

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y
METALÚRGICA



“MODELO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO

HUALATAN

JAEN-CAJAMARCA”

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEOLOGO

Elaborado por:

Luis Antonio Bocanegra Alva

Asesor:

Ing. Ramiro Santiago Chirinos

LIMA – PERÚ

2012

A mis padres Néstor y Luzmila, por su apoyo en mi formación profesional.

A mi esposa Maribel y mis hijos Sofía y Jeremy, por su paciencia y apoyo constante.

AGRADECIMIENTO

Gracias al apoyo de la Compañía Minera Barrick Misquichilca S.A. por haberme permitido utilizar datos geológicos para la realización del estudio titulado MODELO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO HUALATAN JAEN-CAJAMARCA.

A mis Asesores académicos, Dr. Rolando Carrascal y el Ing. Atilio Mendoza, por su orientación y apoyo para la culminación de este trabajo.

Así mismo agradezco al Ing. Jesús Amambal, quien con sus conocimientos y amistad me transmitió su experiencia de campo.

RESUMEN

El proyecto Hualatán se encuentra ubicado dentro del Distrito de Chontali, Provincia de Jaén, Departamento de Cajamarca. La zona de estudio se ubica al norte del Perú, próxima a la deflexión de Huancabamba.

Se realizó una revisión general de la estratigrafía, clasificación de intrusivos, controles estructurales (regionales y locales) de las principales ocurrencias minerales ubicadas en la zona, las cuales son: Hualatán y Cerro Tablón (Epitermales de baja sulfuración) y El Paramo (Pórfido de Cobre).

La zona de estudio en detalle comprende el proyecto Hualatán. El contexto regional a describir estará comprendido entre las localidades de Alto Porculla y Hualatán.

La zona de interés se encuentra dentro del distrito aurífero de Chontali en el cual se ubican algunos prospectos auríferos del tipo Epitermales (Baja e Intermedia Sulfuración), que forma parte de un complejo de yacimientos epitermales de oro en sistema de vetas.

Desarrollado dentro de un vulcanismo calco-alcalino de composición andesítica a dacítica, unidades piroclásticas y lavas (Volcánicos Oyotún) intruidas por varios pulsos intrusivos y diques andesíticos. Predominan las estructuras de rumbo andino (N 25° W), estas fallas más al norte cambian su rumbo a N-S. También hay fallas transandinas de rumbos SW – NE. En el distrito se reconocen controles estructurales y alteración que evidencian un evento de mineralización de oro ligado a procesos intrusivos y emplazamientos de diques. La roca hospedante en el proyecto Hualatán

presentan ensambles de alteración hidrotermal (intensa a moderada) reconociéndose un zoneamiento típico de yacimiento de epitermal de Baja Sulfuración: silicificación (sílice granular, sílice masiva), sericítico, argílica (caolinita, illita, illita - esmectita, esmectita - illita y esmectita) y propilitización.

La mineralización principal es la del oro, con valores importantes de As y anomalías bajas de Cu, Pb y Zn. El Au se encuentra esencialmente en los óxidos de fierro, como oro libre y encapsulado en los sulfuros (principalmente pirita, calcopirita) y galena.

La alteración silíceea (masiva, crustiforme y granular) son la mejor guía de mineralización. También se ve valores anómalos de oro en la alteración argílica que bordea las vetas y disminuyen los valores a medida que nos alejamos de las vetas lateralmente.

MODELO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO HUALATAN

JAEN-CAJAMARCA

INDICE

RESUMEN

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1.Introducción.....	1
1.2. Ubicación y acceso.....	1
1.3.Objetivos.....	2
1.4.Petitorios.....	4
1.5. Antecedentes.....	5
1.6.Metodología.....	7

CAPITULO II

CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL

2.1.Estratigrafía.....	9
2.2.Intrusivos.....	16
2.3. Geología estructural.....	17

2.4. Discordancias.....	20
2.5. Marco Tectonomagmático del norte del Perú.....	21
2.6. Metalogénesis regional.....	24
2.7. Geología económica regional.....	24

CAPITULO III

GEOLOGIA LOCAL

III GEOLOGIA LOCAL

3.1. Geomorfología.....	32
3.2. Litología.....	32
3.3. Intrusivos.....	35
3.4. Geología estructural.....	37
3.5. Estructuras Volcánicas menores.....	39

CAPITULO IV

ALTERACION Y MINERALIZACION

4.1. Alteraciones.....	41
4.1.1. Alteraciones hidrotermales.....	42
4.1.2. Alteraciones supérgenas.....	46

4.2. Mineralización.....	46
4.2.1. Controles de mineralización.....	47
4.3. Forma del yacimiento.....	49
4.4. Dimensiones del yacimiento.....	49

CAPITULO V

PROSPECCION

5.1. Prospección geoquímica superficial.....	51
5.1.1. Tipo de prospección geoquímica.....	52
5.1.2. Metodología muestreo geoquímico (UNI).....	53
5.1.3. Resultados geoquímicos.....	54
5.1.3.1. Resultado de muestras tomadas por UNI.....	54
5.1.3.2. Resultado de muestras externas.....	58
5.1.4. Correlación geoquímica de muestras de roca.....	58
5.2. Perforación diamantina.....	67
5.2.1. Ubicación de plataformas.....	67
5.2.2. Logueo de sondajes.....	67
5.2.3. Muestras de sondajes.....	73
5.2.4. Resultados geoquímicos de sondajes diamantinos.....	73

CAPITULO VI

DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS Y ELABORACION DEL MODELO GEOLOGICO

6.1. Modelo de alteraciones.....	76
6.2. Modelo de mineralización.....	76
6.3. Controles de mineralización.....	78
6.4. Asociación Litología-Alteraciones-Mineralización-Leyes Au.....	78
6.5. Modelo de controles estructurales de mineralización.....	79
6.6. Ambiente del yacimiento.....	80
6.7. Geometría del yacimiento.....	81
6.8. Probable origen del yacimiento.....	83
6.9. Secciones del yacimiento y perfiles litogeoquímicos.....	84
6.10. Modelo del yacimiento.....	85
6.11. Potencial aurífero.....	86
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	91

Anexos

- Fotos de geología regional y local
- Petrografía de secciones delgadas

RELACION DE FIGURAS

Figura 1: Plano de ubicación y acceso.

Figura 2: Plano de propiedad minera a Noviembre 2011.

Figura 3: Columna estratigráfica regional.

Figura 4: Plano geológico regional.

Figura 5: Sección geológica regional 1.

Figura 6: Sección geológica regional 2.

Figura 7: Marco Tectonomagmático del Norte del Perú.

Figura 8: Muestreo de canales en vetas.

Figura 9: Plano geológico del proyecto Hualatán

Figura 10: Plano de alteraciones del proyecto Hualatán.

Figura 11: Plano geoquímico del Au.

Figura 12: Plano geoquímico del Hg.

Figura 13: Plano geoquímico del As.

Figura 14: Plano geoquímico del Sb.

Figura 15: Plano geoquímico del Ag.

Figura 16: Plano geoquímico del Pb.

Figura 17: Plano geoquímico del Cu.

Figura 18: Estilos de controles estructurales, presentes en los sistemas de vetas del proyecto Hualatán.

Figura 19: Sección A-A': SO-NE Modelo geológico del Proyecto Hualatán.

Figura 20: Sección B-B': SO-NE Modelo geológico del Proyecto Hualatán.

Figura 21: Sección C-C': SO-NE Modelo geológico del Proyecto Hualatán

Figura 22: Temperatura de homogenización.

Figura 23: Secciones del yacimiento y perfiles litogeoquímicos.

Figura 24: Esquema estructural general de los depósitos epitermales de Baja Sulfuración (Buchanan1981).

Figura 25: Los principales minerales presentes en el Proyecto Hualatán se encuentra ubicados en el diagrama de fugacidad "S" VS Temperatura.

RELACION DE CUADROS

Cuadro 1: Acceso al proyecto Hualatán.

Cuadro 2: Antecedentes de trabajos de otras empresas en el proyecto Hualatán.

Cuadro 3: Rangos de los valores de las leyes de Au y sus porcentajes asociados.

Cuadro 4: Parámetros geoestadísticos de muestras de canales.

Cuadro 5: Resultados de la Zona Veta Antena.

Cuadro 6: Resultados de la Zona de vetas Hualatán Norte.

Cuadro 7: Parámetros geoestadísticos de muestras UNI.

Cuadro 8: Calculo de tonelaje con su ley promedio de las zonas muestreadas.

Cuadro 9: Correlaciones de Pearson.

Cuadro 10: Sondajes diamantinos realizados en el proyecto Hualatán.

Cuadro 11: Logueo del sondaje MJPC-01

Cuadro 12: Logueo del sondaje MJPC-02

Cuadro 13: Logueo del sondaje MJPC-03

Cuadro 14: Logueo del sondaje MJPC-04

Cuadro 15: Logueo del sondaje MJPC-05

Cuadro 16: Logueo del sondaje MJPC-06

Cuadro 17: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-01

Cuadro 18: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-02

Cuadro 19: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-03

Cuadro 20: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-04

Cuadro 21: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-05

Cuadro 22: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-06

Cuadro 23: Minerales de alteración y minerales asociados a Epitermal de
Baja Sulfuración.

Cuadro 24: Asociación litología - alteración y leyes de Au.

CAPITULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1. INTRODUCCION

La zona de estudio se ubica en el norte del Perú, próxima a la deflexión de Cajamarca. En la cual se realizó una revisión general de la estratigrafía, clasificación de intrusivos, controles estructurales (regionales y locales) de las ocurrencias minerales ubicadas en esta zona, las cuales son:

- Epitermal de Baja Sulfuración (Hualatán).
- Epitermal de Baja Sulfuración (Cerro Tablón).
- Pórfidos de Cobre (El Páramo).

Se estudiara en más detalle la ocurrencia mineral de Hualatán.

1.2. UBICACIÓN Y ACCESO

El Proyecto Hualatán se ubica en la jurisdicción del mismo nombre perteneciente al distrito de Chontali, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Geográficamente se localiza a 27 Km al Oeste de la ciudad de Jaén y topográficamente se ubica entre las cotas 1650 y 2050.

El acceso desde Lima es mediante transporte terrestre, a través de la Carretera Panamericana Norte hasta Chiclayo (740 km), luego Chiclayo-Puente Chamaya II (266 km) y Puente Chamaya II -Palo Blanco (46 km). Desde Palo Blanco hasta Hualatán es a través de una trocha carrozable de (4 km) y para acceder al proyecto mediante un camino de herradura desde Hualatán. **(Ver Cuadro 1 y Figura 1).**

TRAMO		TIPO DE ACCESO	DISTANCIA Km	TIEMPO
DE	A			
Lima	Chiclayo	Carretera asfaltada	740	12 h
Chiclayo	Pueste Chamaya II	Carretera asfaltada	266	5 h
Puente Chamaya II	Palo Blanco	Trocha Carrozable	46	2 h
Palo Blanco	Hualatan	Trocha Carrozable	4	1/2 h
Hualatan	Proyecto Hualatan	Camino de herradura	1	1 h

Cuadro 1: Acceso al proyecto Hualatán.

1.3. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo es sugerir el modelo geológico del proyecto Hualatán a partir de:

- Descripción de la geología regional (estratigrafía, estructural).
- Descripción de las principales ocurrencias minerales en el área y sus principales controles regionales.

A nivel local en el proyecto Hualatán, siendo los objetivos principales:

- Definición de parámetros que nos ayuden a generar un modelo geológico generalizado del yacimiento y realizar un cálculo del potencial aurífero del mismo. Para alcanzar estos objetivos se desarrollaran los siguientes puntos:
 1. Reconocimiento y mapeo geológico de la zona de estudio, considerando litología, alteraciones y estructuras a escalas 1/10,000.
 2. Reconocimiento del tipo de mineralización y forma del yacimiento.
 3. Interpretación de los resultados geoquímicos.
 4. Analizar sus rasgos estructurales y relación con corredores estructurales de la región.

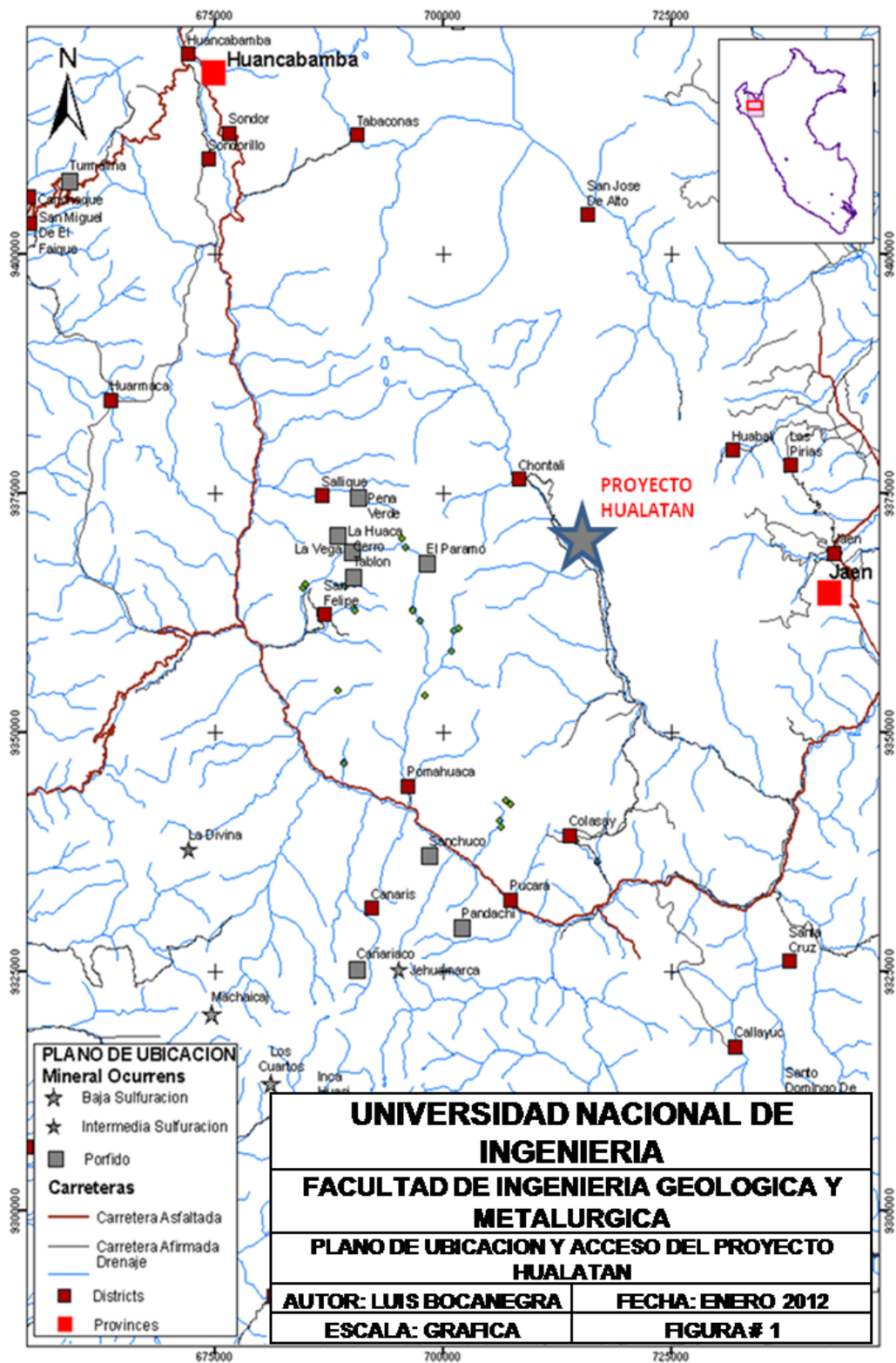


Figura 1: Ubicación y acceso.

5. Localización y reconocimiento de estructuras mineralizadas a profundidad.
6. Determinación del modelo geológico y tipo de yacimiento.
7. Recomendar futuros trabajos que se puedan realizar en la zona de interés.

Adicionalmente se realizaran estudios petrográficos de muestras de rocas alteradas y frescas, y mineragráficas de muestras de rocas alteradas que tienen valores anómalos en oro y de las propias estructuras mineralizadas.

1.4. PETITORIO

El área de mayor interés económico está comprendida entre las coordenadas:

713000 E – 9372000 N

717500 E – 9372000 N

717500 E – 9367500 N

713000 E – 9367500 N

Este trabajo se realizo mientras este petitorio estaba a nombre de la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería en el 2001.

Actualmente este petitorio pertenece a la empresa Minera San Jorge, el nombre de Troncopampa dos. **(Para mejor detalle ver Figura 2: Propiedad minera a Noviembre del 2011).**

1.5. ANTECEDENTES

El Proyecto Hualatán fue estudiado por diversas empresas desde el año 1988 hasta el 2000. En este proyecto se realizaron diversos estudios:

Mapeo de detalle a escala 1/10,000, mapeo regional a escalas 1/25,000, interpretación mediante imágenes de satélite, muestreo geoquímico, geofísica (electromagnetismo y gravimetría), perforación diamantina, estudios petrominerográficos.

Entre estas compañías tenemos a: JICA* (1988-1992).

- ABX EXPLORACIONES (1994).
- NEWMONT, (1997-1998).
- ANGLOGOLD, (2000).

En el año 2001 este proyecto fue cedido a la FIGMM-UNI para que realice estudios geológicos y haga una evaluación de los recursos con el propósito de llevarlo hasta la etapa de explotación. En una primera etapa del 24 al 28 de Agosto del 2001, geólogos de la UNI realizaron un viaje de reconocimiento a la zona para definir los trabajos a realizar.

En una segunda etapa del 1 al 30 de Septiembre, se realizaron los siguientes trabajos de campo: mapeo 1/10,000, mapeo 1/2,000, secciones longitudinales, secciones transversales, revisión de los taladros de perforación, muestreo sistemático de las vetas y toma de muestras de mano para confeccionar secciones delgadas y pulidas.

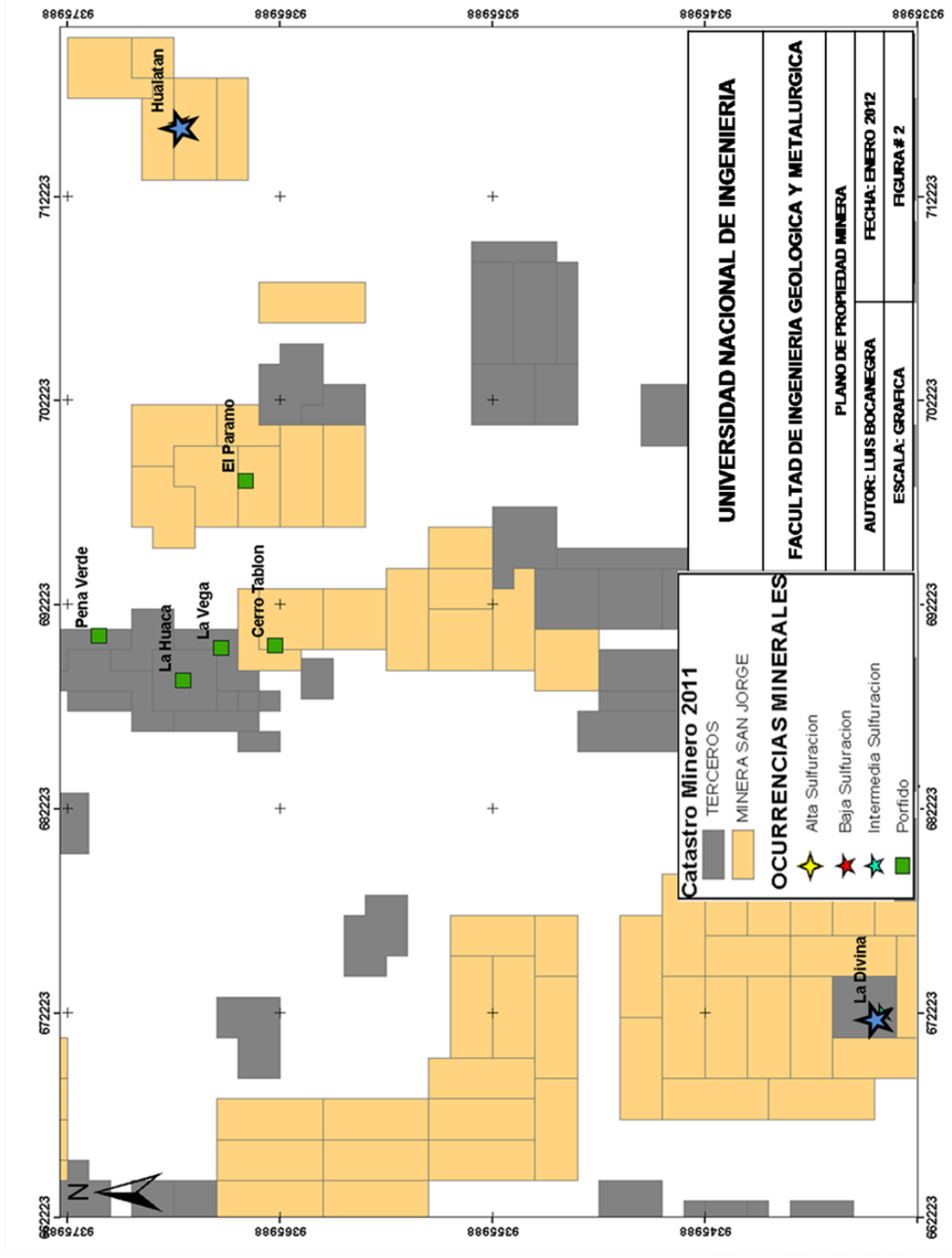


Figura 2: Propiedad minera Noviembre 2011

1.6. METODOLOGÍA

Se realizaron las siguientes actividades:

Trabajos geológicos. Inicialmente se realizó un reconocimiento geológico a nivel local, posteriormente un mapeo geológico a escala 1/10,000 utilizando la base topográfica del Ministerio de Agricultura. En la zona de mayor interés económico se realizaron mapeos tanto de litología, alteraciones y estructuras, a escalas 1/10,000 y 1/2,000, empleando la base topográfica de restitución. También se confeccionaron perfiles geológicos a escalas 1/5,000.

Prospección geoquímica. Se realizó el reconocimiento de las estructuras mineralizadas, tanto de sus longitudes y potencias. Posteriormente se realizó un muestreo sistemático mediante canales tanto de las estructuras como de la roca caja, siendo en total 360 muestras. Las muestras fueron analizadas solo por Au (en el Laboratorio de Espectrometría de la Universidad Nacional de Ingeniería).

Estudios petrográficos v mineragráficos. Se seleccionaron 5 muestras de roca de superficie, de los principales cuerpos intrusivos a nivel regional, para estudios petrográficos.

Se tomo 2 muestras, una de roca (intrusivo andesítico) para estudios petrográficos y uno de alteración sericítica. **(Ver mosaico de petrografía en Anexos).**

CAPITULO II

II CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL

La zona de estudio se encuentra ubicada en el extremo norte de la franja de oro-cobre del Norte del Perú.

