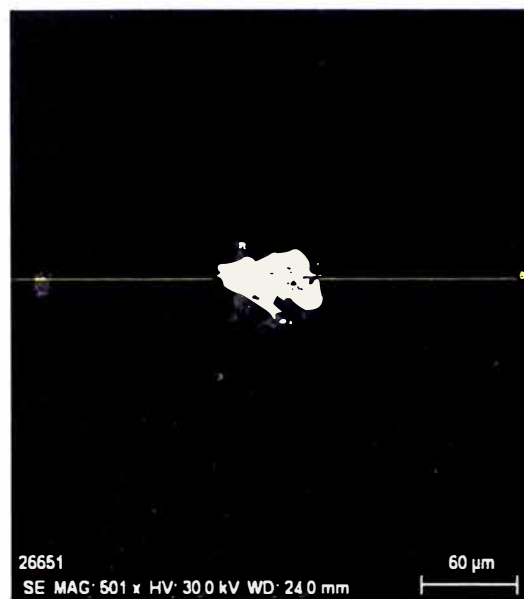


Figura 4.25 Análisis lineal de partículas de Oro nativo incluido en Cuarzo, donde se observa el perfil de las concentraciones de los elementos en colores: Oro (rojo), Oxígeno (negro) y Silicio (azul).

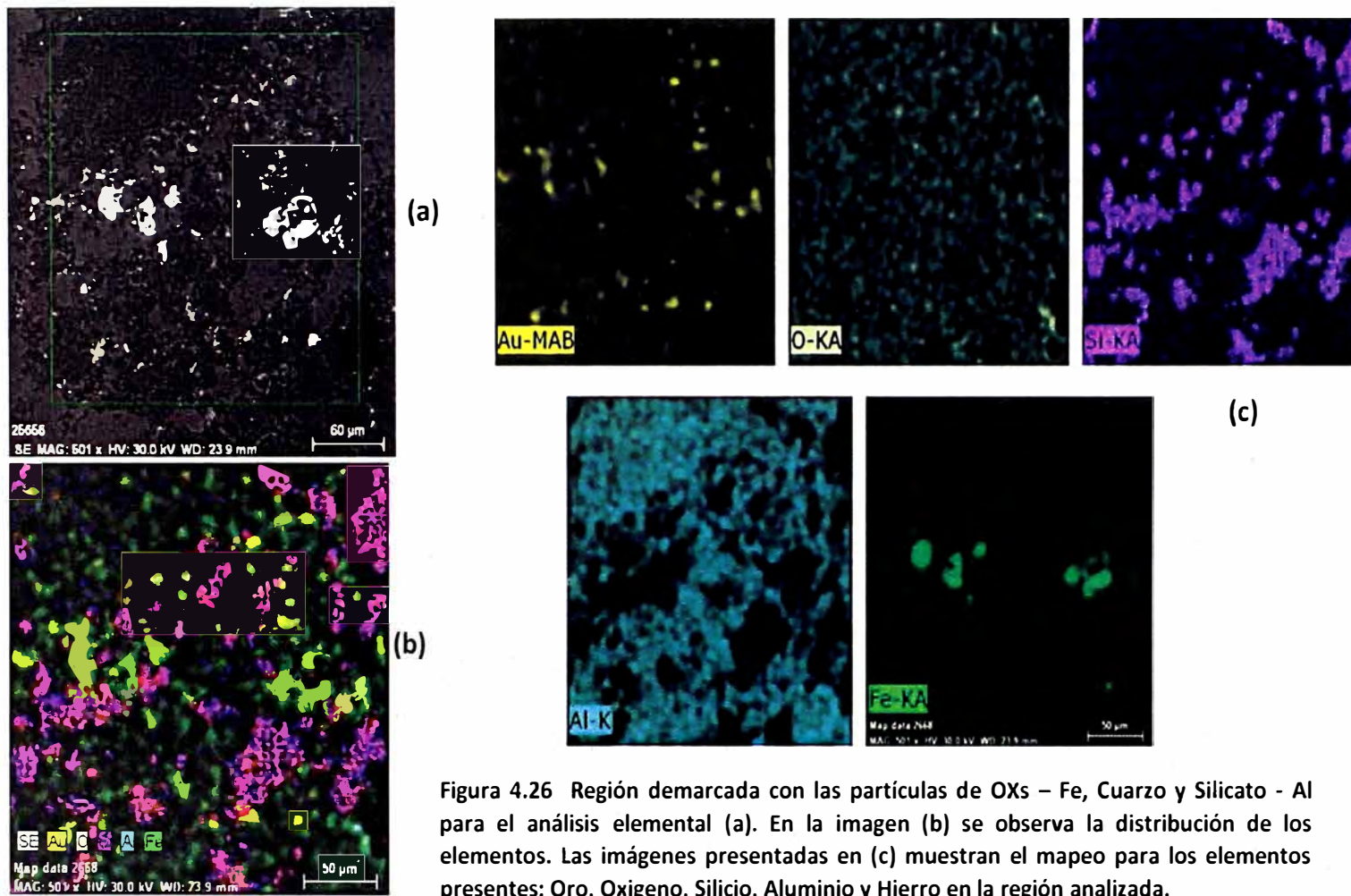


Figura 4.26 Región demarcada con las partículas de OXs – Fe, Cuarzo y Silicato - Al para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Oxígeno, Silicio, Aluminio y Hierro en la región analizada.