2.1. ESTRATIGRAFIA

- **Complejo Olmos (Ordovícico)**, se denomina así a una secuencia de esquistos de naturaleza pelítica, con grado de metamorfismo. Litológicamente, consiste de sedimentos metamorfizados constituyendo esquistos pelíticos y cuarzosos. La edad de esta unidad no ha sido determinada, pero se asume que representa a rocas sedimentarias y volcánicas metamorfizadas a fines del Precambriano. **(Ver Foto 1 y 2)**.
- **Grupo Salas (Ordovícico Superior-Silúrico)**, secuencias de rocas metamórficas, formadas principalmente por filitas y tobas pizarrosas, ubicadas discordantemente sobre el Complejo Olmos. Litológicamente esta constituido por filitas marrones y gris violáceas intercaladas con cineritas verdes y grises, que a su vez se intercalan con capas de cuarcitas blancas de grano fino, observando además que cerca a Canchaque y en el valle del río Huancabamba, contiene grandes paquetes de material lávico de origen andesíticos con grado

de metamorfismo inferior al del Complejo olmos. Potencia aproximada 1400 m. A este Grupo se le atribuye la edad del Ordoviciano inferior.

- **Volcánicos Oyotún (Triásico superior - Jurásico medio).** Consiste de bancos piroclásticos y lavas andesíticas y dacíticas, las rocas mas comunes son brechas andesíticas masivas de color negro azulado y dacitas porfiríticas ya sea como lava o como roca piroclástica con fenocristales de plagioclasas y cuarzo en una matriz fina gris verdosa. Presenta intercalaciones sedimentarias de tobas, grauwas y areniscas feldespáticas en la zona de Chongoyape, se ven escasos niveles de calizas laminadas con solidificación moderada (Wilson, 1984). El espesor de esta unidad en la localidad típica es de 500 m de espesor aproximadamente, en Chongoyape y Chiclayo se estima un espesor de 400 m. En la zona de estudio el Volcánico Oyotun suprayace al Gpo. Salas e infrayace bajo la Fm. Tinajones. Se tiene fósiles del Liásico inferior en la zona de Patapo, en intercalaciones calcáreas a pocos metros de la base de los volcánicos, no pudiéndose precisar la edad del techo, pero relaciones estratigráficas sugieren que la edad seria el tope del Liásico, faltando aún pruebas concluyentes (Wilson, 1984). **(Ver Fotos 3 y 4).**
- **Formación Tinajones (Jurásico superior - Cretácico inferior).** Consiste de tobas, lutitas de color marrón verdes, grauwas de color marrón o gris, cuarcita blanca o marrón rojiza o muy compacta y conglomerados de guijarros volcánicos en una matriz de arenas. Además se observan sills dacíticas (Wilson 1984). El espesor de esta

formación en el sector norte del cuadrángulo de Chongoyape alcanzan aproximadamente 1000 m adelgazándose hacia el sur. La Fm. Tinajones suprayace en discordancia ligeramente angular sobre la Fm. Oyotun, pasando gradualmente a las cuarcitas del Gpo. Goyllarisquizga. La Fm. Contiene fósiles de invertebrados así como de plantas. Se tienen reportes de *Trigonia Lorenti* DANA, del Valanginiano inferior en el cuadrángulo de Incahuasi, además *Berriasellidae?* del Titoniano y Berriasiano en el área de Yaypón (cuadrángulo Chongoyape). Restos de Otozamites del Neocomiano son muy comunes (Wilson 1984). La base de esta Formación se ubica en el Berriasiano, pudiendo llegar hasta el Titoniano, el límite superior se ubica en el Neocomiano. La Fm. Tinajones se correlaciona con las Fms. Chimú, Santa y Carhuaz. La potencia promedio en la zona de estudios es de 500 m. **(Ver Foto 5).**

- **Grupo Goyllarisquizga (Cretácico inferior - Aptiano),** en esta zona la mejor formación reconocida es la Formación Chimú (no distinguiéndose las Formaciones Santa, Carhuaz y Farrat). Predominan las areniscas y cuarcitas en capas medianas intercaladas con horizontes delgados de lutitas. Potencia 525 m. El Grupo Goyllarisquizga está dividido en cuatro formaciones: La Formación Chimú que consiste de cuarcitas con estratos de conglomerados con clastos de cuarzo, sobre este se tiene la Formación Santa que esta compuesta por lutitas negras. Las

formaciones Carhuaz y Fm. Farrat no se han identificado aunque son mencionadas por Wilson (2000). **(Ver Foto 6)**.

- **Formación Inca.** La base de esta unidad presenta algunos metros de caliza arenosa masiva con abundantes restos de *Exogyra* (*) limonitizada, seguida por areniscas de grano medio a grueso con cemento limonítico y lutitas arenosas ferruginosas bien estratificadas con intercalaciones de caliza. En el cuadrángulo de Chongoyape el espesor de la Formación no supera los 25 m y en los cuadrángulos de Incahuasi, Cutervo y Chota el espesor varía entre 60 y 80 m. Yace en discordancia sobre los niveles clásticos del Grupo Goyllarisquizga. El contacto superior es concordante y nítido, debido a la ausencia de niveles arenosos ferruginosos donde se advierte un predominio de sedimentos pelíticos y calcáreos de colores grises y amarillos (Wilson, 1984). En el cuadrángulo de Chota se tienen afloramientos con amonites del género *Parahoplites*, según esto Benavides, V. (1956) le asignó una edad perteneciente al Albiano inferior-medio.

(* *Exogyra*, es un género extinto de bivalvo moluscos, relacionado con las ostras, del Jurásico y Cretáceo. Tienen un par excepcionalmente grueso de las valvas, el izquierdo de las cuales es en espiral mientras que la derecha es más plana. Se supone haberse desarrollado a partir de un antepasado de *Ceratostreon*).

- **La Formación Chúlec**, consiste de capas delgadas bien estratificadas de lutitas grises, margas amarillas y calizas margosas marrones, las que generalmente se presentan en capas delgadas y nodulares. En el cuadrángulo de Chota la Formación Chúlec alcanza un espesor promedio de 250 m, además en los cuadrángulos de Chongoyape y Chiclayo la Formación Chúlec no sobrepasa los 50 m de lutitas con escasas capas calcáreas. Presenta contactos concordantes tanto en la base como en el tope con las Formaciones Inca y Pariatambo respectivamente. El contacto en la base está definido por el paso de niveles pelíticos a niveles arenosos y ferruginosos de la Formación Inca. El contacto superior queda marcado por la aparición de las calizas en forma de lajas de la Formación Pariatambo (Wilson, 1984). En las facies más gruesas de la Formación Chúlec en el cuadrángulo de Chota, se tiene una fauna compuesta por amonites, erizos y lamelibranquios; los amonites reportados son Knemiceras y Parengonoceras que según Benavides, V. (1956) indican la parte inferior del Albiano medio. Las facies más finas contienen escasos amonites y abundantes restos de Trigonía, Exogyra, Neithea y Echinoidea. **(Ver Foto 7)**.
- **Formación Pariatambo (Ki-Albiano medio)**. Presenta un mejor desarrollo en el cuadrángulo de Chota, alcanzando un espesor de 150-250 m de calizas con intercalaciones de lutitas en niveles delgados, ambas presentan amonites y escamas de peces. Las

calizas son de grano fino de color negro, bituminosa y frecuentemente con un olor fétido, con estratificación delgada, formando lajas características; los niveles lutáceos son negros y bituminosos. Hacia el oeste de Chota la Formación Pariatambo se vuelve tobácea, entre Cumbil y Llama las calizas presentan intercalaciones de lutitas grises y tobas violáceas. Los niveles tobáceos predominan en el sector occidental del cuadrángulo de Chongoyape, aflorando en Huaca Blanca al sur de la localidad de Chongoyape, alcanzando espesores de 200-300 m de tobas bien estratificadas con intercalaciones de caliza gris. Suprayace concordantemente a las margas, lutitas y calizas de la Formación Chúlec, el contacto superior con el Grupo Pulluicana es concordante, evidenciado por el paso hacia arriba de calizas oscuras y tobas a bancos de caliza gris oscura de mayor espesor. Todas las facies contienen *Oxitropidoceras carbonarium*, que indica la parte superior del Albiano medio (Wilson, 1984).

- **El Grupo Calipuy**, tiene un espesor aproximado de 1250 m (medido al oeste de la localidad de Congona, va desde la cota 2500 hasta 3750) y está conformado por conglomerados con clastos de naturaleza volcánica y sedimentaria los cuales se encuentran subredondeados, luego en la parte media se encuentran mayormente lavas de composición ácida a intermedia, con intercalaciones de limos y lutitas rojas, la parte superior es compuesta por niveles de tobas ácidas con intercalaciones de lavas. Este grupo se subdivide en:

1. **Volcánicos Llama (50-25? ma)**, se conoce con este nombre a una secuencia de andesitas que afloran cerca al pueblo de Llama, en el área de estudio es muy extenso. La naturaleza litológica varia de norte a sur, hacia el norte se compone de bancos gruesos de brechas piroclásticas de composición andesíticas, intercaladas con niveles de tobas ácidas; cerca a Huancabamba presenta niveles sedimentarios de origen lacustre con areniscas calcáreas y calizas fosilíferas y más hacia el sur se compone de bancos masivos de brechas piroclásticas andesíticas y lavas de origen andesítico. Los restos fósiles encontrados en los niveles sedimentarios nos han permitido hacer una datación, sin embargo por correlación estratigráfica se le asigna una edad tentativa del Cretáceo superior y Terciario inferior. Potencia 500 m.
2. **Volcánicos Porculla (25-8 ma)**, en el abra de Porculla y mayormente hacia el este de la divisoria continental, se ha identificado una secuencia volcánica constituida principalmente por tobas andesíticas y riolíticas en bancos masivos que conforman farallones en los principales cursos fluviales. En el valle de Huancabamba el Volcánico Porculla se presenta en forma de ignimbritas y flujos de tobas acidas de color blanquesino, que en algunos sectores esta relacionada a cierta mineralización metálica. El Volcánico Porculla carece de evidencias paleontológicas, por lo que no se puede precisar su edad. Potencia promedio 1000 m. **(Ver Fotos 10, 12 y 13 y Figura 3).**

2.2. INTRUSIVOS

Los tipos de intrusivos reconocidos a escala regional de W a E son:

- Intrusivos Ksup - Tinf: Granodiorita, tonalita y cuarzomonzodiorita. Con dataciones estos están en el rango de edades de 49 m.a. – 40 m.a. **(Ver Anexos Petrografía, muestra 510-93133).**
- Intrusivo Ksup – Tinf: Monzogranito y Tonalita.
- Terciario (Pre-Porculla): pórfido feldespático y pórfido cuarzo feldespático. Dataciones de 35.3 m.a. **(Ver Anexos Petrografía, muestra 510-93134).**
- Intrusivos Terciarios (Intra Porculla):
 1. Pórfido cuarcífero
 2. Dique microdiorítico (probablemente de **16.5m.a.** Asociado a la familia de intrusivos de Cañariaco y Pandachi.
- Intrusivos Ksup - Tinf: Cuarzo monzonita a monzonita. Datación de 34.6 m.a. **(Ver Anexos Petrografía, muestra 510-94268).**
- Intrusivo Ksup. Andesita porfírica. Datación 71.5 m.a. **(Ver Anexos Petrografía, muestra 510-91922).**
- Intrusivo Ksup-Tinf. Tonalita, Diorita. Esta intruido por cuerpos de intrusivos más jóvenes de composición Sienogranito de 66.9 m.a. **(Ver Anexos Petrografía, muestra 510-93140).**
- Intrusivo Terciario. Dique Andesítico de 38.9 m.a. Estos diques se emplazan en la zona del proyecto Hualatán.

Dataciones tomadas por MBM en el 2009 y 2010. **(Ver Figura 3).**

2.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La zona comprende parte de la Deflexión de Huancabamba, en la cual la cordillera de los andes va variando hacia el norte de rumbo N30° W a rumbo N-S. Debido a ello la zona presenta una gran complejidad estructural, la cual no está del todo estudiada.

En la zona de estudio predomina un control estructural regional de orientación andina NW-SE, algunas de estas fallas son profundas (levantan bloques de rocas Paleozoicas).

Las fallas regionales andinas presentan comportamientos inversos (asociado a eventos compresivos) y normales (asociado a eventos distensivos).

Estas fallas controlan el ascenso y emplazamiento de intrusivos, el ascenso de fluidos que alteran, mineralizan y originan ocurrencias minerales.

Así mismo a escala local algunas ocurrencias minerales presentan un control estructural regional de orientación NW-SE por ejemplo: La Divina (Intermedia Sulfuración y Hualatán (Baja Sulfuración), El Paramo (Porfido Cu) y otras N-S, por ejemplo: Cerro Tablón (Baja Sulfuración).

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA DEL AREA DE ESTUDIO

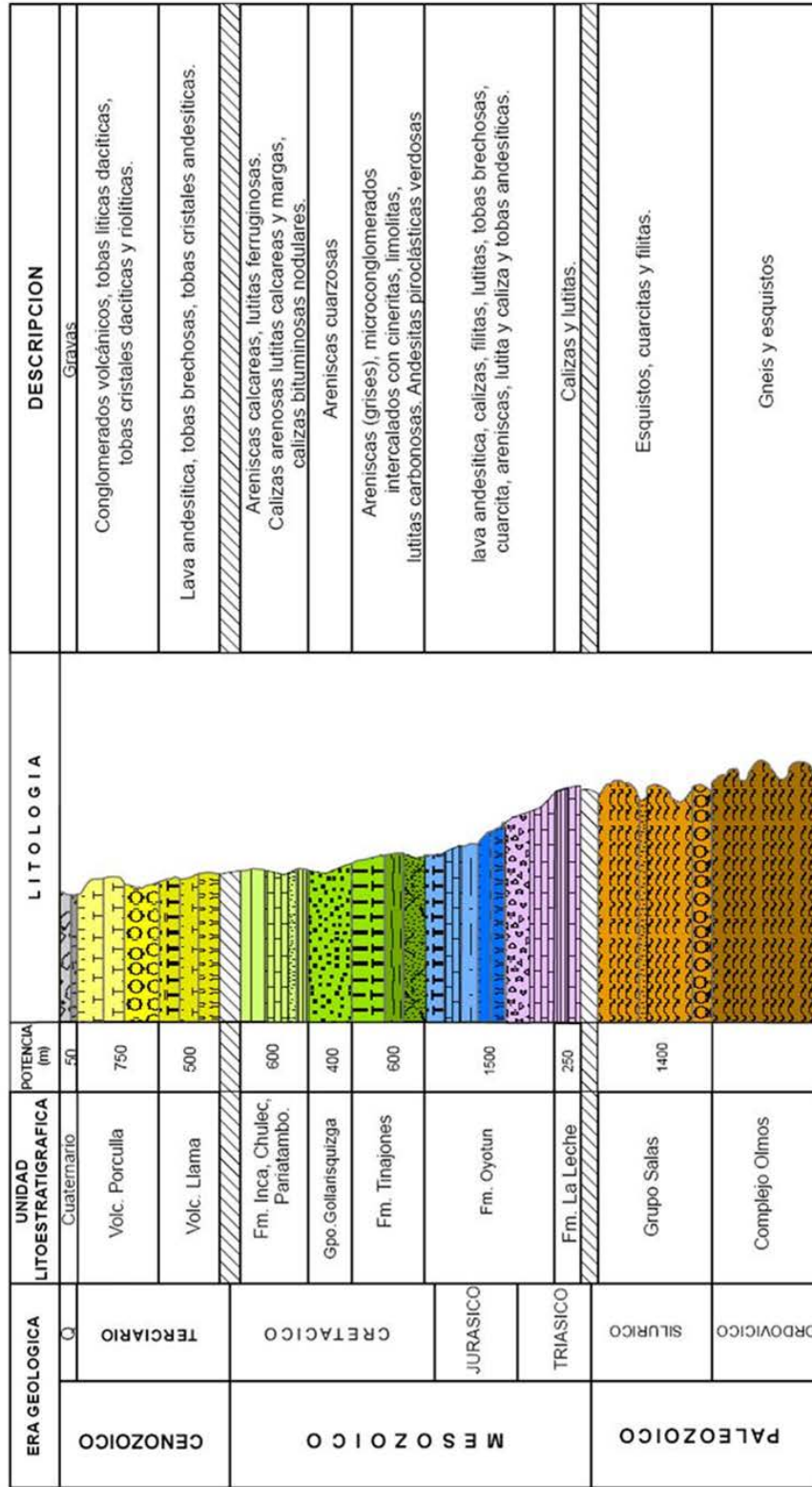


Figura 3: Columna estratigráfica regional (Informes JICA 1992, mejorado por L. Bocanegra 2010).

Un segundo sistema de fallas trasandinas de orientación N60° E, las cuales segmenta la cuenca volcánica Terciaria de los Volcánicos Calipuy. Estas fallas NE, levantan bloques de rocas Paleozoicas (Complejo Olmos y Gpo. Salas) y las ponen en contacto con rocas volcánicas del Terciario (Volcánicos Calipuy). Estas fallas NE (profundas y de alto ángulo, subverticales) controlan el alzamiento de bloques estructurales en los cuales en algunas se preservan las rocas volcánicas y en otras están parcialmente erosionadas. A nivel regional se observan como estas fallas de NE-SW, segmentan la cuenca volcánica Terciaria, delimitando bloques con volcánicos preservados y bloques con basamento levantado.

Las zonas que se ubican próximas a la intersección de las fallas regionales NW-SE y NE-SW, son muy favorables para la localización de ocurrencias minerales.

Las unidades estratigráficas en el distrito están plegadas, teniendo sus ejes un rumbo general de N 20° W, lo que hace que sean aproximadamente paralelas al alineamiento general de los Andes. Las mejores exposiciones del plegamiento y fallamiento se observa en secuencia sedimentaria del Cretáceo.

Los pliegues han sido deformados por las fallas posteriores, de manera que no se observan en esta zona pliegues bien conservados. Las fallas de rumbo NW - SE, tienen cientos de kilómetros de largo y buzan hacia el W, SW (las fallas más orientales) y buzan hacia el E (las fallas más occidentales). Están mayormente asociadas y limitando los levantamientos verticales entre bloques del basamento (Complejo Olmos, Grupo Salas,

Formación Oyotún y secuencias sedimentarias del Cretáceo) poniéndolos a la misma cota que los volcánicos Terciarios del Grupo Calipuy.

Todas estas observaciones son resultado de los trabajos de campo.

2.4. DISCORDANCIAS

Se reconoció 14 discordancias que representan 7 eventos de inversión.

- **V. Porculla - V. Llama**
- **V. Porculla - Fm. Tinajones**
- **V. Porculla - Gpo. Salas**
- **V. Porculla - Complejo Olmos**
- **V. Llama - Fm. Pariatambo**
- **V. Llama - Gpo. Goyarisquizga**
- **V. Llama - Fm. Tinajones**
- **V. Llama - Gpo. Salas**
- **Fm. Pariatambo - Fm. Inca-Chulec.**
- **Fm. Inca-Chulec - Gpo. Goyarisquizga.**
- **Gpo. Goyarisquizga - Fm. Tinajones**
- **Fm. Tinajones - V. Oyotún.**
- **V. Oyotún - Gpo. Salas**
- **Gpo. Salas - Complejo Olmos.**

En las zonas próximas a las ocurrencias minerales de Cañariaco (16.5 m.a.), Jehuamarca y El Páramo, existen ventanas tectónicas de rocas

sedimentarias de la Fm. Tinajones (constituidas por lutitas, cuarcitas y conglomerados volcánicos). Estas ventanas tectónicas fueron levantadas por fallas inversas de alto ángulo (de rumbo andino), que las pusieron al nivel de Volcánicos Terciarios (Volcánicos Porculla). **(Ver Figuras 3 y 4).**

2.5. MARCO TECTONOMAGMATICO DEL NORTE DEL PERU

- La zona de estudio se ubica al extremo norte de La Franja de Pórfidos (Cu-Au) y Epitermales Au del norte del Perú.
- Esta franja tiene una extensión de aproximadamente 500 km. en sentido andino (NW).
- Esta franja esta emplazada en la Cordillera Occidental del Perú, esta se ubica al este del Batolito de la Costa (1,600 km de largo y 60 km de ancho, compuesto por tonalitas, sienogranitos y granodioritas de filiación calcoalcalina que se habrían emplazado entre 100 y 55 Ma.). Y hacia el este su límite esta representado por la Cordillera Oriental compuesta por rocas del Paleozoico y Precámbrico conformando un bloque rígido que dio lugar al antepaís de la cuenca y que corresponde a la extensión, al SW, del cratón brasilero.
- Esta franja tiene como basamento (antepais) rocas del Precámbrico Superior y Paleozoicas (Complejo Olmos y Gpo. Salas), sobre estas rocas sedimentario-volcánicas que se extienden desde el Triásico Inferior al Cretácico Superior que conformaron una cuenca extensional de trasarco (compuesta de unidades sedimentarias, volcano-sedimentarias e intrusivas que corresponden a formaciones

tales como Chicama del Jurásico Superior y Gpo. Goyllarisquiza (Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat), compuestas por lutitas, limolitas, pizarras, cuarcitas y calizas.

- Hacia el oeste de las citadas formaciones se intercalan con unidades volcánico-sedimentarias de composición toleítica pertenecientes a la formación Oyotún) y un arco volcánico cuyas raíces se observan en el Batolito de la Costa.
- La cuenca Volcánica Terciaria, se desarrollo por efecto del régimen de subducción (Tipo Mariana) este cambio a una de tipo Andino (durante el Paleoceno inferior).
- Este cambio significó que la extensión dio lugar a una tectónica contraccional que estuvo controlada por aumentos significativos en la velocidad de convergencia de la placa en subducción bajo la placa Sudamericana.
- La deformación producida generó el alzamiento de las rocas del basamento y el engrosamiento de la corteza.
- La deformación produjo fajas plegadas (NW-SE), estas cortadas y deformadas por fallas preexistentes NE-SW.
- Los procesos de subducción se alternaron entre períodos de alta convergencia que favorecieron la deformación de las rocas de la cuenca y períodos durante los cuales la velocidad disminuyó en forma importante. Como consecuencia, durante estos períodos de baja velocidad que coinciden con el ciclo Incaico I (59-55 Ma) en Perú se produce el desarrollo de un intenso volcanismo intermedio asociado a

campos de domos, estratovolcanes y calderas que se depositaron en forma discordante sobre las rocas sedimentario-volcánicas deformadas.

- Los ciclos tectónicos II y IV se asocian a períodos de alta velocidad de convergencia y son responsables de magmatismo intrusivo poco desarrollado durante el ciclo II pero muy importante durante el ciclo IV hasta el ciclo tectónico Quechua II.
- Durante el desarrollo de los ciclos tectónicos Incaico IV y Quechua II, se forman dos estilos de mineralización de edades diferentes. La más temprana corresponde a sistemas porfíricos de Cu-Mo-Au los que se emplazan en las rocas deformadas del Mesozoico. El segundo grupo y más tardío en edad son los yacimientos Epitermales de alta sulfuración que ocurren asociados a los Volcánicas Porculla.

2.6. METALOGENESIS REGIONAL

La “Franja del Norte” del Perú es una de las más ricas en términos de contenidos de metales básicos y preciosos del mundo. Existen un total de 19 sistemas porfíricos y 14 sistemas Epitermales de alta sulfuración que contienen del orden de los 40 millones de toneladas de cobre fino y más de 123 millones de onzas de oro.