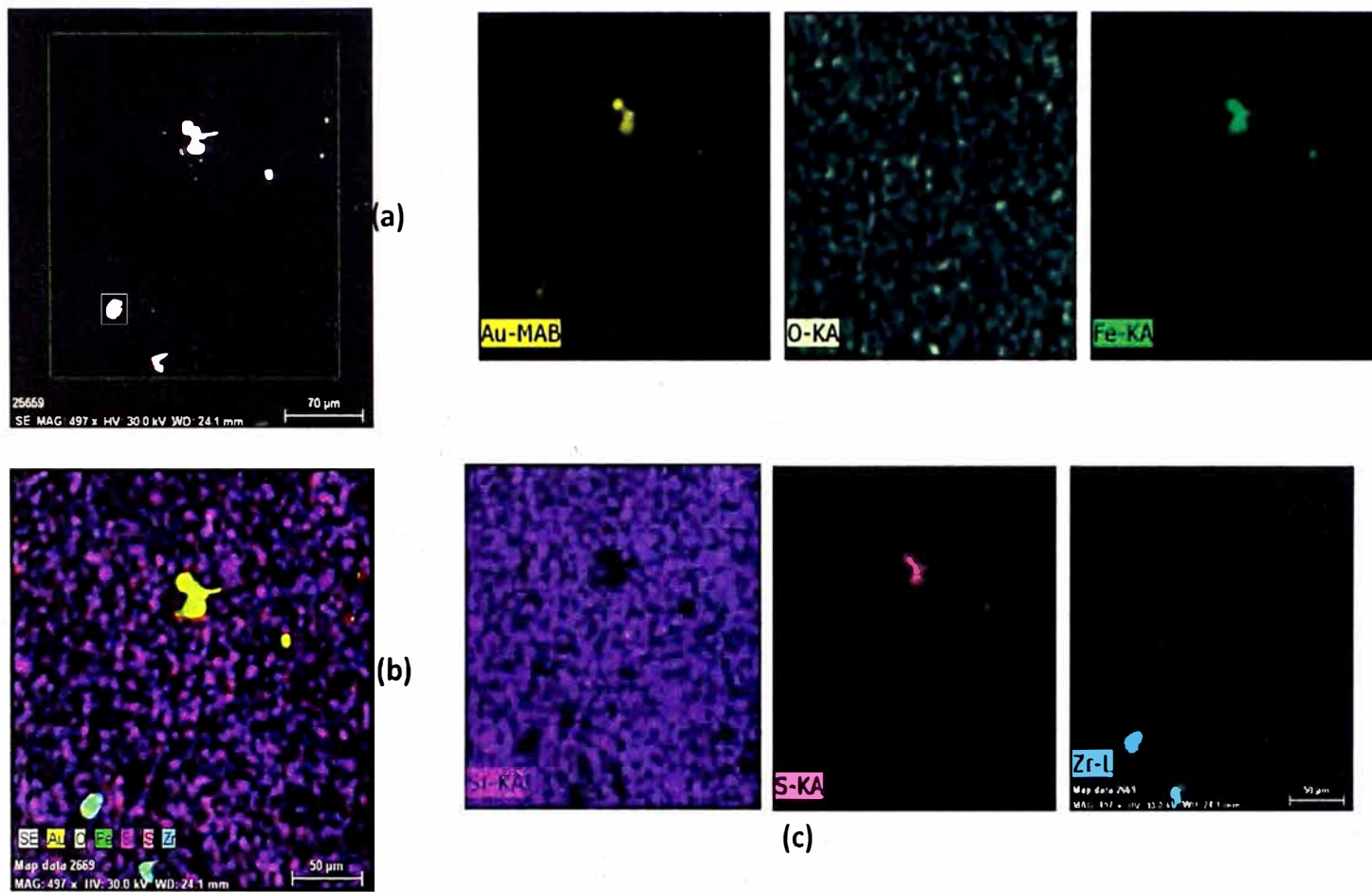


Figura 4.27 Región demarcada con las partículas de Pirita, Zircón y Cuarzo para el análisis elemental (a). En la imagen (b) se observa la distribución de los elementos. Las imágenes presentadas en (c) muestran el mapeo para los elementos presentes: Oro, Oxígeno, Hierro, Silicio, Azufre y Zirconio en la región analizada.

## 1.15 Inclusiones fluidas de la veta Natividad

### 1.15.1 Descripción Macroscópica, microscópica, análisis microtermométrico de homogenización y salinidad

#### Descripción macroscópica muestra N° 28039

La muestra es una roca de textura porfirítica, la cual presenta fenocristales de arcilla y de cuarzo. La baritina a su vez se halla relleno de cavidades en la roca. Presenta minerales opacos diseminados en la muestra. Óxidos de hierro tiñendo fuertemente la roca.



Figura 4.28 Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N°28039

#### Descripción microscópica muestra N° 28039

El **Rutilo** ocurre como cristales anhedrales con formas irregulares tamaños menores a 0.003mm se encuentra diseminado en la muestra.

El **cuarzo I** (czl) se presenta como fenocristales subhedrales de formas prismáticas con tamaños menores a 5mm y cristales anhedrales de formas irregulares con

tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y familia de inclusiones fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) de formas ovaladas, redondeadas y alongadas con tamaños menores a 40  $\mu\text{m}$ ; con grado de relleno de 0.80, 0.85, 0.90 en líquido. Esta acompañado de abundante IF secundarias relleno microfracturas en el cristal.

La baritina se presenta como cristales subhedrales de formas prismáticas alargadas con tamaños menores a 0.5mm. Está asociado a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) con tamaños menores a 2  $\mu\text{m}$ , por tal motivo se ha realizado el estudio microtermométrico en este cristal.

La pirita se presenta como cristales anhedrales con formas irregulares y como agregados granulares con tamaños menores a 0.15mm. Se encuentra diseminado en la muestra.

El oro se encuentra como cristales anhedrales en forma irregulares, relleno cavidades en el cuarzo. Presenta tamaños menores a 0.1mm.

Los minerales de óxidos de hierro se presentan con formas irregulares y terrosas. Se encuentran relleno intersticios, cavidades y tiñendo la muestra.

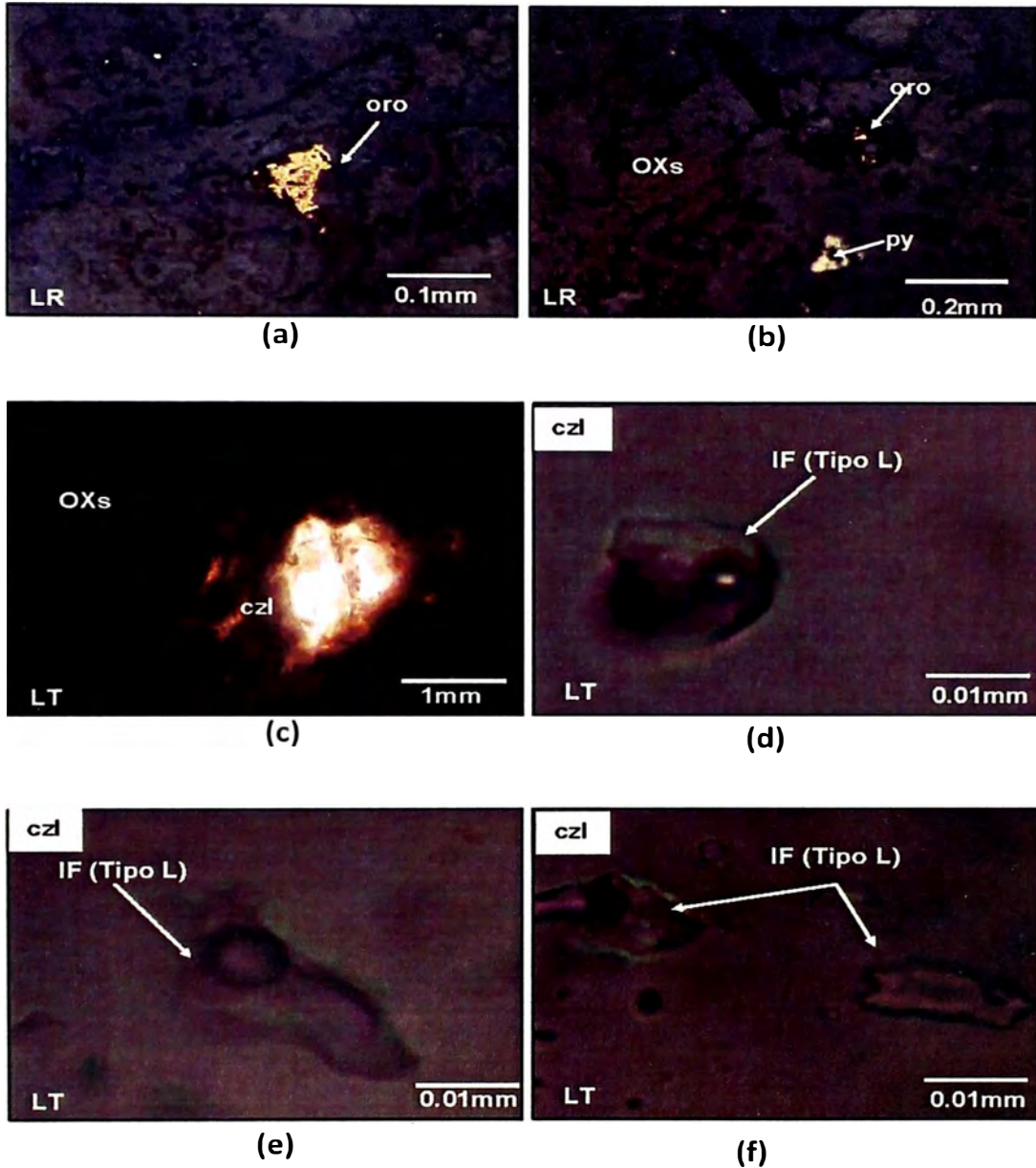


Figura 4.29 Fotomicrografías (a) a la (f) (a y b) El oro y la pirita (py) se presenta diseminado en el cuarzo. Óxidos de Hierro (OXs) está tiñendo a la muestra. (LR; Obj. 20x y 10x; respectivamente); (c a la f) Inclusiones Fluidas tipo L (moderada salinidad) con grado de relleno de 0.90 de tamaños menores a  $18\mu\text{m}$ , ubicados en el cuarzo (cz). (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

### Análisis microtermométricos de temperatura y homogenización y salinidad (Muestra N° 28039)

De la tabla 4.4 se obtuvo los histogramas, los cuales se representan en la Figura 2 y

3. Se puede apreciar temperaturas de homogenización ( $T_h$ ) comprendidos entre

150°C y 300°C, con salinidades entre 1% y 3%. Eq. Peso de NaCl.

Tabla 4.4 Datos microtermométricos de la muestra N° 28039

Muestra	N°	CLAF.	MIN	TIPO	$\phi\mu$	FILL	Tf(°C)	Th(°C)	NaCl (wt%)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	P (Bar)
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	14	0.85	1.00	249.80	1.47	1.0897	27.5
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	40	0.90	0.80	212.50	1.40	1.1098	14.4
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	8	0.80	0.70	221.90	1.22	1.1044	17.1
28039	2	P - Lw	CZI	BIF	10	0.80	0.80	222.20	1.40	1.1042	17.2
28039	3	P - Lw	CZI	BIF	10	0.80	0.90	222.50	1.57	1.104	17.3
28039	4	P - Lw	CZI	BIF	12	0.80	1.00	222.80	1.74	1.1038	17.4
28039	5	P - Lw	CZI	BIF	8	0.80	1.10	222.90	1.91	1.1038	17.4
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	6	0.90	0.70	243.50	1.22	1.0928	24.8
28039	2	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.80	243.90	1.40	1.0926	25.0
28039	3	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.90	244.20	1.57	1.0925	25.1
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	10	0.85	0.60	237.70	1.05	1.0958	22.5
28039	2	P - Lw	CZI	BIF	12	0.85	0.70	238.10	1.22	1.0956	22.7
28039	3	P - Lw	CZI	BIF	8	0.85	0.80	238.40	1.40	1.0954	22.8
28039	4	P - Lw	CZI	BIF	10	0.85	0.70	238.60	1.22	1.0953	22.9
28039	5	P - Lw	CZI	BIF	10	0.85	0.80	238.70	1.40	1.0952	22.9
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	8	0.80	0.90	238.30	1.57	1.0954	22.7
28039	1	P - Lw	CZI	BIF	10	0.80	0.40	182.30	0.70	1.128	8.0
28039	2	P - Lw	CZI	BIF	12	0.80	0.50	182.50	0.88	1.1279	8.0
28039	3	P - Lw	CZI	BIF	10	0.80	0.60	182.90	1.05	1.1276	8.1
28039	4	P - Lw	CZI	BIF	14	0.80	0.50	183.10	0.88	1.1275	8.1
28039	5	P - Lw	CZI	BIF	10	0.80	0.60	183.30	1.05	1.1274	8.1

La diferencia de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF) y viceversa cuando se trata de IF aisladas.

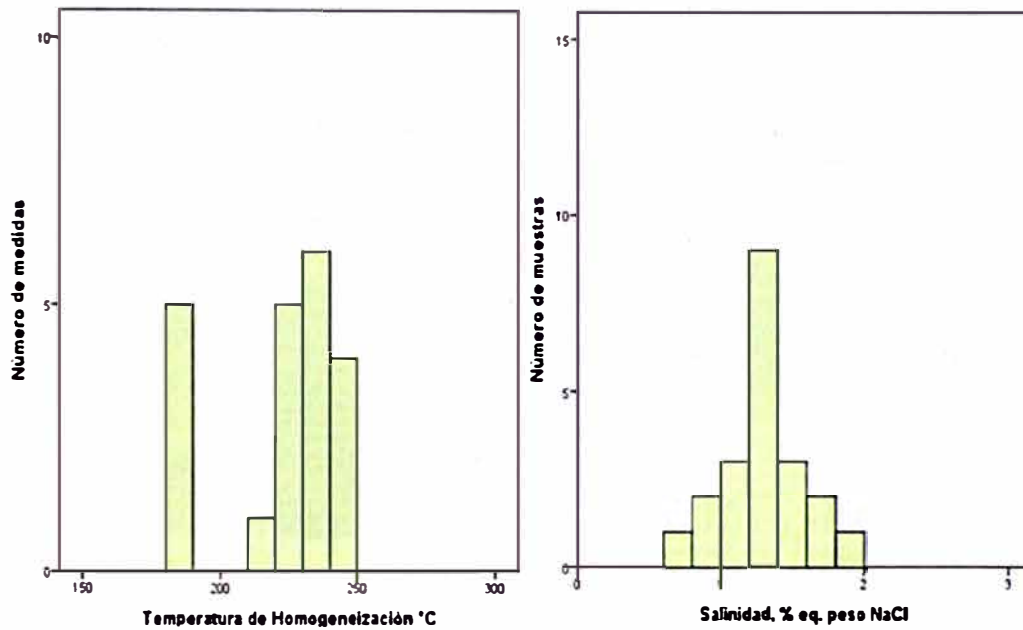


Figura 4.30 Histograma de homogenización (Th °C) vs Frecuencia, Histograma de salinidad (% eq. Peso NaCl) vs Frecuencia.

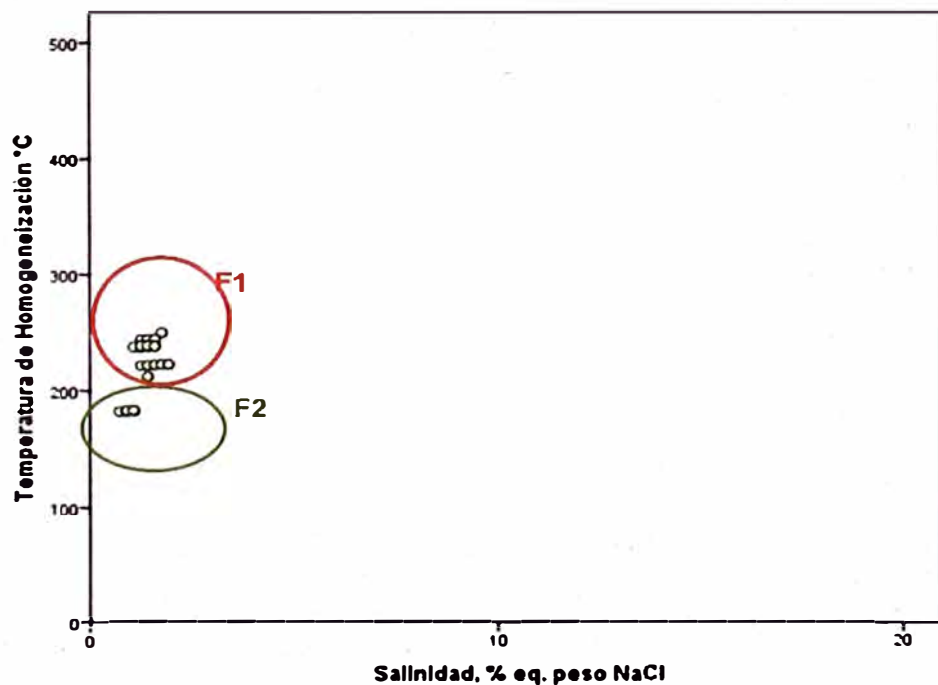


Figura 4.31 Se observa dos poblaciones de fluidos. (F1) temperatura de homogenización entre 200 C y 300 C, salinidad 1% y 3% eq. Peso NaCl. (F2) temperatura de homogenización (Th °C) entre 150 °C y 200 °C, salinidad de 1% y 2% eq. Peso NaCl.