La zona de estudio se encuentra comprendida dentro del sector:

- **Sector Norte-La Granja-Río Blanco.-** Con los pórfidos de cobre La Granja (15.3 Ma), Cañariaco (16.5 Ma) y Río Blanco (10.4 Ma), los que suman del orden de 19 millones de toneladas de cobre fino. Este grupo contiene el único yacimiento gigante de cobre que se conoce en la franja y que corresponde a La Granja con 12 millones de toneladas de cobre fino. En este sector no se ha reconocido aún ninguna ocurrencia (Alta Sulfuración) de oro.

2.7. GEOLOGIA ECONOMICA REGIONAL

Las principales ocurrencias minerales en esta zona están asociadas a ventanas tectónicas de la Fm. Tinajones (K inf), las cuales son levantadas por fallas profundas de alto ángulo y son puestas al nivel de Volcánicos Terciarios Ejm: Cañariaco, Jehuamarca y además el conjunto de ocurrencias más pequeñas como Cerro Tablón (Baja Sulfuración), La Huaca (Pórfido), Peña Verde (Pórfido).

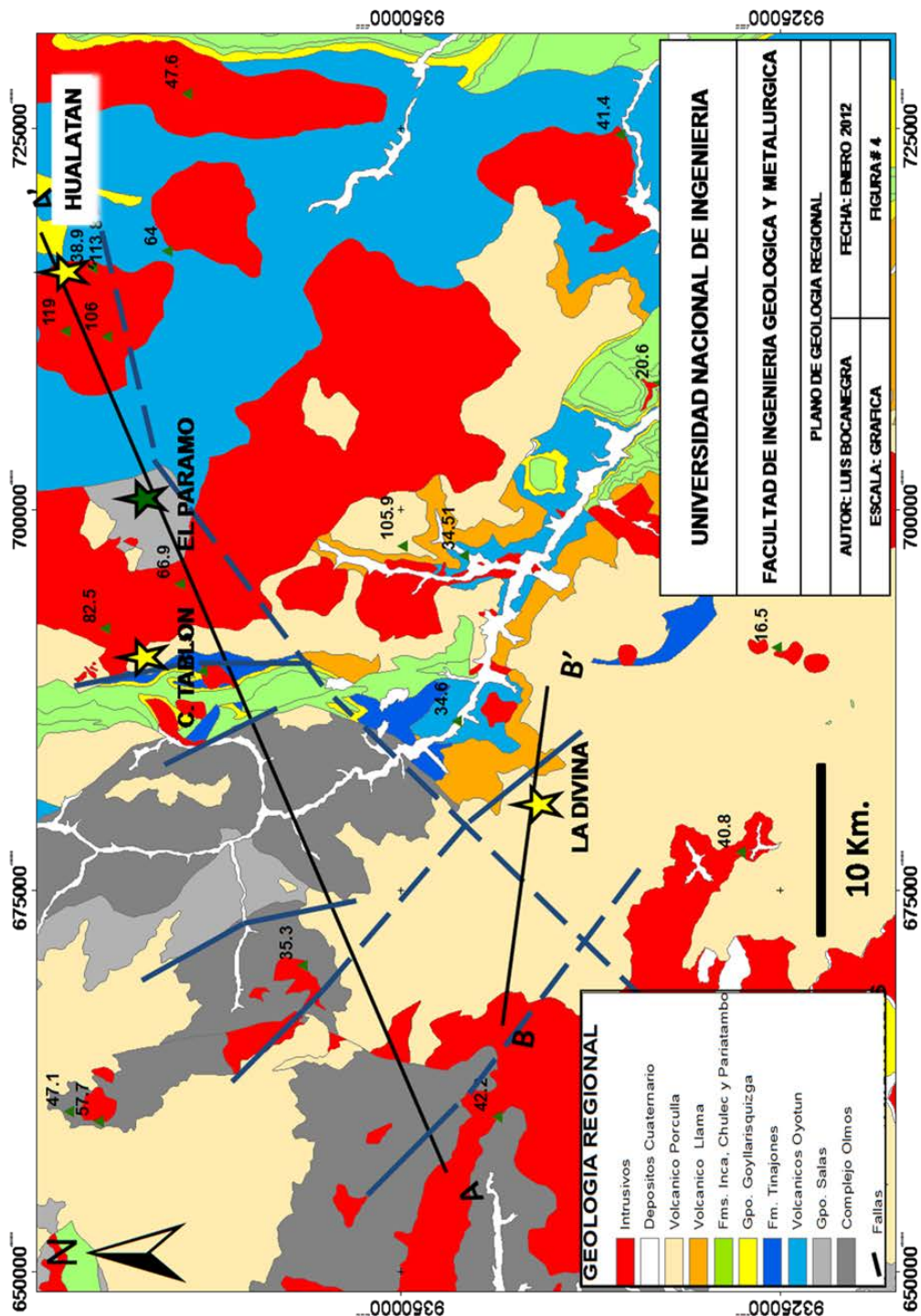


Figura 4: Plano geológico regional con dataciones de MBM (2010).

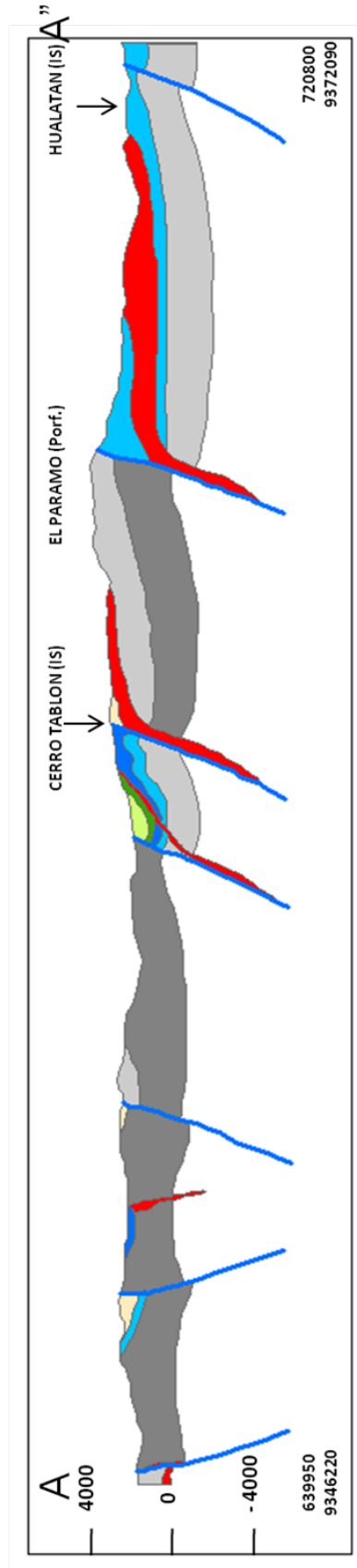


Figura 5: Sección geológica regional MBM (J.C. Castell - L. Bocanegra 2009).

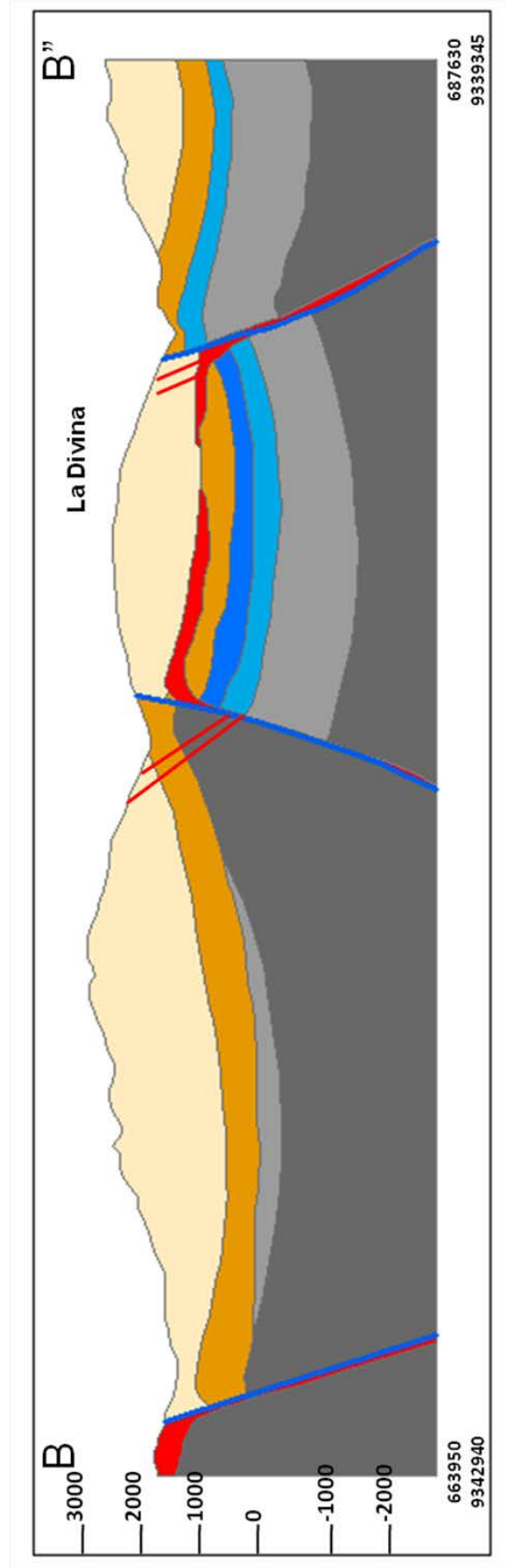


Figura 6: Sección geológica regional MBM (L. Bocanegra 2009).

La zona de estudio, presenta características geológica para prospectar por:

- **Pórfidos de Cu-Mo del Jurasico (Sup.)**.- Hospedadas en Volcánicos Jurasicos (Volcánicos Oyotún). Asociados a estos tenemos ocurrencias como Huaquillas (polimetálico). Se postula que los sistemas de vetas del proyecto Hualatán estén asociados a un sistema Pórfido a profundidad.

Pórfidos (Cu-Mo (Au) del Mioceno.- Edades favorables: Rio Blanco 10.4 m.a. y Cañariaco 16.5 m.a. Estas ocurrencias se emplazan a

- cota 2500 aproximadamente.

Asociados a intrusivos los cuales aprovechan las discordancias angulares entre rocas volcánicas Terciarias y rocas sedimentarias del Cretáceo.

En esta discordancia se emplazan los intrusivos hipabisales terciarios mineralizadores. Ejm: La Huaca (Cu-Mo-Au), Pena Verde (Cu-Au-Ag).

En Cañariaco (Cu-Au) el intrusivo se emplaza en la discordancia entre los Volcánicos Llama y Volcánicos Porculla.

No se descarta la búsqueda bajos las coberturas calcáreas las cuales pueden constituirse en posibles sellos bajos las cuales se podría concentrar la mineralización de interés económico.

El reconocimiento que los sistemas porfiriticos tienden a ocurrir en forma de racimos o clúster se ha probado en Chile y en otras partes como Sur y Norteamérica.

- **Yacimientos Epitermales de Intermedia y Baja Sulfuración (Au-Ag).**-Hospedadas en rocas en rocas volcánicas Terciarias, estas en contacto con rocas sedimentarias del Cretáceo, están asociadas a intrusivos Terciarios . Los tipos de mineralización son vetiformes de Intermedia Sulfuración Ejm: La Divina, Chilihuisa y Jehuamarca.

Además hay sistemas vetiformes de baja sulfuración Ejm: Cerro Tablón hospedado en la discordancia entre los Volcánicos Porculla (25-8 m.a.) y sedimentos Cretácicos, Hualatán hospedado en los Volcánicos Oyotún.

- **Yacimientos Epitermales de Alta Sulfuración.**- Los puntos clave para prospectar por este tipo de depósitos serian los siguientes:
 1. Las rocas hospedantes más favorables son los Volcánicos Porculla (volcánicos ácidos de 25 -8 m.a.), Gpo. Goyarisquizga (Incluye a Fm. Chimú) y Fm. Tinajones.
 2. Intrusivos Intra Volcánicos Porculla (poso reconocidos en el campo).
 3. Variación del ancho de la cuenca volcánica Terciaria, afectado por fallas transversales a los andes (NE-SO).
 4. Zonas con cotas superiores a los 35000. En el campo se reconoció zonas con de rodados con alteración tipo Alta Sulfuración (Pampa Amarilla a acota 2500) los cuales provienen de una sistema erosionado.

No se conoce aún ninguna ocurrencia tipo Alta Sulfuración, en esta área (próxima a la deflexión de Huancabamba).

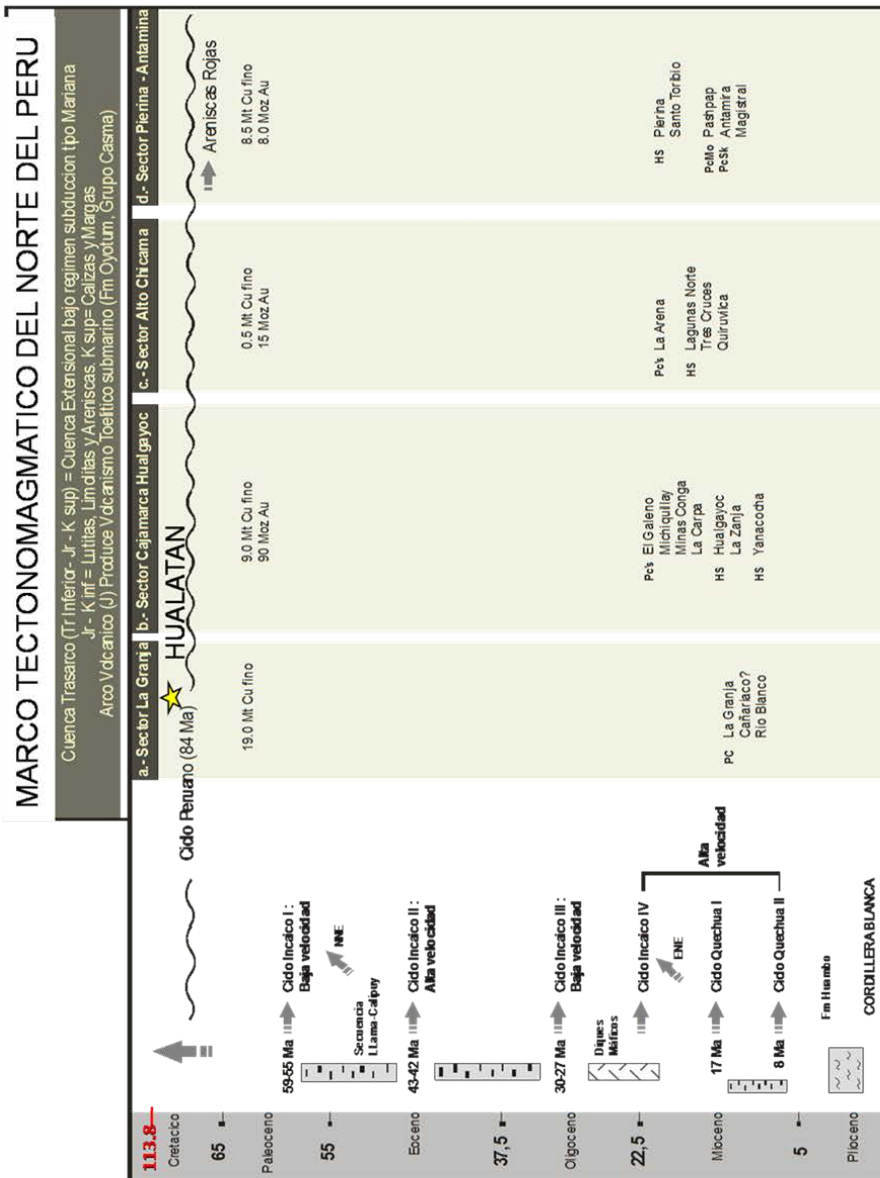


Figura 7: Marco Tectonomagmático del Norte del Perú.

CAPITULO III

GEOLOGIA LOCAL

3.1. GEOMORFOLOGIA

En el área de estudio, se distinguen montañas altas y con laderas de fuerte pendiente empinadas y abruptas, las cuales tienen una orientación NO - SE, están constituidas por rocas intrusivas y volcánicas. Su altitud varía entre los 1600 y 2400 msnm. Presentan una red de drenaje subparalelo a dendrítica y radial alargada, a la vez presentan abundante cobertura vegetal.

Los valles que se observan en el área de estudio en parte siguen paralelas a las estructuras geológicas regionales de rumbo andino y en otros casos corta transversalmente a dichas estructuras.

El Proyecto Hualatán se encuentra dentro del lineamiento N - S en el cinturón volcánico del Jurásico – Cretácico a Cuaternario que se extiende a lo largo de los andes peruanos. A la vez al este de la Cordillera Occidental su morfología se caracteriza por la presencia de montañas y cerros. **(Ver foto 14).**

3.2. LITOLOGIA

En el área de estudio se encuentran rocas volcánicas lavas andesíticas pertenecientes a los volcánicos Oyotún, las cuales se encuentran ampliamente distribuidas como una secuencia de pseudoestratos medianos a

gruesos de derrames lávicos de composición andesítica (estando piritizadas y cloritizadas), tobas de lapilli de composición andesíticas, areniscas tobáceas de (color gris verdoso), tobas de cristales de composición dacíticas (de color violáceo), la roca más común es una toba brechosa de composición andesítica (de color gris violáceo). (Ver Figura 8). En el área de estudio se reconocieron:

Lavas Andesíticas.- Aflora al SO del proyecto, en forma continua en las ambas márgenes del río Huallabamba, como derrames lávicos. Extendiéndose en la margen izquierda desde los niveles del río (cota 1200) hasta las proximidades de la zona de interés (cota 1400). Las rocas son de color verde oscuro, presentan textura porfiriítica, se componen de fenocristales de plagioclasas y hornblendas, la matriz verdosa es afanítica y presenta una alteración propilítica débil. También presentan disseminaciones de pirita. El rumbo promedio de la pseudoestratificación es de N - S y tiene buzamiento promedio de 40° hacia el E.

Sobre esta secuencia yacen todas las secuencias que afloran en la zona de interés del proyecto Hualatán, siendo esta la base de los Volcánicos Oyatún.

Secuencia de Tobas.- Esta secuencia sobreyace a las lavas andesíticas. Se constituyen de tobas de composición dacítica a andesíticas, en la parte inferior de la secuencia se observa un nivel de tobas líticas de composición dacítica (entre las cotas 1400 y 1470), sobre estas yacen tobas de cristales de composición dacítica (entre las cotas 1470 y 1530) y tobas de cenizas

(entre las cotas 1530 y los 1955).

En el extremo N de la zona de interés, se aprecian estas tobas de composición andesítica de color violáceo, predomina una toba brechosa de composición andesítica de color negro azulado (típicas de los volcánicos Oytún) estando estas rocas frescas a partir de una profundidad de 15 m (revisión de sondajes de perforación).

A continuación se pasa a describir cada una de estas secuencias.

- **Toba lítica de composición dacítica.**- Aflora en forma alargada al SO de la zona de interés (en el cerro Antena), sobreyaciendo a las andesitas e infrayaciendo a las tobas de cristales. Presenta una coloración crema con tono rosáceo debido a la pigmentación debido a los Óxidos de fierro. Se aprecian una matriz de ceniza volcánica fina englobando a fragmentos líticos milimétricos (subángulosos a subredondeados) y pequeños ojos de cuarzo.

Presenta una alteración sílice-arcillas, los oxidos de fierro presentes se encuentran en moldes cúbicos de sulfuros oxidados sobre la matriz. El rumbo promedio de los pseudoestratos es de N-S y tiene buzamiento promedio de 8° hacia el Oeste.

- **Toba de cristales de composición dacítica.**- Aflora en forma alargada desde el SO hasta en NE de la zona de interés (en el cerro Antena y cerro Hualatán). Sobreyaciendo a las tobas líticas e infrayaciendo a las tobas de cenizas. Presenta una coloración crema con tono rosáceo debido a la pigmentación debido a los óxidos de

fierro.

- **Toba de cenizas.-** Aflora en forma alargada desde el SO hasta en NE de la zona de interés (en el cerro Antena y cerro Hualatán). Sobreyaciendo a las tobas de cristales. Presenta una coloración crema con tono rosáceo debido a la pigmentación de los óxidos de fierro y algunos moldes lixiviados y oxidados de los sulfuros. Presenta una alteración sílice-arcillas en la zona de contacto con las estructuras y grada a alteración argílica al alejarse lateralmente de las estructuras. El rumbo promedio de los pseudoestratos es de N-S y tiene buzamiento promedio de 10° hacia el Oeste.

Secuencias sedimentarias.- Intercalación de niveles gruesos de areniscas, lutitas y limolitas las cuales afloran en la parte este central y NE del proyecto. Estas secuencia sedimentarias pertenecen al Gpo. Goyarisquizga. **(Ver Foto 14).**

3.3. INTRUSIVOS

Las principales rocas intrusivas que afloran en el área del proyecto, han sido determinadas como: tonalitas – dioritas y granodioritas.

Sus edades de intrusión han sido determinadas por el método K/Ar las edades oscilan entre los 119 ± 6 hasta 47.6 ± 2.4 millones de años, para rocas intrusivas colectadas en San Felipe, Chontali y La Palma. Estas intruyen a la Formación Oyotún.

Tonalita – Diorita (Cretáceo Superior – Terciario Inferior).- Aflora en el extremo Oeste de la zona de estudio, este intrusivo está relacionado a la Tonalita Diorita Rumipite. Se trata de una tonalita gris clara de textura granular, presenta biotitas bien desarrolladas y hornblendas la cual le da una apariencia más porfídica, este Plutón sufre variaciones a una diorita mesócrata.

Granodiorita (Cretáceo Superior) .- Aflora en el extremo Este de la zona de estudio,

Andesita (Terciario Medio).- Se presenta como diques, son escasos y se orientan al NE-SO, cortan a las rocas de la Formación Oyotún.

- **Dique dacítico.**- Aflora en el cerro Antena, corta a las rocas de la formación Oyotún. Presenta alteración sílice - arcillas y localmente presentan venillas de cuarzo. Tiene una orientación NE-SO y buzamiento promedio hacia el SE. Posiblemente esté relacionado a la mineralización.
- **Dique andesítico hornblendico.**- Afloran a lo largo del cerro Antena y Cerro Hualatán cortan a las secuencias de rocas piroclásticas de la formación Oyotún. Presenta un color verde, textura porfírica. Presenta fenocristales de plagioclasas y hornblendas sobre una matriz verdosa porfirítica. Se aprecia una alteración propilítica moderada. Sulfuros diseminados en la matriz óxidos de fierro rellenando moldes cúbicos

corroídos. Aflora con una orientación NO - SE y tiene un promedio de 65° hacia el SO.

- **Dique andesítico hornblendico.-** Afloran a lo largo del cerro Hualatán Norte, cortan a las secuencias de rocas piroclásticas de la formación Oyotún. Presenta un color gris oscuro, textura porfírica de grano muy fino. Presenta fenocristales de plagioclasas y hornblendas sobre una matriz verdosa porfirítica. Se aprecia una alteración propilítica moderada y sericítica débil. Sulfuros diseminados en la matriz óxidos de hierro rellenando moldes cúbicos corroídos. Aflora con una orientación NO –SE, buza aproximadamente 70° hacia el SO.

3.4. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Empleando imágenes satélite, se pueden ubicar y delimitar las estructuras volcánicas circulares y estratovolcanes. Estas estructuras están controladas y /o limitadas por alineamientos mayores, como los corredores estructurales NO - SE y los alineamientos transcurrentes NE - SO, siendo también controladas algunas de estas estructuras por alineamientos N S. Observándose que estas estructuras N - S cortan a las estructuras volcánicas.

En la zona de estudio se observa 2 familias principales de fallas regionales, la familia principal controlada por las estructuras regionales de orientación NO - SE, y otra de fallas transcurrentes de orientación NE-SO y otra de

fallas menores, que a continuación se pasa a describir:

- **Falla Hualatán.-** Esta falla presenta un rumbo de N 30° 0 y un buzamiento de 70° hacia el este (falla normal). Esta falla es el límite entre una zona de fuerte pendiente hacia el Oeste y otra zona que comprende el Valle Hualatán hacia el Este.
- **Falla Cruz Pampa.-** Presenta tramos expuestos en la superficie, aproximadamente paralelos. Esta falla presenta un rumbo de N 30° 0 y un buzamiento de 70° hacia el SO, presenta un comportamiento normal.
- **Falla Norte.-** Esta falla presenta un rumbo E - 0 y un buzamiento de 80° hacia el S y presenta un comportamiento inverso. Esta falla limita el grupo Goyllarisquizga (extremo norte de la zona de interés) y los volcánicos Oyotún (extremo sur).
- **Falla Tabacal. -** Esta falla presenta un rumbo de N 40° E y un buzamiento de 80° hacia el O, presenta un comportamiento inversa, esta falla corta a las antes mencionadas.
- Pequeñas fallas de rumbo promedio de N 40° E, cortan a las fallas Hualatán y Cruz Pampa, probablemente se trate de las fallas tensionales del sistema principal de fallas.

Entre las fallas Hualatán y Tabacal de rumbo andino, se ubica la zona de mineralización, se podría afirmar que en este sistema (NO-SE) de fallas se emplaza la mineralización a nivel local.

Las fallas Hualatán, Norte y Tabacal forman una zona triangular en la cual se encuentra asociada a la mineralización a nivel distrital.

El sistema de fallas de orientación NO - SE, se caracterizan por ser fallas normales, las cuales presentan un buzamiento promedio de 75° hacia el SO.

(Ver Figura 8).

3.5. ESTRUCTURAS VOLCANICAS MENORES

En el extremo norte del cerro Hualatán aflora un domo de composición andesítica, el cual presenta morfología almohadillada y se encuentra cerca al contacto entre los Volcánicos Oytún y las areniscas del Grupo Goyllarisquizga y limitada por fallas menores de rumbo NO - SE y NE- SO.

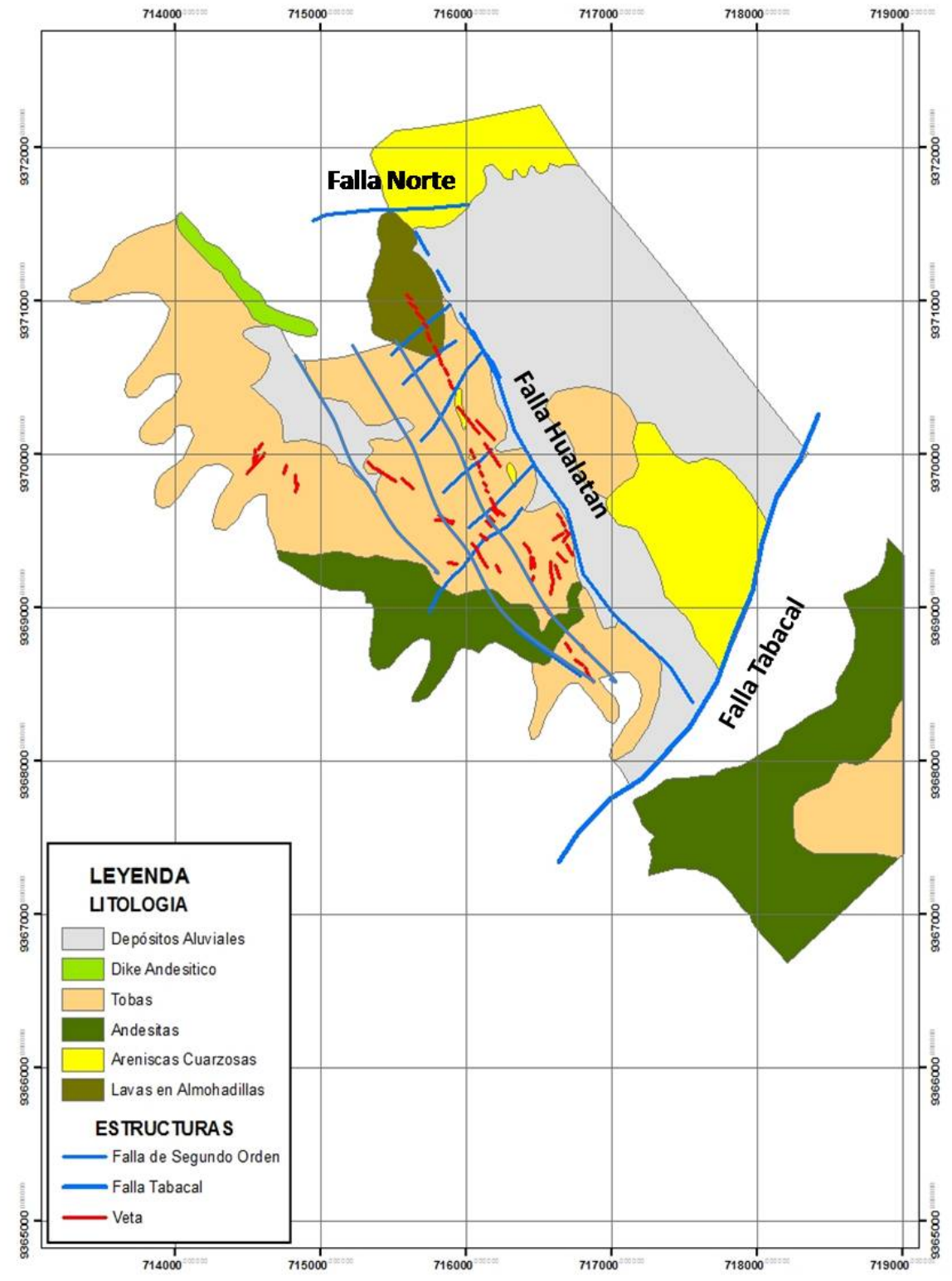


Figura 9: Geología local del proyecto Hualatán.

IV ALTERACIONES Y MINERALIZACION

4.1. ALTERACIONES

El mejor indicador de ambientes fisicoquímicos en yacimientos de origen hidrotermal son la alteración de la roca caja que muestra una estrecha relación con la distribución zonal de los minerales.

El proyecto Hualatán tiene una considerable zona de alteración hidrotermal, donde podemos encontrar diferentes ensambles y tipos de alteración asociadas a un conjunto de vetas que están distribuidas en un área de, 3 km de largo por 1 km. de ancho, el cual sigue el rumbo de las estructuras NO - SE.

Los grados de alteración varían de intensa a débil, las alteraciones sufren variaciones y/o cambios tanto horizontales (halos de alteración paralelos a las paredes de las estructuras mineralizadas) y presentan cambios en distancia cortas, como verticales. Las variaciones son en grados y tipos de alteración. Las alteraciones afectan más a la secuencia piroclástica presente en el proyecto, en menor intensidad a las secuencias y diques andesíticos presentes. En el proyecto también se observa una zona de alteración supérgena la cual llega a alcanzar una extensión de 2.5 km².

4.1.1. ALTERACIONES HIDROTERMALES

Las anomalías de color determinadas en el campo, corresponden a zonas con alteración hidrotermal, las cuales están controladas por las estructuras regionales con dirección NO - SE.

Así tenemos que las alteraciones existentes en cerro Antena y cerro Hualatán estén controladas por estructuras de rumbo NO — SE

Macroscópicamente en el campo se puede reconocer y clasificar en una forma práctica las alteraciones basándose en las cantidades de sílice o arcillas que contengan estas alteraciones. Generalmente la alteración presenta un cambio lateral en las roca caja, siguiendo la siguiente secuencia, partiendo de las estructuras y alejándose lateralmente de estas se dan las siguientes alteraciones:

SILICIFICACIÓN	SILICE-SERICITA	ARGILICO	PROPILITICO	ROCA FRESCA

Sin embargo gracias a la ayuda del PIMA (Analizador infrarrojo de minerales portátil), se analizo mejor los ensambles de minerales de alteración, teniendo como resultados los ensambles típicos de un “Yacimiento Epitermal de Baja Sulfuración”. Las alteraciones hidrotermales reconocidas y diferenciadas en el proyecto Hualatán son: silicificación (en vetas como sílice masiva y sílice crustiforme), sílice granular (muy restringida en pequeñas zonas dentro de las vetas), argílica y propilítica.

- **SILICIFICACION.-** Las estructuras mineralizadas están constituidas de cuarzo lechoso masivo, cuarzo crustiforme y sílice granular en menor proporción. En algunos sectores se reconoció un pseudomorfismo de calcita reemplazada por sílice hidrotermal (calcita con textura "lattice") y microbrechas en la que los microfragmentos también están englobados por sílice hidrotermal. La roca caja colindante con las estructuras mineralizadas presenta una silicificación de moderada a débil, esto se da como un halo de 50 cm. en forma lateral a las estructuras. En algunos sectores presentan pirita diseminada y en otros óxidos de fierro rellenando moldes de pirita oxidadas y en fracturas. Estas estructuras silicificadas se prolongan hasta unos 200 m. de profundidad la cual fue reconocida a través de sondajes de perforación.
- **SILICE - SERICITA.-** Se encuentra como un halo envolvente (30 cm.) a la zona, se presenta el ensamble illita, muscovita y cuarzo, el cual fue determinado gracias al PIMA. Esta alteración también se prolonga hasta unos 100 m. de profundidad, la cual fue reconocida a través de sondajes de perforación.
- **ARGILICA.-** Se encuentra como un halo envolvente (varios metros) al halo de alteración argílico, presenta el ensamble cuarzo, illita y esmectita, el cual fue determinado gracias al PIMA. Se presenta en superficie con una intensidad de intensa a moderada. Esta alteración

también se prolonga a profundidad, disminuyendo en intensidad a medida que se profundiza, la cual fue reconocida a través de sondajes de perforación.

- **PROPILITICA.-** Se encuentra como un halo envolvente (varios metros) al halo de alteración argílica, presenta el ensamble cuarzo, clorita, esmectita y carbonatos, el cual fue determinado gracias al PIMA. Se presenta en superficie con una intensidad de intensa a moderada. Esta alteración también se prolonga a profundidad, disminuyendo en intensidad a medida que se profundiza, la cual fue reconocida a través de sondajes de perforación.

Las alteraciones silicificación, sílice-sericita y argílica se presentan en la secuencia de piroclastos, debido a que estas rocas son más permeables y porosas lo cual permite la circulación de los fluidos de alteración. En menor proporción alteran a las andesitas, debido a que esta roca es poco porosa y poco permeable, no permitiendo la libre circulación de los fluidos, solo llegándose a alterar en forma de halos (centimétricos) paralelos a las estructuras que actúan como conductos de éstos flúidos hidrotermales. **(Ver en Anexos mosaico de muestras de mano).**

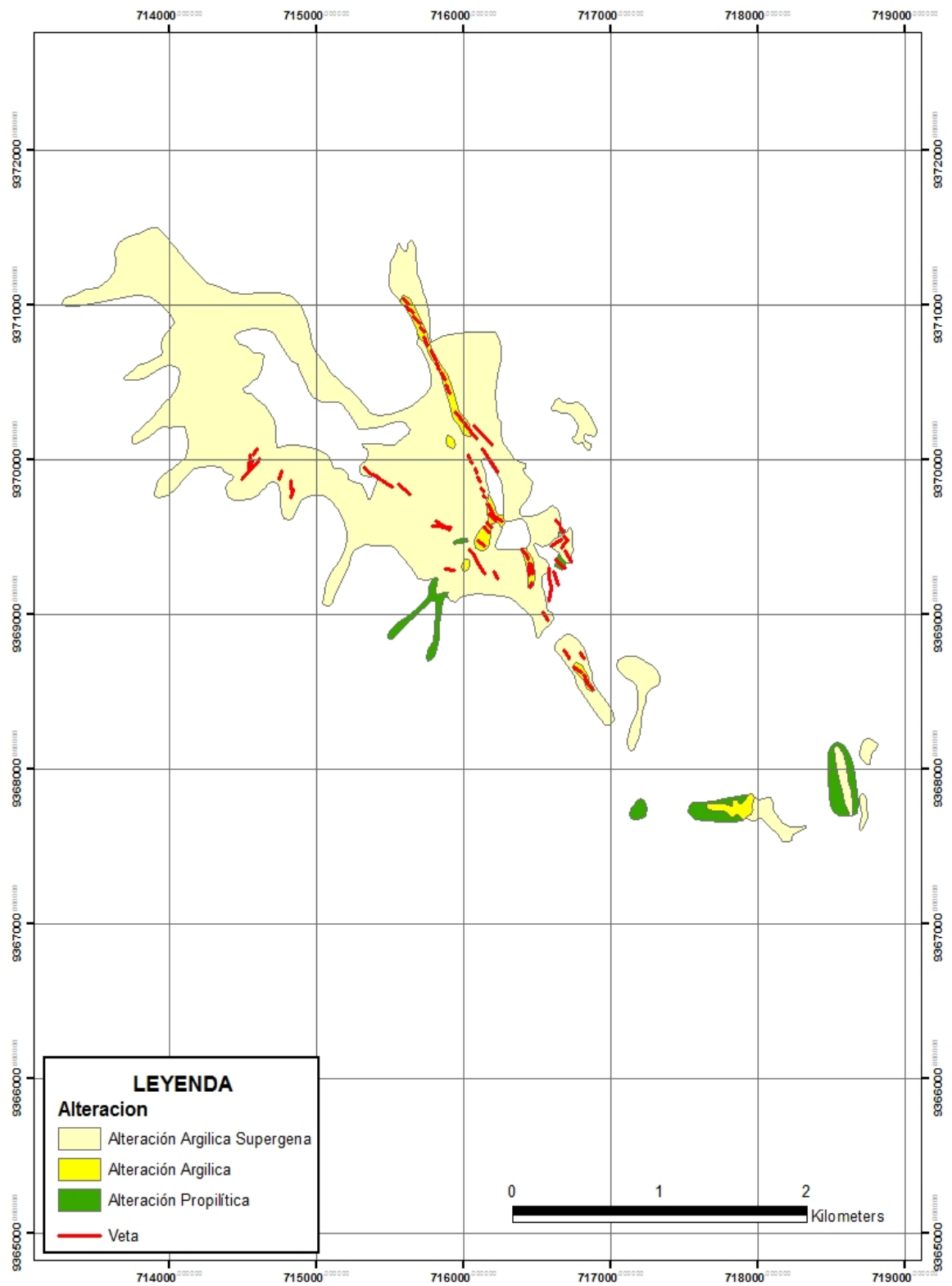


Figura 10: Alteraciones hidrotermales del proyecto Hualatán.

4.1.2. ALTERACIONES SUPERGENAS

Esta alteración es causada por los agentes meteóricos, la cual se manifiesta en el área de interés. Y la anomalía (color crema, con tono rojizo) es debido a la pigmentación de los Óxidos de hierro). La zona que presenta alteración supérgena, reporta el ensamble esmectita e illita (trazas), estas arcillas son de baja temperatura. Esto debido a que las plagioclasas y feldespatos, de las tobas que predominan en la zona se alteran a arcillas.

Las zonas de arcillas supérgenas, presentan bajorrelieve y están cubiertas en gran parte por vegetación. Los óxidos se han formado a partir de pirita, máficos, entre otros. La oxidación supérgena alcanza una profundidad aproximadamente de 15 m, aprovechando el grado de fracturamiento, la porosidad de la roca y la filtración de las aguas meteóricas. Esto es observado en los sondajes de perforación.

Entre los principales óxidos tenemos limonitas y hematitas, en algunas zonas muy restringidas se encontró jarosita relleno de oquedades.

4.2. MINERALIZACION

El estilo de mineralización que se presenta es vetas de cuarzo, las cuales solo afectan a las rocas volcánicas.

- Vetas de sílice bandeada y crustiforme (1 a 2 m de potencia), esta presenta vetillas de goethita y limonitas en la roca caja argilizada.
- En algunas zonas se observa vetas con textura Calcita "Lattice" (seudomorfo sílice con el habito de la calcita) asociada a limonitas pulverulentas.

- La roca caja argílica también presenta "boxwork" a partir de pirita oxidada, además pirita diseminada.
- La zona de oxidación supérgena a partir de la superficie llega a unos 30 m.
- También se identificó macroscópicamente trazas de galena y esfalerita.

La mineralización en Hualatán es predominantemente aurífera acompañada con bajos valores de plata y cobre. Este yacimiento constituido principalmente por vetas de origen hidrotermal. El oro se encuentra encapsulado en la pirita y calcopirita, en superficie el oro se encuentra asociado a la limonita, goethita y hematita, producto de la oxidación de los sulfuros.

4.2.1. CONTROLES DE MINERALIZACIÓN

Gracias a los diversos estudios realizados, se han establecido los siguientes controles para la mineralización.

Control tectónico-estructural.- Está directamente relacionado con los alineamientos mayores NO-SE, los cuales hacia el norte sufren un cambio en su rumbo a NE-SO. También hay la presencia de fallas menores de rumbo aproximado N60°E, las cuales cortan a las vetas. Las direcciones preferenciales con mineralización son N 25°- 30°O.

Control Litológico.- la mineralización se encuentra hospedada en

crestones como vetas de cuarzo masivo y crustiforme, las cuales atraviesan secuencias de flujos lávicos andesíticos, tobas líticas andesíticas y una tobas de cenizas en la parte superior.

Posiblemente la fuente de la mineralización esté relacionado a un intrusivo tonalita-diorita (el cual aflora a 3.5 km al O del proyecto) y a diques andesíticos (paralelos a las estructuras mineralizadas) los cuales afloran en el extremo norte del proyecto.

En los niveles inferiores probablemente estas estructuras tengan un control predominantemente estructural aprovechando la rigidez de los niveles de lavas andesíticas en las cuales las fracturas son más homogéneas y definidas. En la parte superior presentan un control estructural y en menor proporción debido a que los niveles de secuencias piroclásticas presentan una mayor porosidad y permeabilidad por eso en algunas zonas la roca caja adyacente presenta valores anómalos de oro.

Control Mineralógico.- En superficie se puede observar los afloramientos de las vetas que presentan principalmente cuarzo, limonita, hematita y goetita (estos asociados a oro libre). Mientras que a profundidad se mantiene la misma mineralogía con la salvedad que predominan los sulfuros como pirita, calcopirita y galena. Los estudios mineragráficos nos indican que el oro está asociado a la pirita y calcopirita, mientras que la plata esta más asociado a la galena.

4.3. FORMA DEL YACIMIENTO

La orientación de las estructuras mineralizadas en el proyecto es de N 30° O, en un área de 1.5 km de longitud (con rumbo andino) y 0.3 km de ancho. Estas estructuras afloran longitudinalmente por algunas decenas de metros, pero en su mayoría están cubiertas. Estas estructuras presentan un rumbo promedio de N 20° a 40° O y un buzamiento promedio de 70° hacia el SO.

Estas estructuras por información de sondajes de perforación llegan a profundizar aproximadamente 300 m. Para definir la forma del yacimiento pasaremos a describir las principales estructuras mineralizadas.

4.4. DIMENSIONES DEL YACIMIENTO

La mayoría de las vetas afloran sobre las líneas de cumbre de los cerros en el área de interés del prospecto. En la zona de estudio se determinaron tres familias principales de vetas, estas son:

SISTEMA ANTENA.- Presenta 2 estructuras una mayor de 220 m. con rumbo promedio de N 30° O con una potencia que varía de 1 a 2 m. Y otra estructura menor que se encuentran cubiertas en la mayor parte. Este sistema presenta un buzamiento promedio de 60° hacia el SO.

SISTEMA HUALATAN CENTRO.- Presenta una estructura principal con rumbo N 30° O, con potencia promedio de 2 m. esta veta se extiende a lo largo de unos 300 m., los cuales se encuentran cubiertas en varios tramos y también presentan algunos pequeños ramales paralelos. Este sistema presenta un buzamiento promedio de 70° hacia el SO.

SISTEMA HUALATAN NORTE.- Presenta 3 estructuras considerables y pequeños ramales paralelos a éstas, con rumbo promedio de N 45 0 y longitudes entre 100 y 150 m., éstas vetas presentan potencias que varían entre 1 a 2 m. Este sistema presenta un buzamiento promedio de 70° hacia el SO.

CAPITULO V

PROSPECCION

5.1. PROSPECCION GEOQUIMICA SUPERFICIAL

A nivel distrital varias empresas realizaron trabajos geológicos y muestreos, entre los cuales tenemos:

COMPANÍA	PROSPECCIÓN	TIPOS DE MUESTREO
JICA	Regional	Stream sediments y rocas
ABX EXPLORACIONES	Local	Rocas
NEWMONT	Local	Stream sediments y rocas.
ANGLOGOLD	Local	Rocas

Cuadro 2: Antecedentes de trabajos de otras empresas en el proyecto Hualatán.

La prospección geoquímica se basó principalmente en el muestreo de las estructuras mineralizadas y la roca caja alterada adyacente a estas. El tipo de muestreo fue sistemático de canales transversales a las estructuras. El total de muestras analizadas son 438 muestras. Estas muestras fueron analizadas por Au, Ag, As, Sb, Hg, Cu y Pb.

5.1.1. TIPO DE PROSPECCION GEOQUIMICA

Los muestreos se enfocaron en las principales zonas de interés, yeta Antena, Hualatán Central y Hualatán Norte. Los muestreos más óptimos en este tipo de mineralización son: **Muestreo de canales.**- Estos canales son transversales a las vetas, los cuales tienen las siguientes medidas 1m (largo) x 0.2m (ancho) x 0.1m (profundidad).

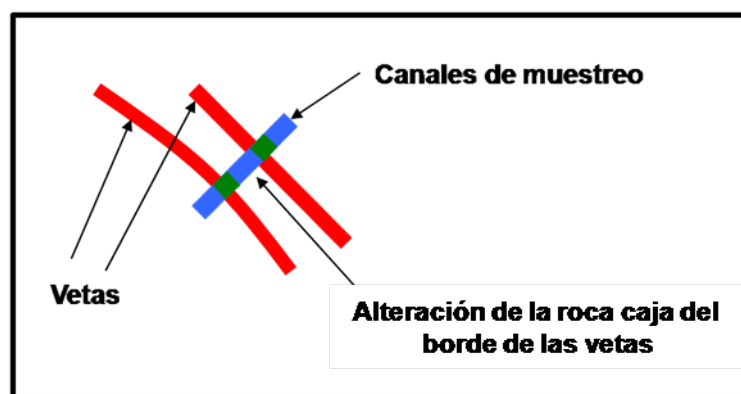


Figura 8: Muestreo de canales en vetas.

- **Muestreo selectivo.**- Se utiliza cuando se tiene características muy particulares, tanto en vetas, brechas, zonas muy fracturadas, estructuras con abundante óxidos en moldes de sulfuros (boxwork). Ayuda a identificar los controles mineralógicos de la mineralización.