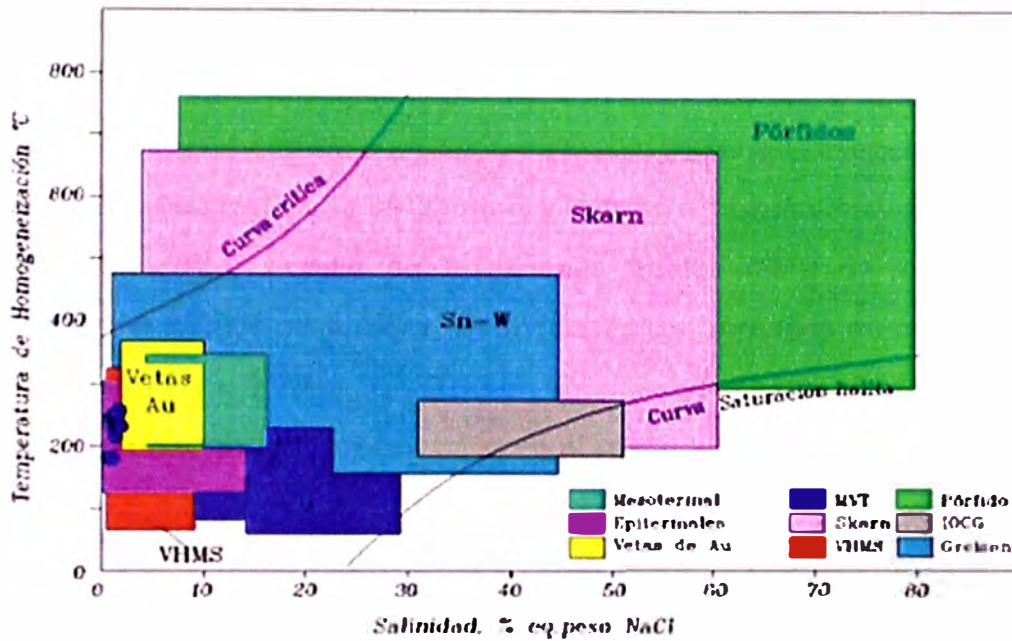


Figura 4.32 Clasificación del depósito como epitermal con contacto de vetas de oro. Según el Diagrama de Wilkinson (2001).

### Descripción macroscópica de muestras N° 28040

La muestra es una roca de textura porfírica, presenta fenocristales de arcillas y cuarzo relleno cavidades. Presenta minerales opacos disseminados en la muestra. Óxidos de hierro tiñendo parcialmente la roca.

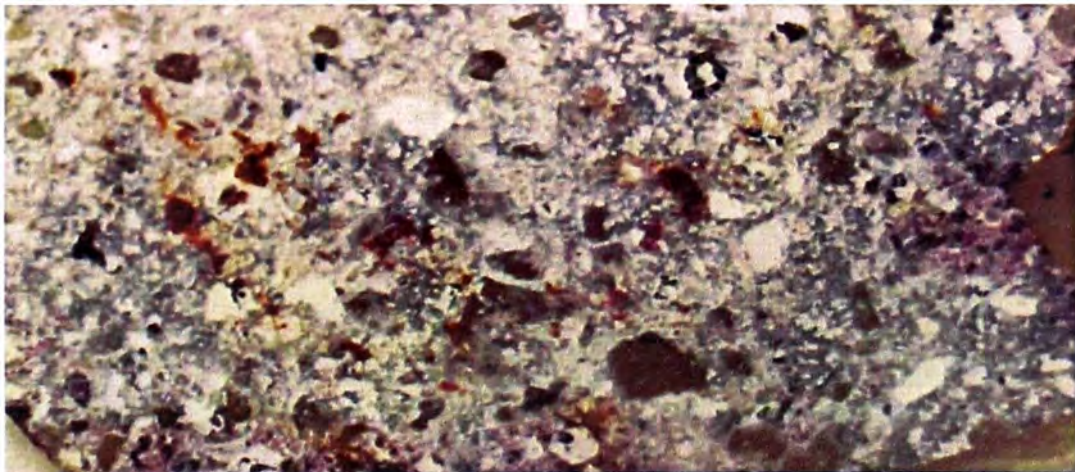


Figura 4.33 Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N° 28040.

**Descripción microscópica muestra N° 28040**

El **cuarzo** (czl) se presenta como cristales subhedrales de formas prismáticas con tamaños menores a 4mm y cristales anhedrales de formas irregulares con tamaños milimétricos. Está asociada a la mineralización. Presenta inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y familia de inclusiones fluidas (FIF), de tipo L (moderada salinidad) con formas ovaladas y redondeadas con tamaños menores a 22 $\mu$ m; con grado de relleno de 0.70, 0.80 y 0.90 en líquido. Esta acompañado de abundante IF secundarias relleno microfracturas en el cristal.

La **pirita** ocurre como cristales anhedrales con formas irregulares de tamaños menores a 0.04mm. Se encuentra diseminado en la muestra.

La **hematita** ocurre como cristales anhedrales de forma irregulares con tamaños menores a 0.2mm. Se encuentra diseminado en la muestra y alterado por los óxidos de hierro.

Los minerales de **óxidos de hierro** muestran aspectos pulverulento y terroso. Se encuentra relleno intersticios, cavidades y tiñendo parcialmente a la muestra.

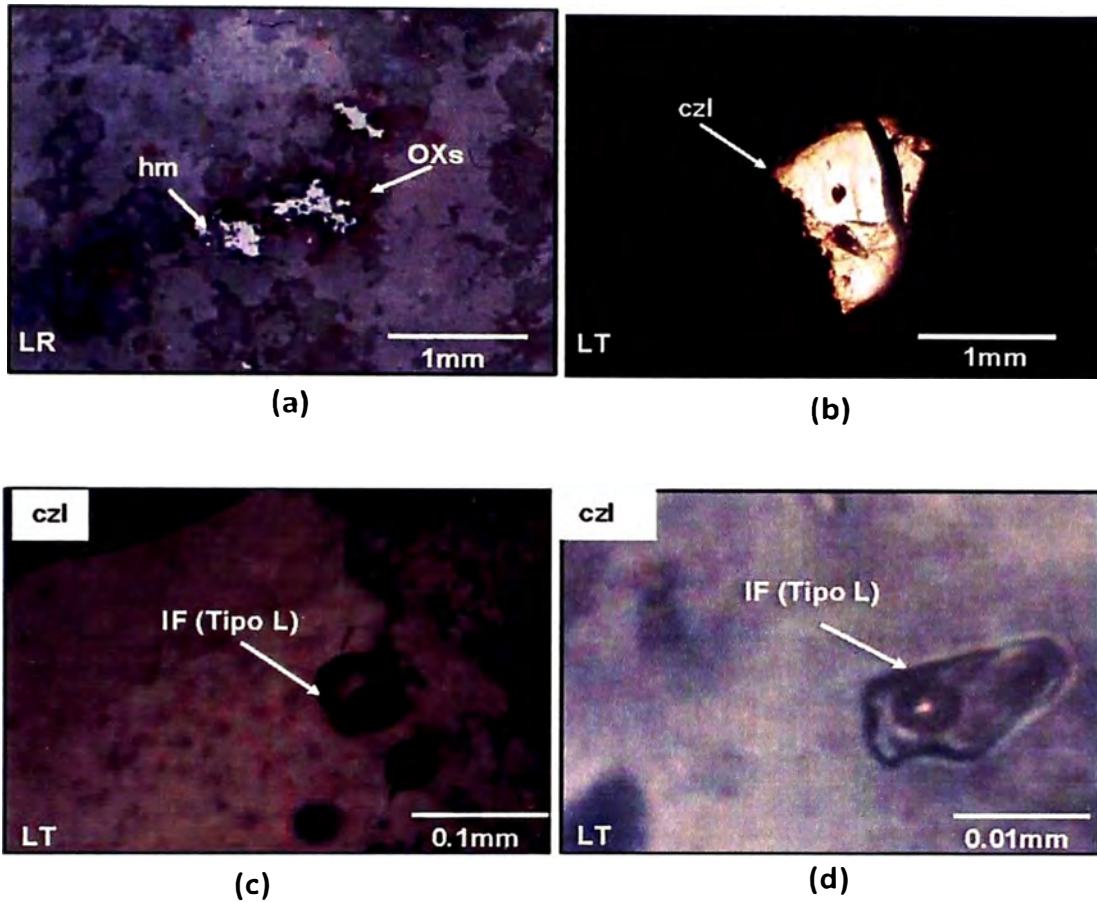


Figura 4.34 Fotomicrografías (a) a la (d), (a) La hematita (hm) se presenta diseminado en la muestra y alterada a óxidos de hierro (OXs). (LR; LT; Obj. 2.5x.), (b) El cuarzo (cz) se presenta como fenocristales donde se ubican las inclusiones fluidas (IF). (LT; Obj. 2.5x.) y (c y d) Inclusiones Fluidas tipo L (moderada salinidad) con grado de relleno de 0.90 de tamaños menores a 80  $\mu\text{m}$ , con formas redondeadas y ovaladas. (LT; Obj. 2.5x y 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.