5.1.2. METODOLOGIA DE MUESTREO GEOQUIMICO-UNI

Se recolecto 438 muestras de las vetas y roca caja alterada, a continuación se detalla la metodología del muestreo.

Se tomaron 438 muestras de canales transversales a las estructuras silíceas, para cuales se siguió el siguiente procedimiento:

- Identificación de sistemas de estructuras silíceas (vetas).
- Trincheras transversales a las vetas de 0.5 m para poder seguir las vetas y determinar sus potencias.
- Toma de muestras, canales de 1m de longitud, 0.2 de ancho y de 0.1 m de profundidad.
- Las esquirlas de las muestras deben ser lo más limpias posibles, no deben tener contaminación de plantas, suelo.
- Muestras de aproximadamente 3 kg.
- Etiquetado de muestras en el campo.
- Llenado de datos de campo de cada muestra en los tarjeteros de muestreo.
- Embalaje de muestras en bolsas plásticas.
- Envió al laboratorio para su análisis.
- Análisis de resultados de laboratorio.

5.1.3. RESULTADOS GEOQUIMICOS

El objetivo principal de nuestro estudio en el proyecto Hualatán es determinar su potencial aurífero, para lo cual se tiene resultados de 360 muestras de canales de los cuales solo se cuenta con resultado de Au, éstas muestras fueron tomadas por geólogos UNI (Septiembre, 2001).

Nº MUESTRAS	RANGO DE VALORES DE ORO EN PPB	PORCENTAJE (%)
62	0 <= Au < 100	17.22
181	100 <= Au < 500	50.28
36	500 <= Au < 1,000	10.00
61	1,000 <= Au < 5,000	16.94
14	5,000 <= Au < 10,000	3.89
6	10,000 <= Au < 300,000	1.67
360		100

Cuadro 3: Rangos de los valores de las leyes de Au y sus porcentajes asociados.

5.1.3.1. RESULTADOS DE MUESTRAS DE ROCAS (UNI)

De la base total de muestras tomadas por personal de la UNI, las cuales solo fueron analizadas por Au, se filtro los resultados de las 2 principales zonas. Los principales resultados se muestran en los siguientes cuadros.

VETA ANTENA – EXTREMO SUR

- LONGITUD: 16 m
- ANCHO : 3.2 m

- LEY PROMEDIO = 5.86 gr/ Tn
- POTENCIA PROMEDIO = 2 m
- PESO ESPECIFICO DEL MINERAL = 2.80 gr/cm³
- TONELAJE = 286.72 Tn

MUESTRA	PPB(Au)	LEY (gr/Tn)	POTENCIA	LEY*POTENCIA
52	7155.00	7.16	2.00	14.31
62	1713.00	1.71	2.00	3.43
63	5767.00	5.77	2.00	11.53
64	8803.00	8.80	2.00	17.61

Cuadro 4: Resultados de la Zona Veta Antena.

VETAS HUALATAN NORTE

- LONG: 64 m
- H : 12.8 m
- LEY PROMEDIO = 3.87 gr/Tn
- POTENCIA PROMEDIO = 1.70 m
- PESO ESPECIFICO DEL MINERAL = 2.80 gr/cm³
- TONELAJE = 3899.4 Tn

MUESTRA	PPB(Au)	LEY (gr/Tn)	POTENCIA	LEY*POTENCIA
270	20 000	20.00	1.00	20.00
271	2359.00	2.36	2.00	4.72
272	444.00	0.44	1.00	0.44
273	885.00	0.89	1.60	1.42
274	4710.00	4.71	2.00	9.42

275	5677.00	5.68	2.00	11.35
276	3688.00	3.69	2.00	7.38
277	68.00	0.97	2.00	1.94
278	1051.00	1.05	2.00	2.10
279	2359.00	2.36	2.00	4.72
280	3104.00	3.10	2.00	6.21
281	1648.00	1.65	2.00	3.30
282	1135.00	1.14	1.60	1.82
283	2450.00	2.45	1.00	2.45
284	13045.00	13.05	2.00	26.09
285	2000.00	2.00	1.00	2.00

Cuadro 5: Resultados de la Zona de vetas Hualatán Norte.

De acuerdo a los resultados alcanzados por el Laboratorio de Geoquímica de la Facultad, el valor máximo es de 254 gr-Au/M (Muestra N° 197), el promedio y otro datos se detallan en el cuadro siguiente cuadro.

PROMEDIO	1807.19 ppb Au
MEDIANA	294.00 ppb Au
MEDIA	107.71 ppb Au
MODA	316.00 ppb Au
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	13627.74 ppb Au

Cuadro 6: Parámetros geoestadísticos de muestras UNI.

Basándose en los resultados de las muestras recolectadas sistemáticamente en las vetas mencionadas anteriormente, se ha determinado 3 zonas (panel 1, panel 2 y panel 3) con una considerable

continuidad en las leyes de Oro, por lo cual se ha visto la necesidad de realizar el cálculo de recurso para dichas áreas, siendo las longitudes de afloramiento 50 m, 60 m y 20 m respectivamente, además se ha considerado una profundidad equivalente a la quinta parte de la longitud respectiva. A continuación se detallan los cálculos de dichos paneles:

PANEL	VETA	ZONA	LEY PROMEDIO	POTENCIA PROMEDIO	TONELAJE
1	Antena	Norte	2.6 gr-Au/TM	1.8 m	2520 TM
2	Hualatán Norte	Centro	3.8 gr-Au/TM	1.7 m	3427 TM
3	Hualatán Norte	Norte	3.5 gr-Au/TM	1.9 m	425 TM

Cuadro 7: Calculo de tonelaje con su ley promedio de las zonas muestreadas.

Analizando las muestras en su conjunto vemos que los valores de oro mayor a 1000 ppb (1 gr/Tn) se presentan en poco porcentaje, lo que nos lleva a pensar que se tratan de clavos mineralizados.

5.1.3.2. RESULTADOS DE MUESTRAS EXTERNAS

Se cuenta con una base de datos de muestras de canales con un total de 438 muestras, a los cuales se les calculo sus parámetros geoestadísticos con la finalidad de plotear los planos geoquímicos de los 7 elementos los cuales son : Au, Hg, As, Sb, Pb, Ag y Cu.

	Au_ppb	As_ppm	Cu_ppm	Sb_ppm	Pb_ppm	Hg_ppm	Ag_ppm
Máximo	17500.0	5210.0	967.0	451.0	10000.0	7730.0	88.0
BG=Media	1008.69	128.30	75.21	37.57	284.54	125.67	7.13
Desv. Std.	2218.94	292.03	102.93	47.54	773.65	618.88	10.48
2(Desv.Std)	4437.88	584.07	205.86	95.08	1547.30	1237.76	20.97
Anomalía (BG+2*Desv.Std)	5446.56	712.37	281.07	132.64	1831.84	1363.43	28.10

Cuadro 8: Parámetros geoestadísticos de muestras de canales.

5.1.4. CORRELACION GEOQUIMICA DE MUESTRAS DE ROCAS

El coeficiente de correlación más ampliamente empleado es el de Pearson (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) (Pearson 1896, apud. Stigler, 2008), también conocido como de correlación lineal, el cual determina hasta donde los valores de ambas variables son proporcionales entre ellos. El valor del coeficiente no depende de la unidad de medida. En este caso a proporcional se refiere a proporcionalidad constante lo que significa relacionados linealmente. El coeficiente toma valores en el intervalo [-1; 1], correspondiendo +1 a una correlación lineal perfecta con pendiente positiva, -1 a una perfecta pero con pendiente negativa y 0 indica la ausencia total de

correlación lineal. El coeficiente de Pearson es una herramienta estadística paramétrica, por lo que la falta de normalidad o la presencia de outliers en los datos puede quitarle potencia a sus resultados.

A partir de los resultados de muestras externas se confecciono la tabla de correlaciones siguiente.

	<i>Au_ppb</i>	<i>As_ppm</i>	<i>Cu_ppm</i>	<i>Sb_ppm</i>	<i>Pb_ppm</i>	<i>Hg_ppm</i>	<i>Ag_ppm</i>
<i>Au_ppb</i>	1.00						
<i>As_ppm</i>	0.08	1.00					
<i>Cu_ppm</i>	-0.03	0.00	1.00				
<i>Sb_ppm</i>	0.17	0.50	-0.02	1.00			
<i>Pb_ppm</i>	-0.06	0.15	0.44	0.23	1.00		
<i>Hg_ppm</i>	-0.01	0.01	0.17	0.21	0.31	1.00	
<i>Ag_ppm</i>	0.16	0.15	0.06	0.59	0.23	0.19	1.00

Cuadro 9: Correlaciones de Pearson.

- La Ag y Sb presentan una correlación moderadamente buena (0.59).
- El As y Sb presentan una correlación moderadamente buena (0.5).
- El Cu y Pb presentan una correlación baja (0.44).
- El Pb y Hg presentan una correlación baja (0.31).
- El Pb y Ag presentan una correlación baja (0.23), esto podría deberse a la galena argentífera identificada mineragráficamente.

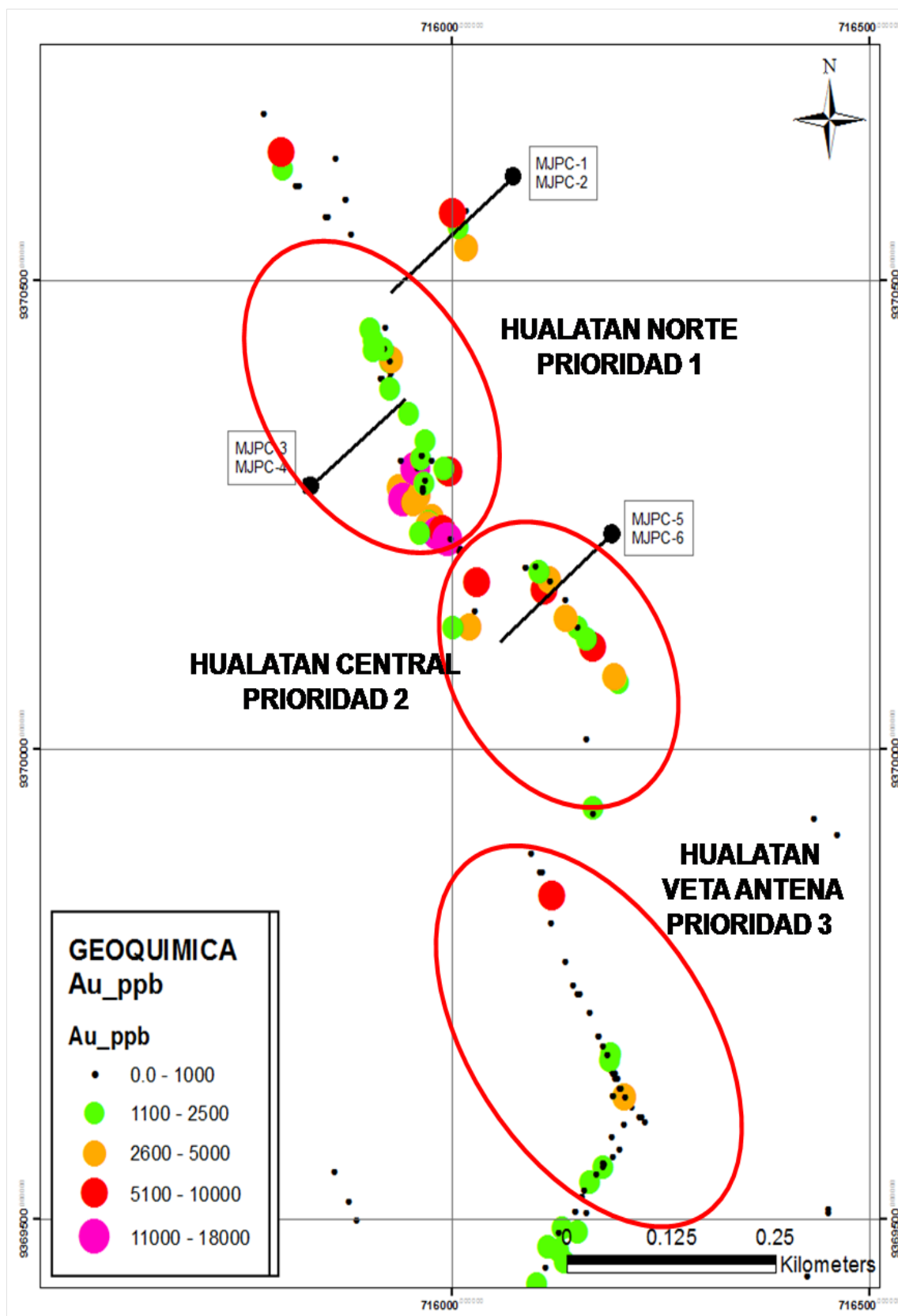


Figura 11: Plano geoquímico del Au.

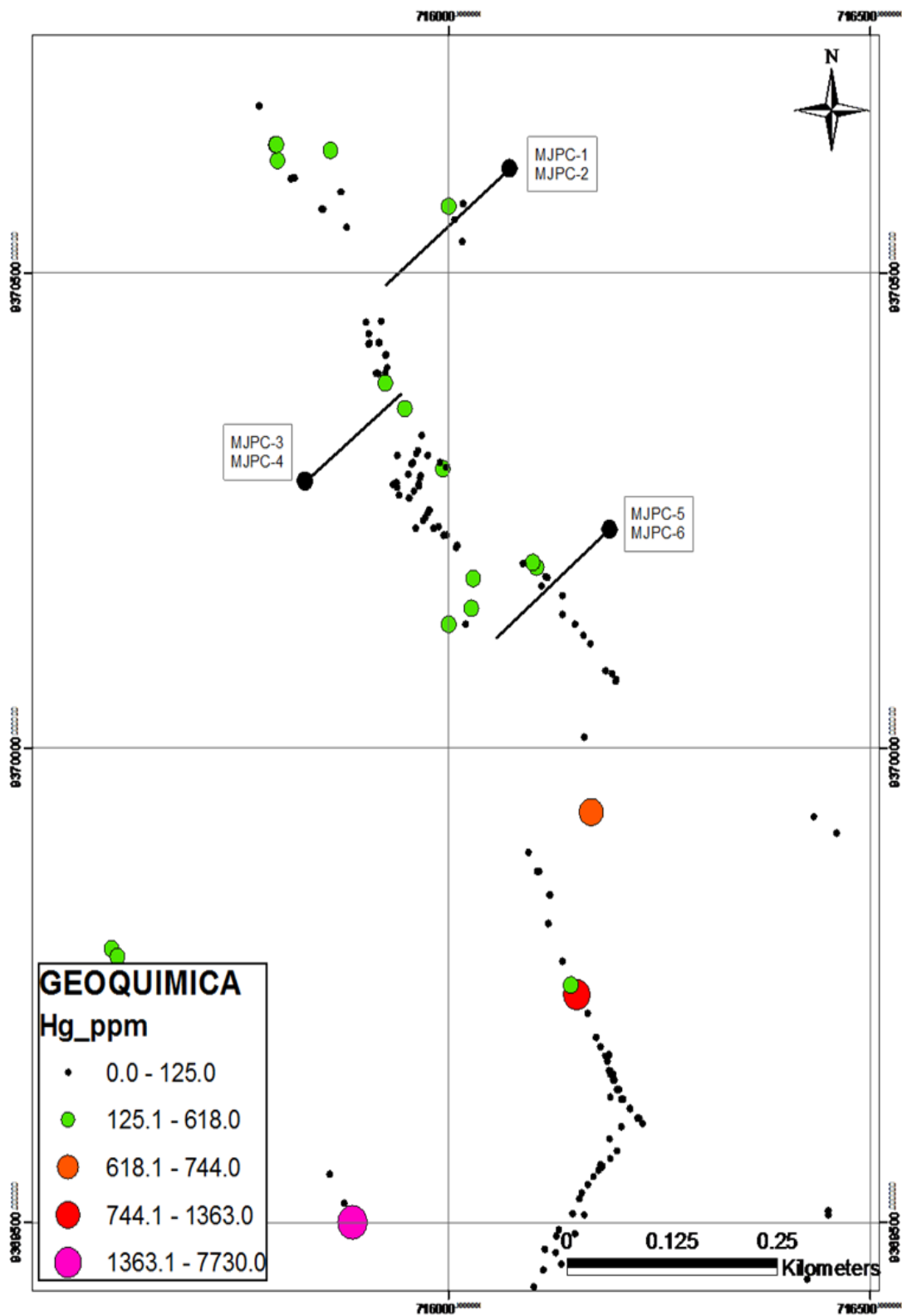


Figura 12: Plano geoquímico del Hg.

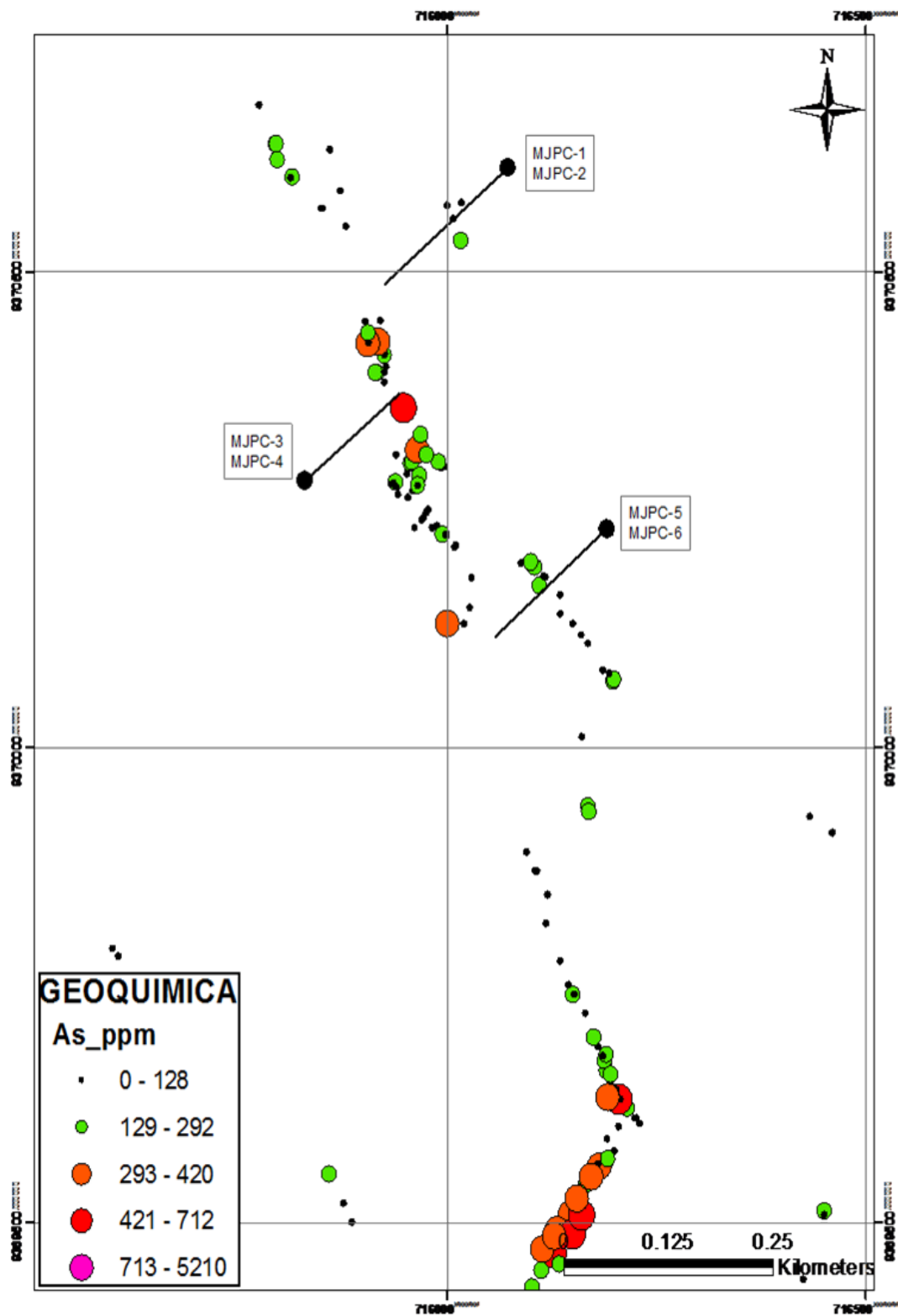


Figura 13: Plano geoquímico del As.

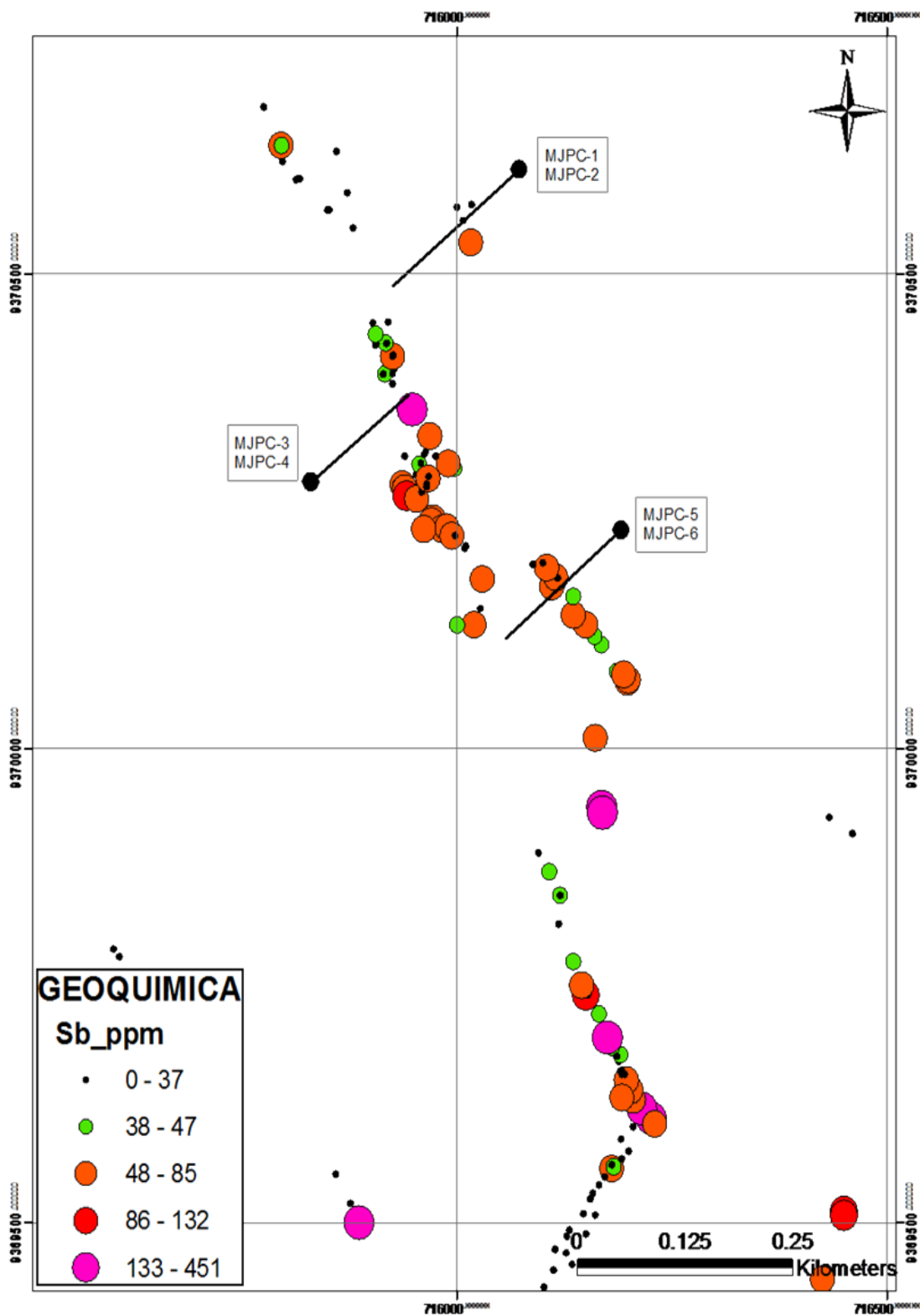


Figura 14: Plano geoquímico del Sb.