#### Análisis Microtermométrico de temperatura de homogenización y salinidad (muestra N° 28040)

De la tabla 4.5 se obtuvieron los histogramas, las cuales se presentan en las figuras 06, 07, en ellos se pueden apreciar temperaturas de homogenización ( $T_h$  °C) comprendidos entre 250°C y 300°C con salinidades entre 0.5% y 3% eq. Peso de NaCl.

Tabla 4.5 Datos microtermométricos de la muestra N° 28040

Muestra	N°	CLAF.	MIN	TIPO	$\phi\mu$	FILL	Tf(°C)	Th(°C)	NaCl (wt%)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	P (Bar)
28040	1	P - Lw	CZI	BIF	10	0.90	0.70	226.60	1.22	1.1017	18.6
28040	2	P - Lw	CZI	BIF	12	0.90	0.80	226.90	1.40	1.1016	18.7
28040	3	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.90	227.10	1.57	1.1014	18.8
28040	4	P - Lw	CZI	BIF	10	0.90	1.00	227.40	1.74	1.4152	278.6
28040	1	P - Lw	CZI	BIF	6	0.80	0.90	235.80	1.57	1.4152	278.6
28040	2	P - Lw	CZI	BIF	8	0.80	1.00	236.20	1.74	1.4152	278.6
28040	3	P - Lw	CZI	BIF	8	0.80	1.10	236.40	1.91	1.4152	278.6
28040	1	P - Lw	CZI	BIF	18	0.70	0.50	213.40	0.88	1.1093	14.7
28040	2	P - Lw	CZI	BIF	20	0.70	0.40	213.60	0.70	1.1091	14.7
28040	3	P - Lw	CZI	BIF	12	0.70	0.50	213.90	0.88	1.109	14.8
28040	4	P - Lw	CZI	BIF	18	0.70	0.60	214.10	1.05	1.1088	14.9
28040	5	P - Lw	CZI	BIF	22	0.70	0.70	214.30	1.22	1.1087	14.9
28040	1	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.80	230.60	1.40	1.0995	19.9
28040	2	P - Lw	CZI	BIF	10	0.90	0.90	230.90	1.57	1.0994	20.1
28040	3	P - Lw	CZI	BIF	6	0.90	1.00	231.20	1.74	1.0992	20.2
28040	4	P - Lw	CZI	BIF	6	0.90	1.00	231.40	1.74	1.0991	20.2

La diferencia de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF).

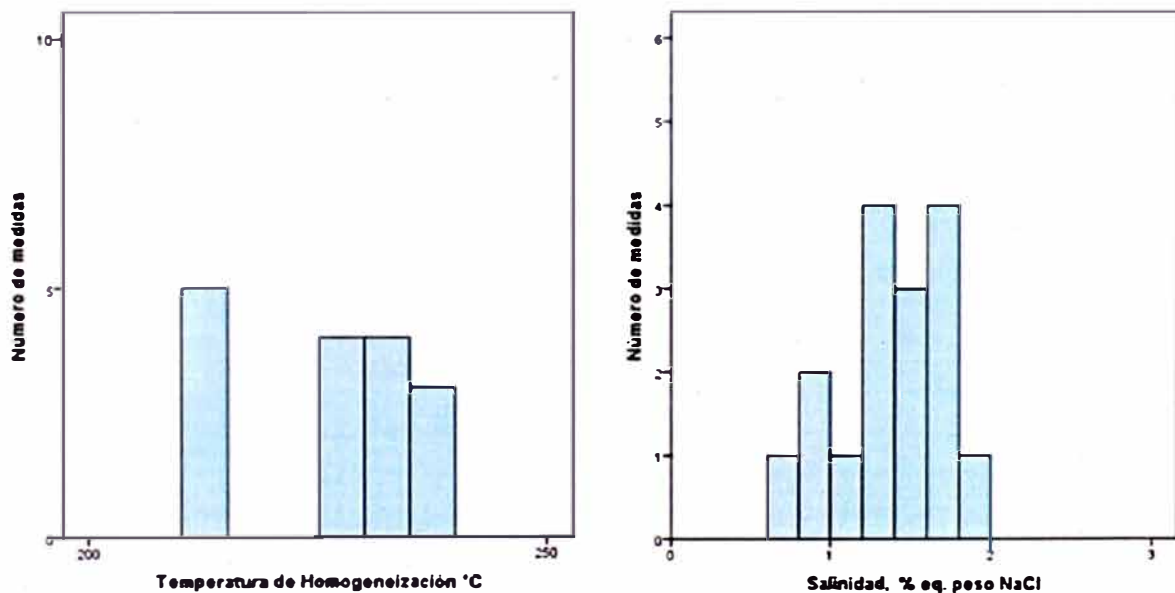


Figura 4.35 Histograma de homogenización (Th °C) vs Frecuencia, Histograma de salinidad (% eq. Peso NaCl) vs Frecuencia.

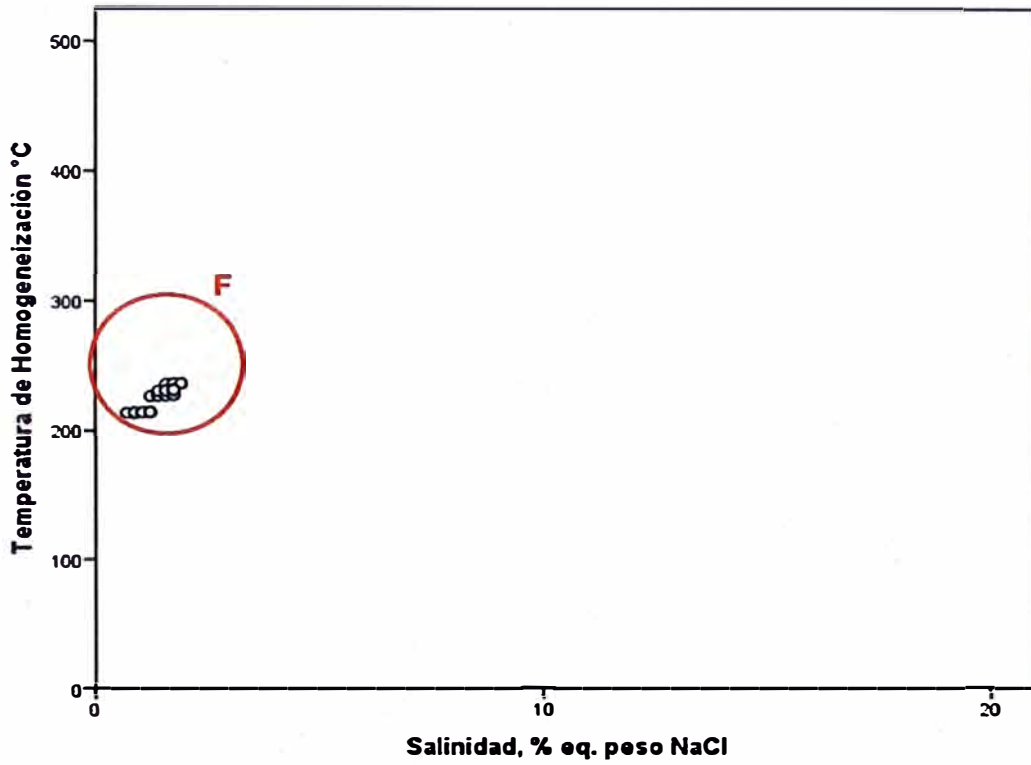


Figura 4.36 Se observa una sola población de fluido (F)