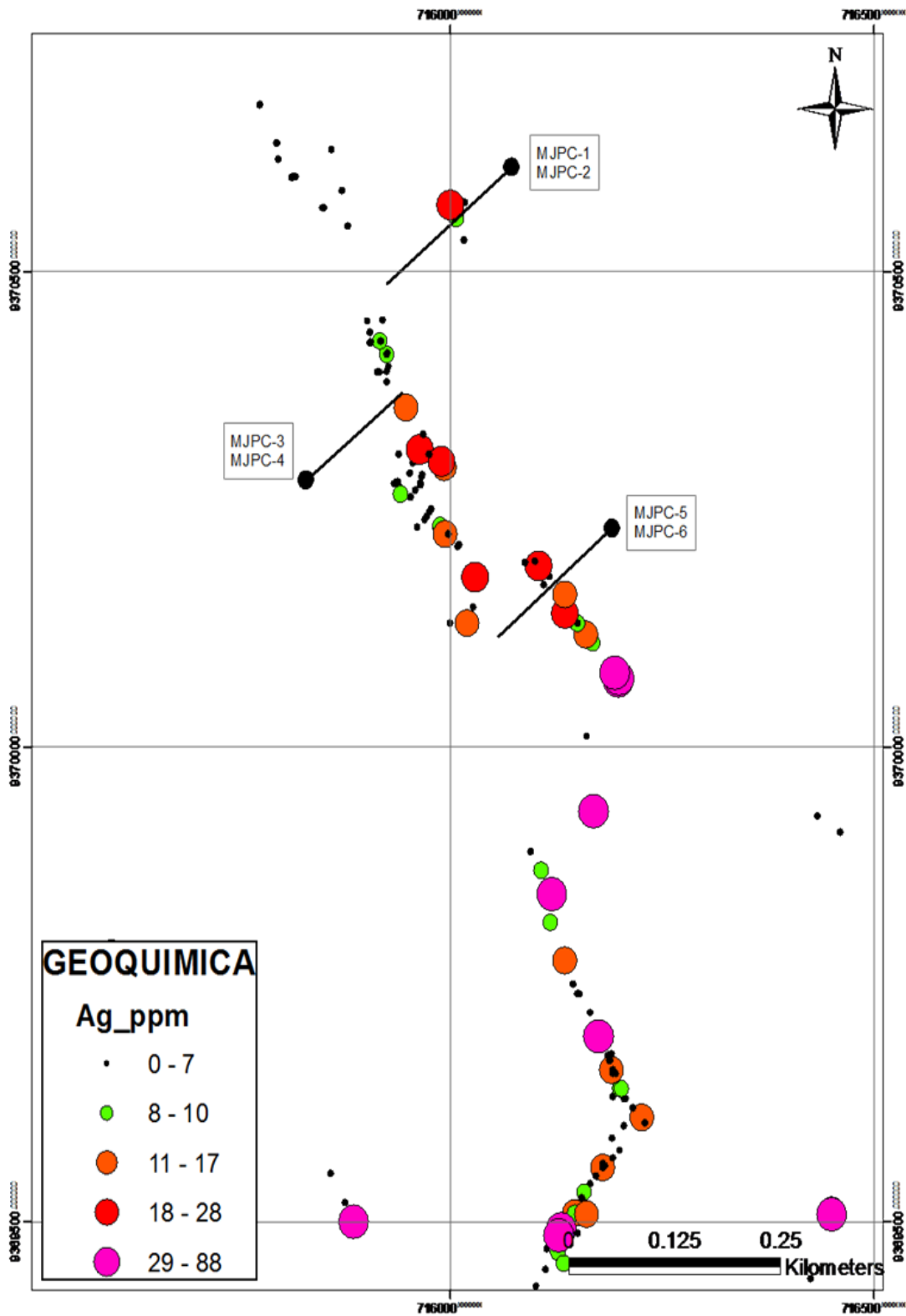


Figura 15: Plano geoquímico de la Ag.

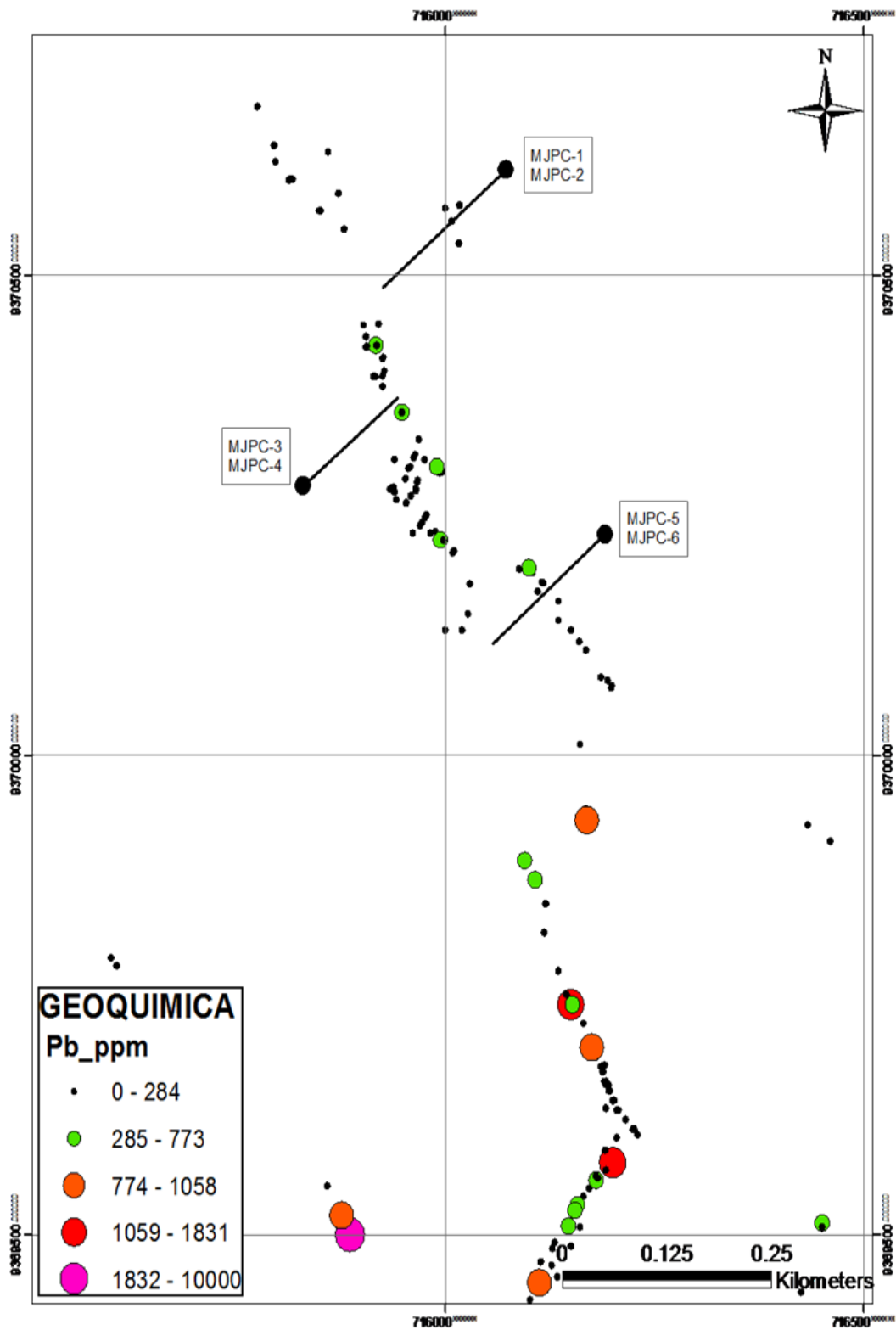


Figura 16: Plano geoquímico del Pb.

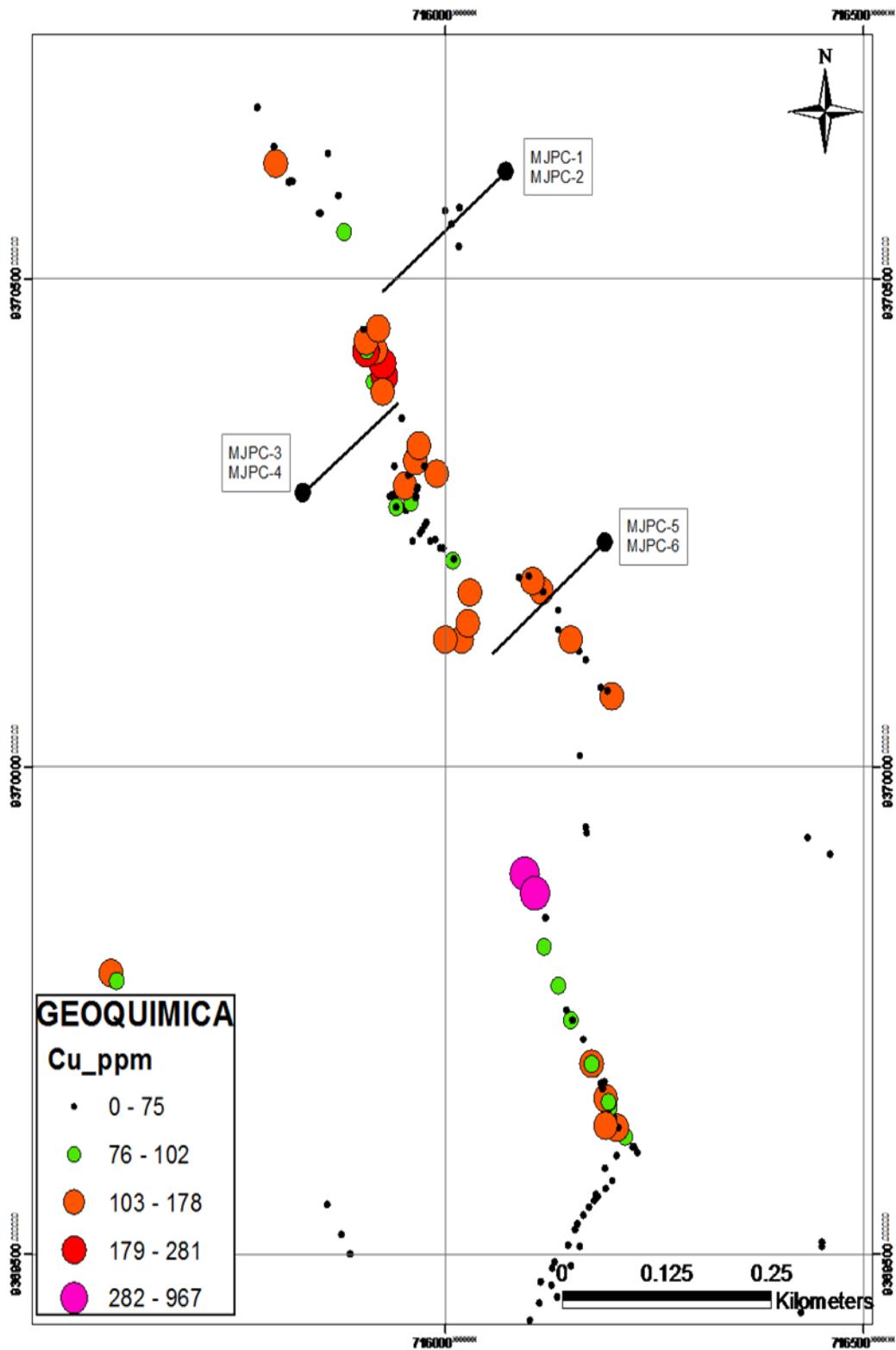


Figura 17: Plano geoquímico del Cu.

5.2. PERFORACION DIAMANTINA

5.2.1. Ubicación de plataformas

Anteriormente la compañía JICA, planifico hacer 8 taladros en la zona de interés pero solo llevo a efectuar 6 taladros de perforación, cuyos datos son:

Taladro	Norte	Este	Cota	Longitud	Inclinación	Azimut
MJPC-1	9370609	716071	1822.55	150	-15	230
MJPC-2	9370610	716073	1822.11	250	-40	230
MJPC-3	9370278	715829	1947.36	221.16	-50	50
MJPC-4	9370277	715828	1947.26	310	-70	50
MJPC-5	9370233	716190	1744.53	170.5	-15	230
MJPC-6	9370234	716191	1773.60	230.85	-40	230

Cuadro 10: Sondajes diamantinos realizados en el proyecto Hualatán.

5.2.2. Logueo de sondajes

Se loguearon 6 sondajes diamantinos, los cuales fueron perforados por JICA en los años 1990 y 1991. Las principales litologías, alteraciones y mineralizaciones se verán en las siguientes tablas

DE	A	LITOLOGIA	ALTERACION	MINERALIZACION
0	28.65	Toba de lapilli andesítica	Meteorización	Limonitas
28.65	42.65	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (moderado-intenso)	Pirita (gruesa, disseminada)
42.65	43.85		Veta de cuarzo	Limonitas
43.85	46.70	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Pirita (gruesa, disseminada)
46.70	52.45	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (moderado-intenso)	Pirita (gruesa, disseminada)
52.45	52.70		Veta de cuarzo	Pirita (disseminada), calcopirita (disseminada)
52.70	72.60	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (moderado-intenso), vetillas de cuarzo y vetillas de arcillas.	Pirita (gruesa, disseminada)
72.60	72.85		Vetillas de cuarzo.	Pirita (gruesa, disseminada)
72.85	77.20	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (moderado)	Pirita (gruesa, disseminada)
77.20	77.90	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (intensa) con abundantes vetillas de cuarzo	Pirita (gruesa, disseminada)
77.90	90.65	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (moderado)	Pirita (gruesa, disseminada)
90.65	94.25	Brecha de Falla.	Cuarzo brechado y arcillas.	Pirita (gruesa, disseminada)
94.25	94.50		Veta de cuarzo	Pirita (gruesa, disseminada)
94.50	94.80	Brecha de Falla.	Silicificación	Pirita (gruesa, disseminada)
94.80	100.30	Toba de lapilli andesítica	Silicificación	Pirita (gruesa, disseminada)
100.30	100.75		Veta de cuarzo	Pirita (disseminada), calcopirita (disseminada)
100.75	103.05	Toba de lapilli andesítica	Silicificación	Pirita (disseminada), calcopirita (disseminada)
103.05	104.20		Veta de cuarzo	Calcopirita, esfalerita, tetraedrita y galena
104.20	117.55	Toba de lapilli andesítica	Silicificación y clonización (débil)	Pirita (gruesa, disseminada)
117.55	118.65		Vetas de cuarzo y vetillas.	Tetraedrita
118.65	129.70	Toba de lapilli andesítica	Silicificación	Pirita (gruesa, disseminada)
129.70	134.40		Veta de cuarzo	Tetraedrita y esfalerita
134.40	146.40	Toba de lapilli andesítica	Silicificación (intenso)	Pirita (gruesa, disseminada)
146.40	149.55		Veta de cuarzo y vetillas de cuarzo	Pirita (disseminada), calcopirita (disseminada)
149.55	150.00	Toba de lapilli andesítica		Pirita (gruesa, disseminada)

Cuadro 11: Logueo del sondaje MJPC-01

DE	A	LITOLOGIA	ALTERACION	MINERALIZACION
0	23.45	Toba de lapilli andesítica	Metereozacion	Limonitas
23.45	56.40	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (gruesa, diseminada)
56.40	57.95	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Limonitas, piñta (diseminada)
57.95	58.30		Veta de cuarzo	Piñta
58.30	61.50	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Piñta (diseminada), calcopirita (diseminada)
61.50	100.00	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (diseminada), calcopirita (diseminada)
100.00	100.30		Veta de cuarzo	Piñta (diseminada), calcopirita (diseminada)
100.30	101.50	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (gruesa, diseminada)
101.50	101.30		Veta de cuarzo	Piñta (gruesa, diseminada)
101.30	116.30	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta
116.30	117.35		Brecha sínclicada con vetillas	Piñta
117.35	120.10	Brecha de falla	Brecha de Falla	Piñta
120.10	123.30	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (débil)	Piñta (gruesa, diseminada)
123.30	155.30	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (débil)	Piñta (gruesa, diseminada)
155.30	175.60	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (gruesa, diseminada)
175.60	176.45	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Calcopirita
176.45	178.15	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta
178.15	180.90		Veta de cuarzo y vetillas de cuarzo	Calcopirita, esferulita, tetraedrita y galena
180.90	183.65	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (gruesa, diseminada)
183.65	184.00		Veta de cuarzo	Tetraedrita
184.00	186.30	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (gruesa, diseminada)
186.30	187.30		Veta de cuarzo	Tetraedrita y esferulita
187.30	188.20	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (gruesa, diseminada)
188.20	189.00		Veta de cuarzo	Piñta
189.00	193.50	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Piñta (gruesa, diseminada)
193.50	194.30		Veta de cuarzo	Piñta
194.30	203.30	Toba brechosa	Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Piñta
203.30	208.50	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta
208.50	209.00		Veta de cuarzo	Piñta
209.00	210.40	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta
210.40	228.00	Toba brechosa	Sínclicacion (débil)	Piñta (gruesa, diseminada)
228.00	242.50	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (débil)	Piñta (gruesa, diseminada)
242.50	243.15		Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Piñta (diseminada), calcopirita (diseminada)
243.15	244.00	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion	Piñta (diseminada), calcopirita (diseminada)
244.00	244.90		Sínclicacion (moderado-intenso), vetillas de cuarzo.	Piñta (diseminada), calcopirita (diseminada)
244.90	246.00	Toba de lapilli andesítica	Sínclicacion (moderado-intenso).	Piñta (gruesa, diseminada)
246.00	250.00	Toba de lapilli andesítica	Clorización.	Piñta (gruesa, diseminada)

Cuadro 12: Logueo del sondaje MJPC-02

DE	A	LITOLOGIA	ALTERACION	MINERALIZACION
0	29.80	Toba de lapilli andesítica	Metecorizacion	Limonitas
29.80	41.10	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	
41.10	42.40		Veta de cuarzo	Limonitas
42.40	43.60	Toba de lapilli andesítica	Silíceo-arcillas.	Pirita (gruesa, diseminada)
43.60	43.90		Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
43.90	45.10	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
45.10	59.55		Silicificacion	Pirita
59.55	60.30		Silicificacion	Pirita
60.30	63.30	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
63.30	64.10		Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
64.10	70.15	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion (moderado)	Pirita
70.15	71.50	Andesita	Cuarzo brechoso y arcillas.	Pirita (gruesa, diseminada)
71.50	73.40	Toba de lapilli andesítica	Clorificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
73.40	79.70	Toba brechosa	Clorificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
79.70	91.20	Toba de lapilli andesítica	Clorificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
91.20	91.65		Veta de cuarzo y vetillas de cuarzo	Pirita
91.65	133.00	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion debil y clorificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
133.00	133.50		Veta de cuarzo	Pirita
133.50	136.70	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita
136.70	143.25	Toba de lapilli andesítica	Clorificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
143.25	146.25	Toba brechosa	Silicificacion	Pirita
146.25	148.75	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita
148.75	150.00		Veta de cuarzo	Pirita
150.00	153.00	Toba brechosa	Silicificacion (intensa)	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
153.00	167.80	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita
167.80	171.00	Brecha hidrotermal	Silicificacion (intensa)	Pirita
171.00	172.40	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita
172.40	172.65		Veta de cuarzo	Pirita
172.65	180.10	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion (intensa)	Pirita
180.10	180.80	Brecha hidrotermal	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
180.80	184.25	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
184.25	184.50		Veta de cuarzo	Pirita
184.50	199.70	Toba brechosa	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
199.70	203.50	Brecha hidrotermal	Silicificacion (intensa)	Pirita
203.50	207.20		Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
207.20	209.10	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion (intensa)	Pirita (gruesa, diseminada)
209.10	209.30	Brecha de falla		Pirita (gruesa, diseminada)
209.30	219.10	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion (intensa)	Pirita (gruesa, diseminada)
219.10	219.95	Toba de lapilli andesítica	Arcillas	Pirita (gruesa, diseminada)
219.95	221.10		Veta de cuarzo, sericita, siderita.	Pirita
221.10	221.16	Brecha de falla	Arcillas	Pirita (gruesa, diseminada)

Cuadro 13: Logueo del sondaje MJPC-03

DE	A	LITOLOGIA	ALTERACION	MINERALIZACION
0	41.20	Toba de lapilli andesitica	Metenzionacion	Limonitas
41.20	58.20	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (moderado)	
58.20	58.90		Veta de cuarzo	Limonitas
58.90	60.35	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (gruesa, diseminada)
60.35	66.23	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (gruesa, diseminada)
66.23	67.15	Brecha de Falla	Cuarzo brechado	Pinita (gruesa, diseminada)
67.15	85.40	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (debil)	Pinita
85.40	89.10	Andesita		Pinita
89.10	91.30	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita
91.30	92.65		Veta de cuarzo y vetillas de cuarzo	Pinita
92.65	95.55	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita (gruesa, diseminada)
95.55	124.85	Toba brechosa	Clorizacion	Pinita (gruesa, diseminada)
124.85	126.90	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita (gruesa, diseminada)
126.90	127.15		Veta de cuarzo	Pinita
127.15	128.30	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita
128.30	128.50		Veta de cuarzo	Pinita
128.50	138.85	Toba brechosa	Silicificacion (debil)	Pinita (gruesa, diseminada)
138.85	144.40	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (debil)	Pinita (gruesa, diseminada)
144.40	171.75	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita
171.75	176.60	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
176.60	181.40	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (debil)	Pinita (gruesa, diseminada)
181.40	194.85	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (debil)	Pinita (gruesa, diseminada)
194.85	200.6	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
200.6	201.10		Veta de cuarzo	Pinita
201.10	201.95	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
201.95	202.90		Veta de cuarzo	Pinita
202.90	214.40	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita
214.40	231.60	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (debil)	Pinita (gruesa, diseminada)
231.60	243.85	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
243.85	244.80		Veta de cuarzo	Pinita, palena, esferita.
244.80	250.35	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita
250.35	252.20	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
252.20	253.15		Veta de cuarzo	Pinita
253.15	261.70	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
261.70	270.85	Zona de falla		
270.85	274.40	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
274.40	274.80		Veta de cuarzo	Pinita
274.80	278.70	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (gruesa, diseminada)
278.70	278.95		Veta de cuarzo	Pinita
278.95	295.00	Toba brechosa	Silicificacion (debil)	Pinita
295.00	302.65	Zona de falla		Pinita (gruesa, diseminada)
302.65	310.00	Toba brechosa	Silicificacion (debil)	Pinita (gruesa, diseminada)

Cuadro 14: Logueo del sondaje MJPC-04

DE	A	LITOLOGIA	ALTERACION	MINERALIZACION
0	2.75	Toba de lapilli andesítica	Meteorizacion	Limonitas
2.75	4.15	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion (debil)	
4.15	6.30		Veta de cuarzo	Limonitas
6.30	19.40	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
19.40	19.60		Veta de cuarzo	Pirita (gruesa, diseminada)
19.60	31.75	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion (debil)	Pirita (gruesa, diseminada)
31.75	32.40	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo	Pirita (gruesa, diseminada)
32.40	46.80	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
46.80	47.05		Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
47.05	51.00	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
51.00	51.20		Veta de cuarzo	Pirita (gruesa, diseminada)
51.20	69.60	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
69.60	70.15		Veta de cuarzo	Pirita (gruesa, diseminada)
70.15	74.40	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
74.40	74.70		Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
74.70	76.90	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
76.90	90.75	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
90.75	91.30	Brecha de falla		Pirita (gruesa, diseminada)
91.30	100.35	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
100.35	102.25	Andesita		Pirita (gruesa, diseminada)
102.25	121.45	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
121.45	123.45		Veta de cuarzo	Pirita (diseminada), calcopirita (diseminada)
123.45	135.40	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)
135.40	163.60	Toba de lapilli andesítica	Cloritizacion	Pirita (gruesa, diseminada)
163.60	170.50	Toba de lapilli andesítica	Silicificacion	Pirita (gruesa, diseminada)

Cuadro 15: Logueo del sondaje MJPC-05

DE	A	LITOLOGIA	ALTERACION	MINERALIZACION
0	3.00	Toba de lapilli andesitica	Meteorizacion	Limonitas
3.00	23.80	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion (debil)	
23.80	24.36		Veta de cuarzo	Limonitas
24.36	53.25	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
53.25	53.80		Veta de cuarzo	Pinita
53.80	61.90	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
61.90	66.20	Brecha hidrotermal	Vetillas de cuarzo	Pinita
66.20	70.30	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
70.30	71.00		Veta de cuarzo	Pinita
71.00	91.20	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
91.20	91.40		Veta de cuarzo	Pinita
91.40	97.05	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
97.05	97.32		Veta de cuarzo	Pinita
97.32	97.75	Brecha de falla		Pinita (guesa, diseminada)
97.75	119.10	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita
119.10	119.50		Vetillas de cuarzo	Pinita
119.50	120.80	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
120.80	122.00	Zona de brecha	Vetillas de cuarzo	Pinita
122.00	127.10	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
127.10	127.82	Andesita	Veta de cuarzo	Pinita
127.82	129.42	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
129.42	129.67		Veta de cuarzo	Pinita
129.67	136.40	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
136.40	136.60		Veta de cuarzo	Pinita
136.60	146.10	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
146.10	147.30	Andesita		Pinita (guesa, diseminada)
147.30	148.40	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
148.40	149.20	Andesita		Pinita (guesa, diseminada)
149.20	156.35	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
156.35	160.85		Veta de cuarzo brechizada	Pinita
160.85	205.85	Toba de lapilli andesitica	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
205.85	210.30	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
210.30	210.60		Veta de cuarzo	Pinita
210.60	211.50	Brecha silicificada	Vetillas de cuarzo	Pinita
211.50	213.95	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)
213.95	214.90		Veta de cuarzo brechizada	Pinita
214.90	230.85	Toba brechosa	Silicificacion	Pinita (guesa, diseminada)

Cuadro 16: Logueo del sondaje MJPC-06

5.2.3. Muestras de sondajes

Las principales muestras de sondajes corresponden a los tipos de roca hospedantes de la mineralización en vetas.

- Rocas: Tobas de lapilli andesíticas, tobas líticas andesíticas y tobas brechosas andesíticas.
- Vetas: Vetas de cuarzo, vetillas de cuarzo y carbonatos.

Para mejor detalle ver **Anexo de muestras de campo y sondajes**.

5.2.4. Resultados geoquímicos de sondajes diamantinos

DE	A	Corrida	Au (g/t)	Ag (g/t)	LITOLOGIA	ALTERACION
28.65	29.90	1.25	0.75	4.50	Toba de lapilli andesítica	Silicificación
33.40	34.15	0.75	0.65	3.50	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
42.65	46.70	4.05	0.18	4.20	Toba de lapilli andesítica	Veta de Cuarzo y arcillas
52.45	52.70	0.25	3.65	11.50		Veta de cuarzo
72.60	72.85	0.25	0.05	3.00		Veta de cuarzo
77.20	77.90	0.70	0.10	5.50	Toba de lapilli andesítica	Silicificación
94.25	94.50	0.25	0.30	4.50		Veta de cuarzo
100.30	100.75	0.45	0.90	7.50		Veta de cuarzo
102.85	104.20	1.35	2.05	13.50		Veta de cuarzo
117.55	118.65	1.10	1.46	22.10		Veta y vetillas de cuarzo
128.95	134.40	5.45	1.15	18.20	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo
146.40	149.55	3.15	0.79	22.10		Veta y vetillas de cuarzo

Cuadro 17: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-01

DE	A	Corrida	Au (g/t)	Ag (g/t)	LITOLOGIA	ALTERACION
56.4	57.95	1.55	0.52	2.20	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
57.95	58.30	0.35	5.75	4.50	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo
58.30	61.50	3.20	1.41	6.10	Zona brechada	Silice-arcillas
100.00	101.80	1.80	1.42	3.20		Vetillas de cuarzo
116.30	117.35	1.05	1.05	9.50		Vetillas de cuarzo
175.60	176.45	0.85	0.25	4.50		Vetillas de cuarzo
178.15	180.90	2.75	0.43	3.00		Vetillas de cuarzo
183.60	184.05	0.45	0.15	2.50		Veta de cuarzo
186.80	189.00	2.20	0.45	3.00		Veta y vetillas de cuarzo
189.00	193.50	4.50	0.21	5.30	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
193.50	194.80	1.30	1.38	38.30		Veta de cuarzo
194.80	196.60	1.80	0.30	6.30	Toba brechosa	Silice-arcillas
208.65	209.00	0.35	0.45	14.50		Veta de cuarzo
230.80	233.50	2.70	0.18	4.00	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
242.50	244.90	2.40	0.36	12.90		Veta y vetillas de cuarzo
244.90	246.00	1.10	1.10	0.25	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas

Cuadro 18: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-02

DE	A	Corrida	Au (g/t)	Ag (g/t)	LITOLOGIA	ALTERACION
41.1	42.40	1.30	0.70	14.00		Veta de cuarzo
42.40	43.60	1.20	0.40	4.50	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
43.06	43.95	0.89	3.00	2.50		Vetillas de cuarzo
43.95	44.85	0.90	0.65	9.00	Toba de lapilli andesítica	Arcillas
44.85	45.10	0.25	2.40	22.00		Veta de cuarzo
59.55	60.30	0.75	0.65	9.00	Toba de lapilli andesítica	Silicificación
63.30	64.10	0.80	2.40	22.00		Veta de cuarzo
91.20	91.65	0.45	0.95	10.50		Veta de cuarzo
133.00	133.50	0.50	0.30	20.50		Veta de cuarzo
148.75	150.00	1.25	1.20	37.00	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo
150.00	153.00	3.00	0.87	8.50		Silicificación
167.80	171.00	3.20	0.48	5.50		Silicificación
171.00	172.40	1.40	0.25	3.00	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
172.40	173.05	0.65	0.35	4.50		Veta de cuarzo
180.10	180.80	0.70	0.95	4.00		Silicificación (Intensa)
184.25	184.50	0.25	0.55	6.00		Veta de cuarzo
199.7	203.50	3.80	0.66	3.30		Silicificación (Intensa)
203.5	207.20	3.70	1.47	50.00		Veta de cuarzo
207.2	209.30	2.10	0.12	2.50	Toba de lapilli-Brecha de falla	Silicificación
219.95	221.00	1.05	1.35	35.50		

Cuadro 19: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-03

DE	A	Corrida	Au (g/t)	Ag (g/t)	LITOLOGIA	ALTERACION
58.2	58.90	0.70	0.10	14.50		Veta de cuarzo
58.90	60.35	1.45	1.00	13.50	Toba de lapilli andesítica	Silice-arcillas
65.23	67.15	1.92	Tz	5.00	Ebrecha de falla	
82.70	83.15	0.45	0.30	10.50		Veta de cuarzo y vetillas de Cuarzo
91.30	92.65	1.35	0.53	10.90		Veta de cuarzo y vetillas de Cuarzo
126.90	127.15	0.25	0.90	29.00		Veta de cuarzo-calcita
128.30	128.50	0.20	0.50	16.50	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo-calcita
200.60	202.90	2.30	0.66	10.30	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo
242.55	246.40	3.85	0.20	5.10		Veta de cuarzo
252.20	253.15	0.95	0.25	10.00		Veta y vetillas de cuarzo
261.70	270.85	9.15	0.17	3.00	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo
274.40	274.80	0.40	0.20	10.00		Veta y vetillas de cuarzo
278.70	278.93	0.23	0.10	8.00		

Cuadro 20: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-04

DE	A	Corrida	Au (g/t)	Ag (g/t)	LITOLOGIA	ALTERACION
4.15	5.30	1.15	1.15	9.50		Veta de cuarzo
19.40	19.60	0.20	1.05	22.50		Veta de cuarzo
31.75	32.40	0.65	0.90	35.50		Veta de cuarzo
46.80	47.05	0.25	1.35	8.00		Veta de cuarzo
51.00	51.20	0.20	0.25	9.00		Veta de cuarzo
69.60	70.15	0.55	0.18	6.00		Veta de cuarzo
74.40	74.70	0.30	2.30	7.50		Veta de cuarzo
76.90	80.45	3.55	0.51	7.00	Toba de lapilli andesítica	Veta de cuarzo y vetillas de cuarzo
121.45	123.75	2.30	1.65	53.50		Veta de cuarzo
123.75	125.30	1.55	0.85	4.50		Vetillas de cuarzo

Cuadro 21: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-05

DE	A	Corrida	Au (g/t)	Ag (g/t)	LITOLOGIA	ALTERACION
23.80	24.36	0.56	3.45	26.00		Veta de cuarzo
53.25	53.80	0.55	0.70	6.50		Veta de cuarzo
61.90	66.20	4.30	0.41	7.20	Ebrecha	Silicificacion
70.30	71.00	0.70	0.55	22.50		Veta de cuarzo
91.20	91.40	0.20	0.20	12.50		Veta de cuarzo
97.05	97.32	0.27	0.40	12.50		Veta de cuarzo
119.10	119.50	0.40	0.10	2.50		Veta de cuarzo
120.80	122.00	1.20	0.55	5.00		Vetillas de , brechizada
127.10	127.82	0.72	0.70	6.50		Veta de cuarzo
129.42	129.67	0.25	0.25	2.00		Vetillas de , brechizada
136.30	136.60	0.30	0.20	14.50		Veta de cuarzo
156.35	160.85	4.50	0.99	29.10		Veta de cuarzo
210.30	211.50	1.20	0.66	18.90		Veta de cuarzo y vetillas de cuarzo
211.50	213.95	2.45	0.10	2.50	Toba brechosa	Silicificacion
213.95	214.90	0.95	0.30	4.00		Vetillas de cuarzo

Cuadro 22: Resultados geoquímicos del sondaje MJPC-06

CAPITULO VI

DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS Y ELABORACION DEL MODELO GEOLOGICO

6.1. MODELO DE ALTERACIONES

Los principales minerales de alteración hidrotermal son los siguientes:

- Silicificación (vetas), vetillas (sílice-carbonatos), calcita laticce (seudomorfismo de sílice por calcita). cuarzo (crustiforme, masivo).
- Sílice - sericita.
- Argílico (kaolinita, illita - esmectita y esmectita - illita).
- Propilítico (clorita-epidota-carbonatos-pirita).

Estos ensambles de alteración hidrotermal son típicos de Epitermales de Baja Sulfuración.

6.2. MODELO DE MINERALIZACION

Los principales minerales identificados son:

- Macroscópicamente se identifico: Pirita, calcopirita y galena. Y también se identifico en la zona de oxidación limonitas, hematita y goetita.
- Microscópicamente se identifico: tetraedrita y esfalerita.

En el cuadro N° 23 se indica los minerales de alteración y mineralogía asociada a yacimientos epitermales de baja sulfuración.

<i>Rocas volcánicas relacionadas</i>	Andesitas, riodacitas (AR), (RB), alcalinas (A) Somero
<i>Profundidad de formación</i>	0-300 m
<i>Contexto; roca de caja típica</i>	Domos, rocas piroclásticas y sedimentarias
<i>Morfología del depósito</i>	Vetas, enjambres de vetas stockwork, diseminaciones
<i>Texturas de las menas</i>	Bandas delgadas, crustiformes, en peine, brechas
<i>Alteración</i>	Capa de alunita-kaolinita, halo de arcillas
<i>Minerales de ganga</i>	Calcedonia, adularia-illita, calcita
<i>Sulfuros</i>	Cinabrio, estibina; pirita/marcasita-arsenopirita, seleniuros Au-Ag, sulfosales Se, pirrotita, esfalerita-Fe (RB)
<i>Metales</i>	Au-Ag-As-Sb, Se-Hg-Tl (RB), relación Ag/Au baja, metales básicos <0.1-1%
<i>Características notables</i>	Sínter, capa de calcedonia (zona freática)
<i>Fluidos</i>	Incremento de salin
<i>Denominación de tipo o subtipo</i>	Baja sulfuración (término extremo)

Cuadro 23: Minerales de alteración y mineralogía, asociados a yacimientos Epitermal de Baja Sulfuración.

6.3. CONTROLES DE MINERALIZACION

Los principales controles de mineralización en el proyecto son:

- Control Estructural.- La mineralización se encuentra hospedada en vetas de rumbo N30⁰W con buzamientos promedios de 70⁰, estas vetas son de cuarzo masivo y crustiforme.
- Control Litológico.- Asociado a las secuencias de tobas andesítica próximas a las vetas mineralizadas. Estas tobas se encuentran alteradas y contienen valores anómalos de Au.
- La posible fuente de la mineralización está relacionado a un intrusivo tonalita-diorita (el cual aflora a 3.5 km al SO del proyecto).
- Control Mineralógico.- El oro libre está asociado a las limonitas, hematita y goetita. Además el oro se encuentra encapsulado en la pirita y calcopirita. La plata se encuentra asociada a la galena (galena argentífera).

6.4. ASOCIACION LITOLOGIA ALTERACIONES, MINERALIZACION Y LEYES DE AU.

CUADRO DE ASOCIACION LITOLOGIA ALTERACION LEYES DE AU			
ROCAS Y VETAS	ALTERACION	MINERALIZACION	Au
TOBAS LITICAS ANDESITICAS	Silice-sericita-illita.		< 250 ppb
TOBAS CRISTALES ANDESITICAS	Silice-sericita-illita.		< 250 ppb
DIKES ANDESITICOS	Clorita-epidota, sericita (trazas) - illita.	Pirita y limonitas.	< 50 ppb
VETAS	Silice (masiva), cuarzo (crustiforme).	Pirita, calcopirita y limonitas.	> 250 ppb
VETAS TEXTURA CALCITA LATTICE	Silice (seudomorfo de calcita), calcita y siderita (trazas).	Limonitas.	> 250 ppb
BRECHAS HIDROTHERMALES	Silice (reemplazamiento de fragmentos).	Limonitas y goetitas (en la matriz).	> 500 ppb

Cuadro 24: Asociación litología - alteración y leyes de Au.

6.5. MODELO DE CONTROLES ESTRUCTURALES DE MINERALIZACION

La figura 18 muestra los diferentes estilos de controles estructurales, presentes en los sistemas de vetas del proyecto Hualatán. Estos estilos son compatibles con una extensión de orientación E-O.

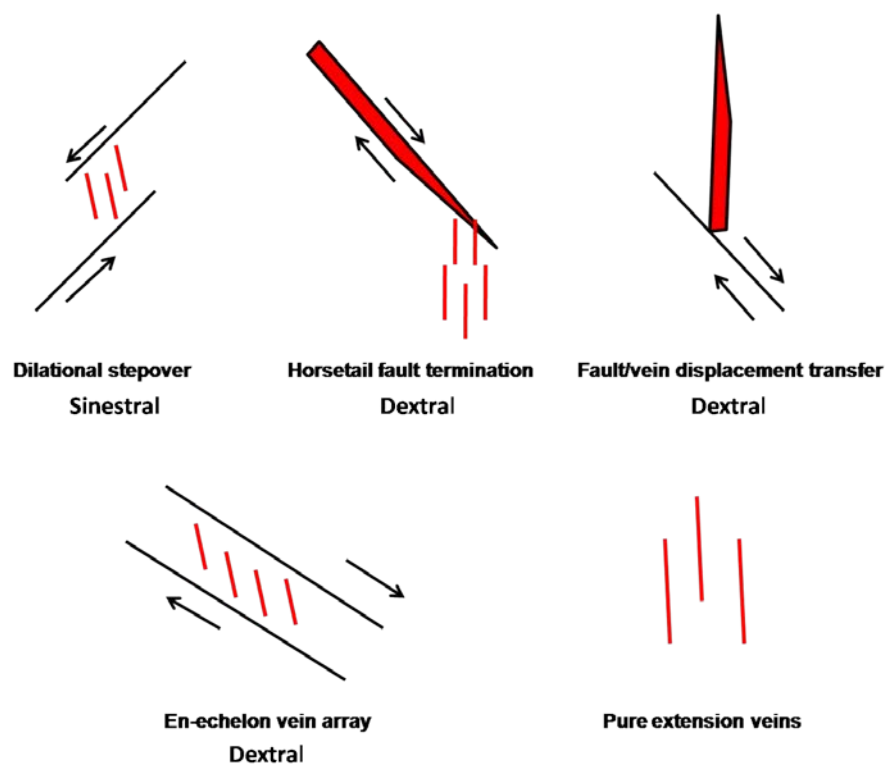


Figura 18 : Estilos de controles estructurales, presentes en los sistemas de vetas del proyecto Hualatán.

- Dilational stepover (Dilatación atravesada).
- Horstail fault termination (Falla en terminación cola de caballo).
- Fault / vein displacement transfer (Falla/veta transferencia con desplazamiento).

- En echelon vein array (Veta con arreglo en echelon)
- Pure extension veins (vetas de extensión pura).

En el proyecto Hualatán estas se formaron a partir de una extensión E-W.

6.6. AMBIENTE DEL YACIMIENTO

Los principales características del ambiente geológico del yacimiento se describen a continuación:

- Los epitermales de **Baja Sulfuración** están asociado a vulcanismo subaéreo , rocas ácidas a intermedias (andesitas-riolitas). Para el caso del proyecto Hualatán, este se hospeda en una secuencia de rocas volcánicas andesítica (tobas y lavas) y en menor proporción dacíticas y además está asociado al emplazamiento de diques andesíticos.
- Se emplazan en fallas o zona de fracturas estrechamente relacionados a centros volcánicos..
- Este tipo de depósitos se desarrollan entre los 0 y 1000 m de profundidad.
- Presenta una morfología tabular. Se presentan como estructuras de extensión.
- La mayoría de estos depósitos se desarrollan entre los 150^o y 250^oC. Por datos de inclusiones fluidas (tomadas por JICA de los sondajes) recopiladas se determino que la temperatura de homogenización del proyecto Hualatán es de 151^o. La deposición del oro se da entre los 180^o y 230^o C.

6.7. GEOMETRIA DEL YACIMIENTO

La principal orientación de las estructuras mineralizadas son de N 30° O, con longitud 1.7 km (discontinuas) y potencias de decenas de metros, pero en su mayoría están cubiertas. Presentan buzamiento promedio de 70° hacia el SO. Estas estructuras por información de sondajes de perforación llegan a profundizar aproximadamente 300 m. La mineralización con mayores valores están como clavos mineralizados y la zona oxidada llega hasta 50 m de profundidad.

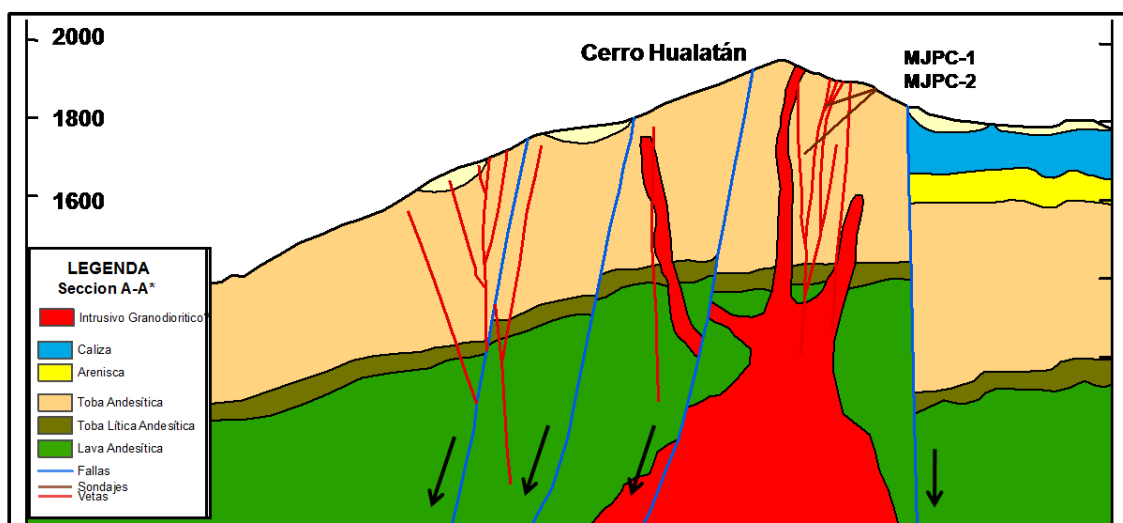


Figura 19: Sección A-A': SO-NE Modelo geológico del Proyecto Hualatán.

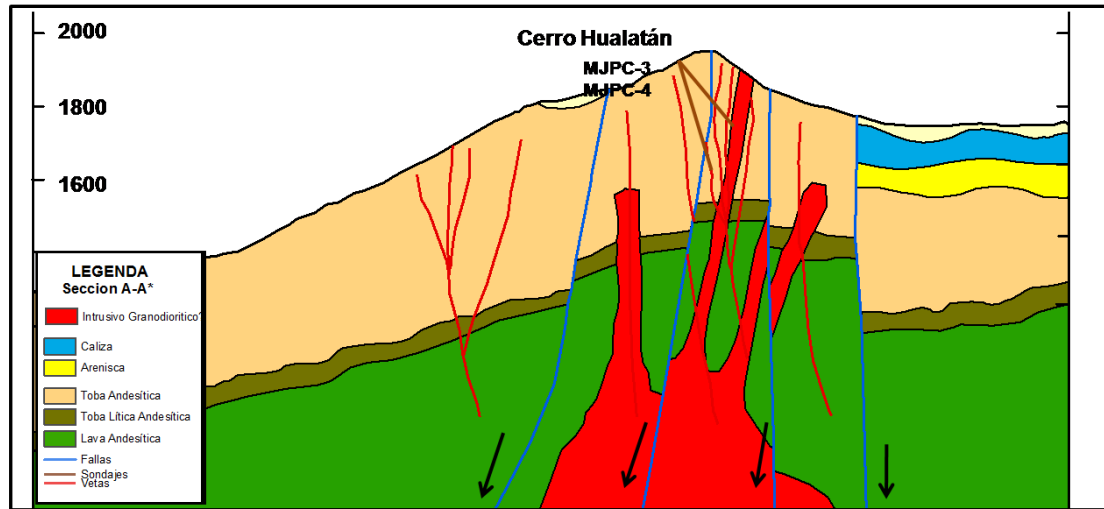


Figura 20: Sección B-B': SO-NE Modelo geológico del Proyecto Hualatán.