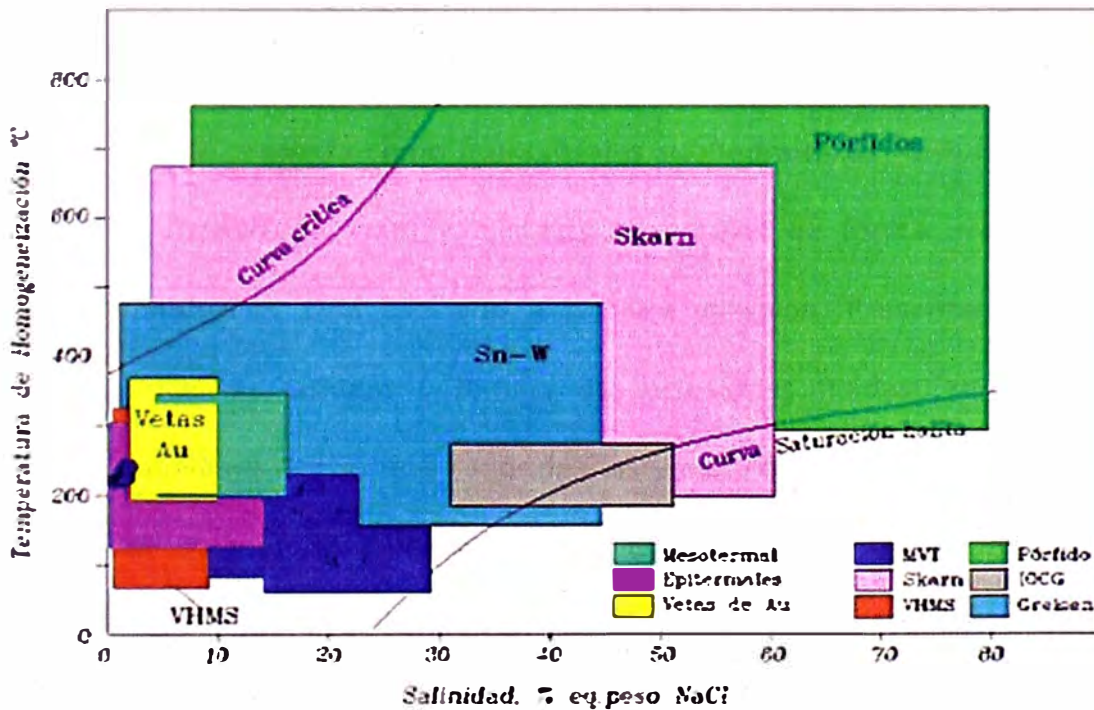
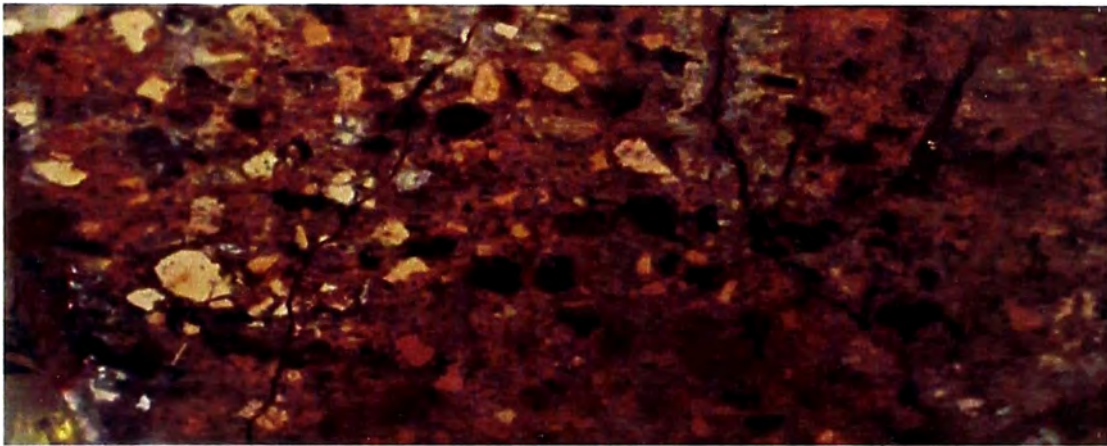


Figura 4.37 Clasificación del depósito como epitermal con contacto de vetas de oro. Según el Diagrama de Wilkinson (2001).

### **Descripción macroscópica Muestra N° 28041**

La muestra es una roca de textura porfirítica, presenta fenocristales de arcillas y cuarzo relleno de cavidades. Presenta pirita diseminada en la muestra. Óxidos de hierro tiñendo fuertemente la roca.



**Figura 4.38 Lámina transparente doblemente pulida (LTDP) de la muestra N° 28041**

### **Descripción microscópica muestra N° 28041**

El cuarzo (czl) se presenta como fenocristales subhedrales de formas prismáticas con tamaños menores a 4mm y cristales anhedrales de forma irregulares con tamaños milimétricos. Está asociado a la mineralización. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y familia de inclusiones fluidas (FIF) de tipo L (moderada salinidad) con formas redondeadas y elongadas con tamaños a 18 $\mu$ m; con grado de relleno de 0.90 en líquido. Esta acompañado de abundante IF secundarias relleno microfracturas en el cristal.

La pirita ocurre como cristales anhedrales con formas irregulares de tamaños menores a 0.04mm. Se encuentra diseminado en la muestra.

La hematita ocurre como cristales anhedrales de forma irregulares con tamaños menores a 0.2mm. Se encuentra diseminado en la muestra y alterado por los óxidos de hierro.

El oro se encuentra como cristales anhedrales en forma irregulares y como agregados granulares, relleno cavidades en el cuarzo asociado a los óxidos de hierro. Presentan tamaños 0.02mm x 0.04mm. Los minerales de **óxidos de hierro** se

Presentan con aspecto pulverulento y terroso. Se encuentra relleno intersticios, cavidades y tiñendo parcialmente a la muestra.

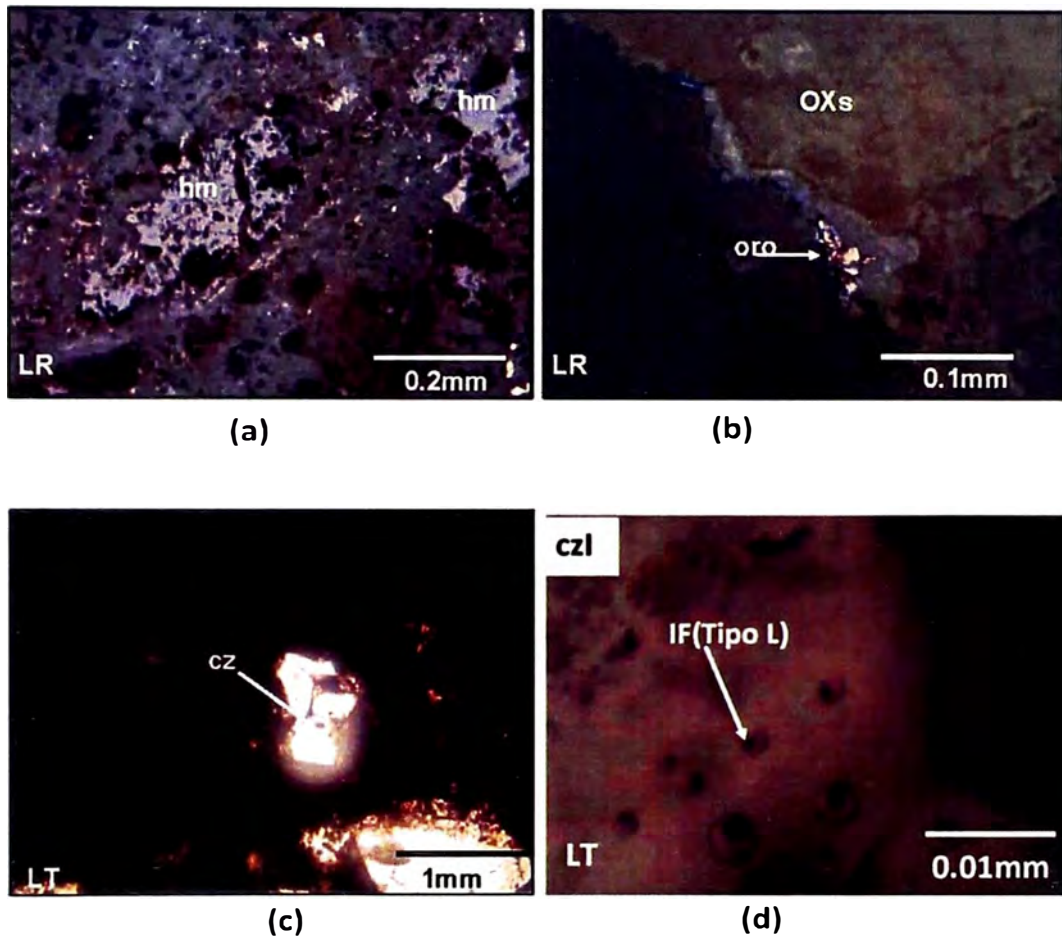


Figura 4.39 Fotomicrografías (a) a la (d), (a) La hematita (hm) se presenta relleno de cavidades y disseminado en la muestra. (LR; Obj. 10x.), (b) Grano de oro con dimensiones de 0.02mm x 0.04mm; se presenta disseminada en el cuarzo (cz) y asociada a los óxidos de hierro (OXs). (LR; Obj. 50x.); (c) El cuarzo (cz) se presenta como fenocristales; de la cual se ubican las inclusiones fluidas (IF). (LT; Obj. 2.5x.) y; (d) Inclusiones Fluidas tipo L (moderada salinidad) con grado de relleno de 0.90 de tamaños menores a 50 $\mu$ m, con formas redondeadas. (LT; Obj. 50x). LT: Luz transmitida. LR: Luz Reflejada.



## Análisis Microtermométrico de temperatura de homogenización y salinidad (muestra N° 28041)

De la tabla 4.6 se obtuvieron los histogramas, las cuales se presentan en las figuras 06,07.

En ellos se puede apreciar temperatura de homogenización ( $T_h$  °C), comprendidos entre 190°C y 250°C con salinidad entre 0.5% a 3% eq. Peso NaCl.

**Tabla 4.6 Datos microtermométricos de la muestra N°28041**

Muestra	N°	CLAF.	MIN	TIPO	$\varnothing\mu$	FILL	Tf(°C)	Th(°C)	NaCl (wt%) <sub>i</sub>	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	P (Bar)
28041	1	P - Lw	CZI	BIF	16	0.90	0.60	216.40	1.05	1.1075	15.5
28041	2	P - Lw	CZI	BIF	18	0.90	0.70	216.70	1.22	1.1073	15.6
28041	3	P - Lw	CZI	BIF	14	0.90	0.80	216.90	1.40	1.1072	15.7
28041	1	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.50	210.50	0.88	1.1110	13.9
28041	2	P - Lw	CZI	BIF	10	0.90	0.60	210.80	1.05	1.1108	14.0
28041	3	P - Lw	CZI	BIF	6	0.90	0.70	211.30	1.22	1.1105	14.1
28041	4	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.60	211.70	1.05	1.1103	14.2
28041	5	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.70	211.90	1.22	1.1101	14.3
28041	1	P - Lw	CZI	BIF	10	0.90	0.40	199.90	0.70	1.1173	11.4
28041	2	P - Lw	CZI	BIF	14	0.90	0.50	200.50	0.88	1.1169	11.5
28041	3	P - Lw	CZI	BIF	18	0.9	0.60	200.80	1.05	1.1168	11.6
28041	1	P - Lw	CZI	BIF	6	0.9	0.30	194.30	0.53	1.1207	10.2
28041	2	P - Lw	CZI	BIF	4	0.9	0.40	194.50	0.70	1.1206	10.2
28041	3	P - Lw	CZI	BIF	8	0.9	0.50	194.70	0.88	1.1205	10.3
28041	4	P - Lw	CZI	BIF	10	0.9	0.60	195.10	1.05	1.1202	10.4
28041	5	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.50	195.30	0.88	1.1201	10.4
28041	6	P - Lw	CZI	BIF	6	0.90	0.70	195.40	1.22	1.12	10.4
28041	1	P - Lw	CZI	BIF	12	0.90	0.90	220.30	1.57	1.1053	16.6
28041	1	P - Lw	CZI	BIF	8	0.90	0.60	213.70	1.05	1.1091	14.8
28041	2	P - Lw	CZI	BIF	6	0.90	0.70	213.90	1.22	1.1090	14.8
28041	3	P - Lw	CZI	BIF	12	0.90	0.80	214.20	1.40	1.1088	14.9

La diferencia de color entre las diferentes filas es la agrupación según el grado de asociación de las IF (familias FIF).

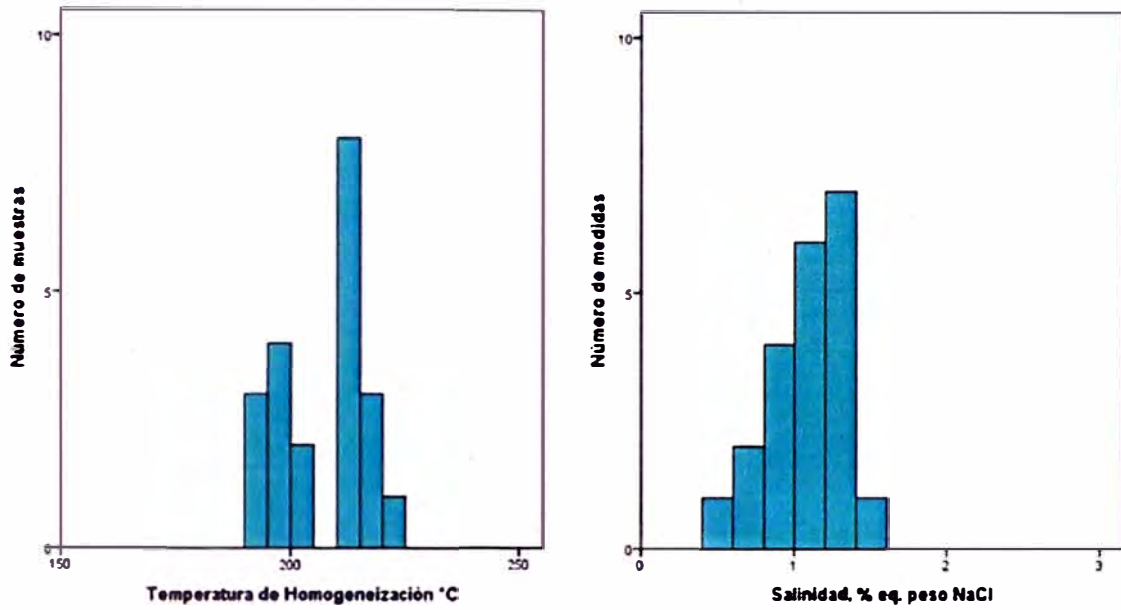


Figura 4.40 Histograma de homogenización (Th °C) vs Frecuencia, Histograma de salinidad (% eq. Peso NaCl) vs Frecuencia.

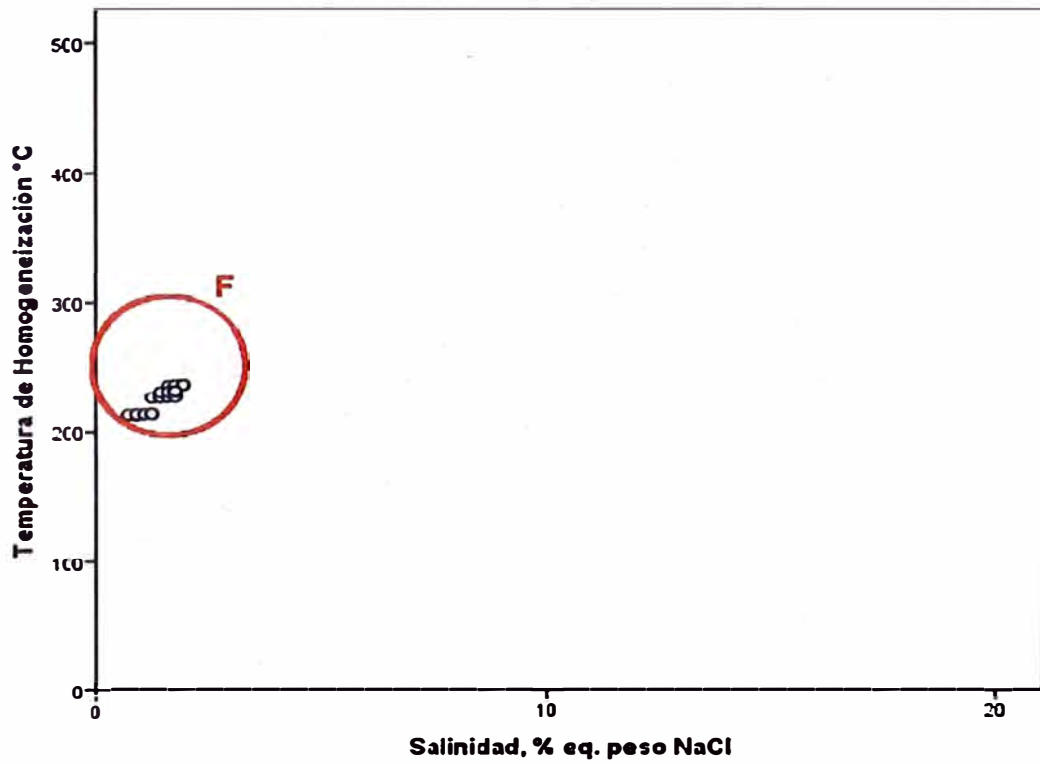


Figura 4.41 Se observa una sola poblacion de fluidos (F).

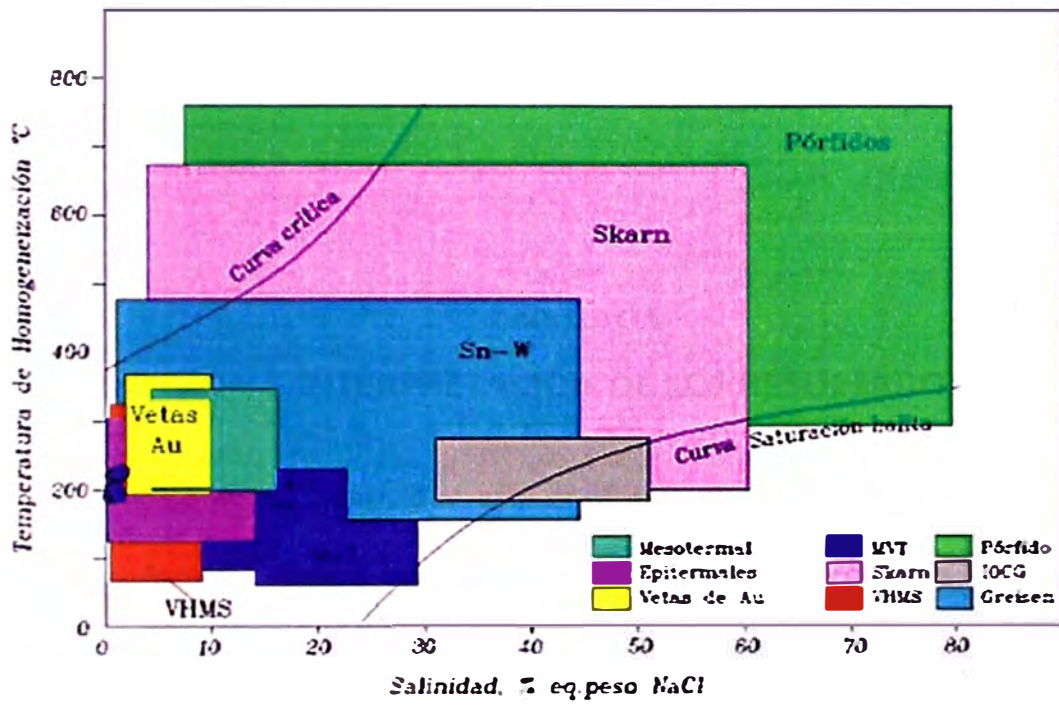


FIGURA 4.42 Clasificación del depósito como Epitermal con contacto de vetas de Oro, según el diagrama de Wilkinson (2001)

## **CAPITULO V**

### **DISCUSION E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

La roca caja de la veta Natividad está conformada por dacitas porfirítica con una alteración argílica y argílica avanzada.

La Veta Natividad tiene un control estructural con un rumbo N75°E y con un buzamiento de 70° al norte.

La alteración hidrotermal a las cuales está asociada la mineralización es la argílica avanzada (dck++) y una débil a intensa silicificación.

De los estudios petrográficos realizados en cuarzo se encontró en tres generaciones cuarzo (czI), sus cristales se encontró en forma anhedral, subredondeados a anguloso, el cuarzo (czII) se encontró recristalizado asociado a las arcillas y el cuarzo (czIII) de aspecto microgranular. En el caso de los feldespatos se presentan en forma subhedrales a anhedrales los cuales son completamente reemplazados por arcillas, loa máficos que se encontraron posiblemente son anfíboles debido a que se observó relictos de su corte basal mostrando un ángulo de clivaje aproximadamente de 60°.

Se observó que el Oro Nativo se encuentra asociado a las gangas (cuarzo), los minerales que están asociados a la mineralización en el cuarzo de tipo I (czI) y la baritina. En el caso de los óxidos que se encontró en el estudio minerográfico solo se encuentran rellenando cavidades y dando coloraciones parciales a la roca. Presentan inclusiones fluidas (IF) bifásicas aisladas y familia de inclusiones fluidas (FIF) del tipo L que significa que tienen una moderada salinidad, el grado de relleno en líquido que presento los análisis están en el rango de 0.80 a 0.90.

Se observó dos posibles poblaciones de fluidos; la primera población (F1) la cual se encuentra en temperaturas de homogenización comprendidas entre 200 °C y 300 °C y la segunda población (F2) que presenta una temperatura de homogenización ( $T_h$ ) entre 150 °C y 200 °C, la cuales presenta una salinidad promedio que varía entre 1% a 3%.

## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES

1. El tipo de roca caja que se presenta en la Veta Natividad es una dacita porfirítica con una alteración argílica avanzada (dck++) la dickita se encuentra rellenando los espacios de los feldespatos.
2. El rumbo que presenta la mineralización de la veta natividad es N75°E con un buzamiento 70° al norte.
3. La alteración argílica avanzada está asociada a la mineralización.
4. En la petrografía de la roca se observaron tres generaciones de cuarzo, estando la mineralización en la primera generación.
5. La mayoría de los cristales de cuarzo de la roca se presentan en forma anhedrales, subredondeados a angulosos, cristales recristalizados y en forma microgranular.
6. Las inclusiones fluidas (IF) se encontraron contenidas en los cristales de cuarzo I (czI).

7. Las inclusiones fluidas presentan grado de relleno (fill o densidad) que va desde 0.70 a 0.90 de líquido, son inclusiones fluidas no saturadas.
8. La veta Natividad presenta inclusiones fluidas (IF) pseudosecundarias las cuales están atrapadas en las microfracturas.
9. se presentó dos temperaturas de homogenización ( $T_h$  °C) para las inclusiones fluidas (IF), la primera población (F1) comprende temperaturas entre 200 °C a 300 °C y la segunda población (F2) entre 150 °C a 200 °C.
10. La salinidad que presenta la Veta Natividad esta entre 1% a 3% eq. Peso de NaCl.
11. Los fluidos que se encontró en el estudio de la Veta natividad lo caracterizan con un deposito epitermal con contacto de oro (según el diagrama de Wilkinson, 2001).

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFIA

1. Caldas, J. (1993). *Geología de los Cuadrángulos de Huambo y Orcopampa*.  
Lima: INGEMMET.
2. Villón, C. (2011). *Geología del yacimiento Chipmo*.
3. Grant, J. (1996). The Isocon Diagram-A Simple Solution to Gresens'  
Equation for Metasomatic Alteration. *Economic Geology*, 1976-1982.
4. Noble, D. (1992). *Apreciación de la geología del Cuadrángulo de  
Orcopampa, en el Sur del Perú*. Lima: Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.
5. Salazar, J. (2008). *Epithermal Gold-Telluride mineralization in the Chipmo  
Deposit*.
6. Swanson, K., & Noble, D. (2003). *Mapa Geológico del Cuadrángulo de  
Orcopampa*. Lima: INGEMMET.
7. W.H. MacLean, T.J. Barrett. (1993). Lithogeochemical techniques using  
Immobile elements. *Journal of Geochemical Exploration*, 109-13