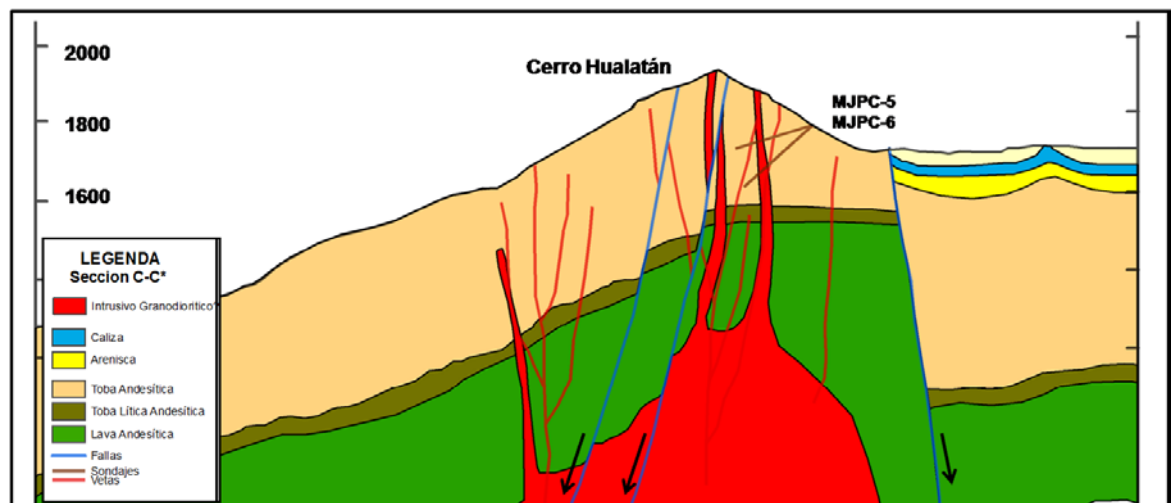


Figura 21: Sección C-C': SO-NE Modelo geológico del Proyecto Hualatán

6.8. PROBLABLE ORIGEN DEL YACIMIENTO

Se postula que la fuente de este sistema hidrotermal se encuentre hacia el SO del proyecto, debido a los siguientes datos:

- Hacia el SO se interceptan las siguientes fallas, Falla NE (falla de escama gruesa, inversa) y la Falla Huayllabamba (NW-SE, falla normal).
- Hacia el SO y O se emplazan cuerpos intrusivos polifásico (Granodiorita, granito, diorita y monzonita).
- Según el grafico de la temperatura de homogenización la temperatura aumenta hacia el SO, llegando a temperaturas $>180^{\circ}$.
- Hacia al SO se encuentran concentrados los mayores valores de Cu (152 ppm) y Pb (>843 ppm).

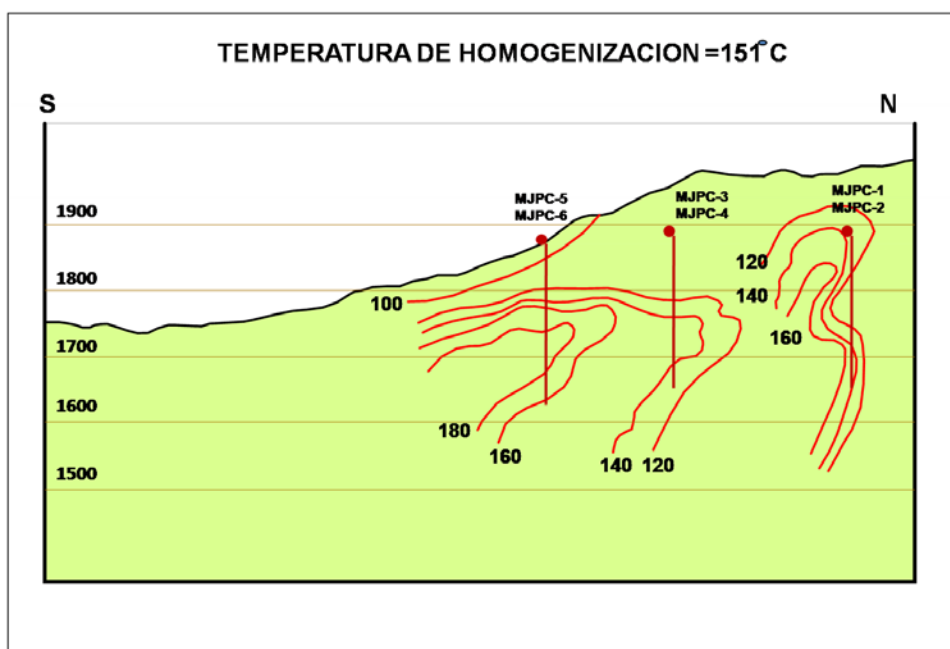


Figura 22: Temperatura de homogenización.

Si tenemos una inclusión fluida con líquido + vapor, en el laboratorio podemos revertir el proceso calentando la inclusión fluida hasta el punto en que desaparece la burbuja y registrar esta temperatura que es la **temperatura de homogenización**. La temperatura de homogenización es una temperatura mínima del atrapamiento del fluido hidrotermal (menor que la temperatura verdadera) ya que no conocemos la presión a la que fue atrapada.

$$T^{\circ} \text{ de atrapamiento} - T^{\circ} \text{ de homogenización} = \text{Corrección por presión}$$

6.9. SECCIONES DEL YACIMIENTO Y PERFILES LITOGEOQUIMICOS

Se muestran las 3 secciones (SO-NE) las cuales pasan sobre las trazas de los sondajes realizados. Los valores en superficie y los mejores interceptos de los sondajes.

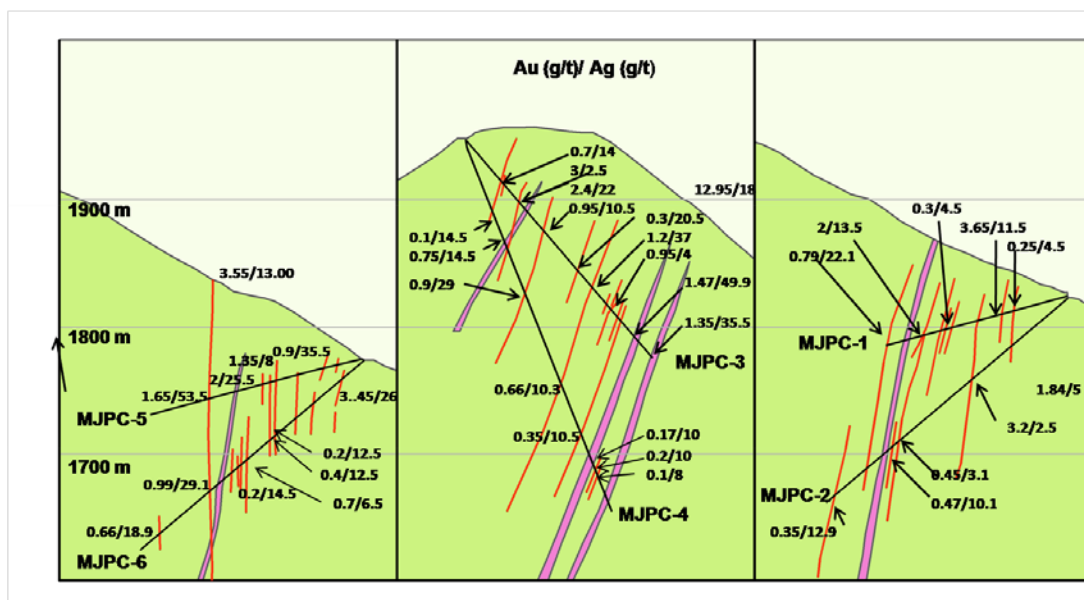


Figura 23: Secciones del yacimiento y perfiles litogeoquímicos.

6.10. MODELO DEL YACIMIENTO

Por los antecedentes presentados anteriormente, permite plantear que el proyecto Hualatán es un yacimiento Epitermal de Baja Sulfuración. Presenta valores anómalos de Au-Ag-Cu-Pb y Zn. Se postula que la fuente del sistema hidrotermal se ubique al SO del proyecto.

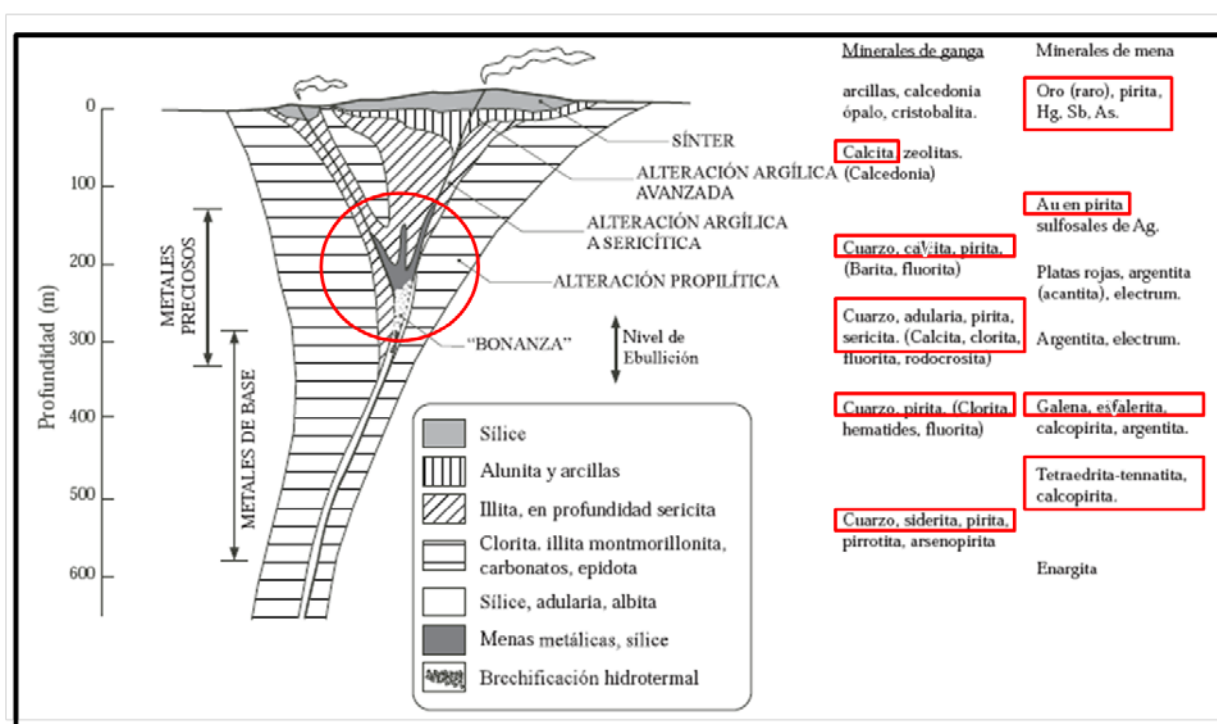


Figura 24: Esquema estructural general de los depósitos epitermales de Baja Sulfuración (Buchanan, 1981).

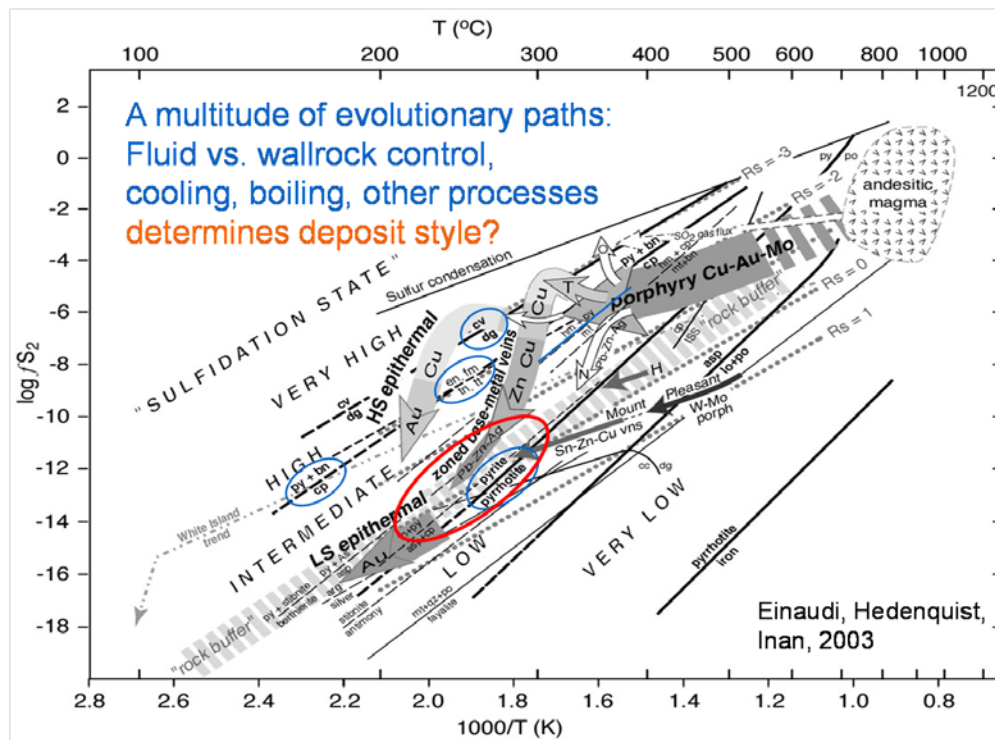


Figura 25: Los principales minerales presentes en el Proyecto Hualatán se encuentra ubicados en la zona de baja a intermedia sulfuración en el diagrama de fugacidad "S" Vs Temperatura.

6.11. POTENCIAL AURIFERO

La densidad de vetas es baja en el área de proyecto, las áreas de sheeted veins y stockwork no son restringidas (unas cuantas decenas de metros).

Por la geometría y las dimensiones del proyecto, se concluye que el potencial de mineralización es bajo, debido a que las zonas mineralizadas se encuentra como clavos mineralizados.

La oxidación llega hasta 50 m de profundidad desde la superficie, la profundidad de oxidación limita el potencial de tonelaje de mineral económico,

debajo de este nivel, el oro se encuentra encapsulado en la pirita y calcopirita.

Hacia el O y SW del proyecto hay áreas cubiertas con material Cuaternario, el cual podría estar cubriendo sistemas de vetas que no llegan a aflorar, la cual es un target para explorar.

En conclusión, el potencial aurífero del Proyecto Hualatán es limitado y podría ser explotado a nivel de pequeña minería.

CONCLUSIONES

- A nivel regional las principales edades de eventos de Alteración - Mineralización son: Pórfidos Cu - (Au) de 16.5 ma, Pórfidos de 66.9 y vetas Epitermales Baja Sulfuración de 113.8 ma.
- Las principales rocas hospedantes de mineralización son : Pórfidos Terciarios (16.5 ma) hospedados en la discordancia de los Volcánicos Llama y Volcánicos Porculla, Pórfidos (66.9 ma) hospedados en Plutones Cretácicos-Terciarios y en el Grupo Salas y vetas epitermales de Baja Sulfuración hospedada en los Volcánicos Oyatún.
- El proyecto Hualatán se encuentra dentro de la denominada "Franja de Pórfidos-Epitermales del Jurásico-Cretáceo (Inf) del Norte del Perú", que se extiende hacia el Ecuador. Dentro de esta franja también se encuentran Mirador (pórfido), Chinapintza (pórfido), Cóndor (Epitermal).
- Una datación K-Ar, tomada en Sericita reporto una edad de **113.8 ma (Cretáceo Inferior, Aptiano - Albiano)**.
- Posteriormente hubo un evento compresivo durante el Eoceno que genero el emplazamiento de diques andesíticos, datado en **38.9 ma (Eoceno Superior)**.
- Con los antecedentes presentados de alteración, mineralización y condiciones fisicoquímicas de formación, se concluye que el proyecto Hualatán es un yacimiento Epitermal de Baja Sulfuración .

- La zona oxidada (desde superficie hasta 50 m de profundidad), es la que reporta valores hasta de 12 g/ t de Au. está asociada a clavos mineralizados.
- El potencial minero existente es bajo, para ser trabajado a nivel de pequeña minería.

RECOMENDACIONES

- A nivel de exploración regional, el área presenta potencial para explorar por pórfidos, epitermales (baja e intermedia sulfuración).
- A nivel proyecto explorar hacia el oeste debido a que hay zonas cubiertas por material Cuaternario que pueden estar cubriendo vetas mineralizadas.
- Hacia el S-SO del proyecto se recomienda explorar por un posible Pórfido a profundidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Minero Perú, (1993): Informe técnico Proyecto Hualatán
- JICA (1991): Report on The Mineral Exploration in the Pachapiriana Area Peru-Cajamarca-Jaen-Hualatán,
- Peter Lewis 2003: UNESCO-SEG Metallogeny Hualatán - Perú.
- Depósitos epitermales de alta y baja sulfuración, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LVI, Num 1, 2003, P. 10-18. Antoni Camprubi.
- Potencial Minero en la zona Fronteriza Perú-Ecuador.(Buenaventura ingenieros S.A.), 2005.
- Universidad Nacional de Ingeniería, (2001). Informe geológico Proyecto Hualatán. Jesús Amambal y Luis Bocanegra.
- Minero Perú (1993): Informe técnico del Proyecto Hualatán.

ANEXOS

**FOTOS ESTRATIGRAFIA
REGIONAL**



Foto 1: Vista al Noroeste. Complejo Olmos, en la localidad de Ochentiuno-San Felipe-Jaén.



Foto 2: Esquisto del Complejo Olmos.



Foto 3: Vista al Suroeste, localidad de Hualatán. Volcánicos Oyotun, tobas líticas andesíticas.

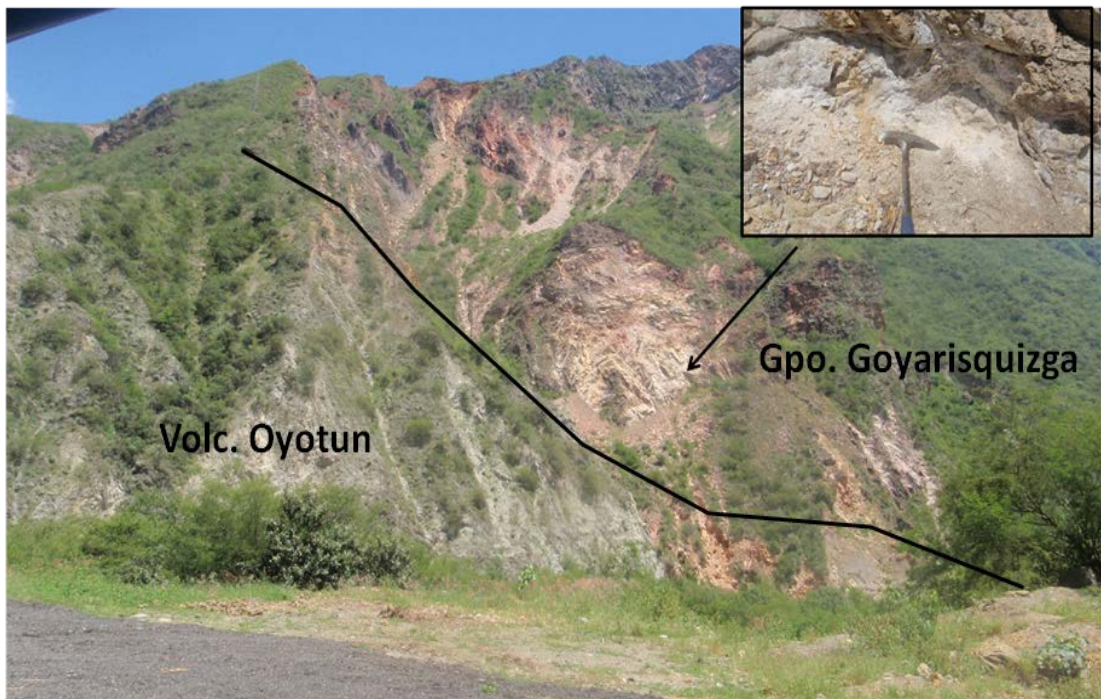


Foto 4: Vista al Norte, localidad de Chamaya. Volcánicos andesíticos de los Volcánicos Oyotun infrayaciendo a las Areniscas del Gpo. Goyarisquizga.

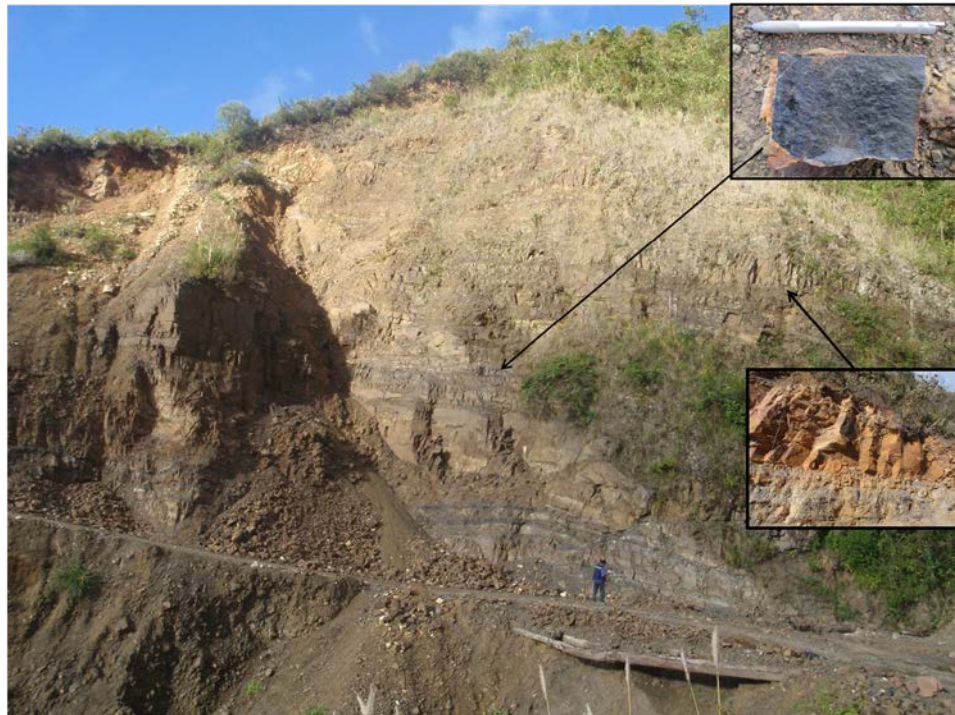


Foto 5: Vista al Este, localidad de San Felipe. Secuencias de limolitas y lutitas carbonosas de la Fm. Tinajones.



Foto 6: Vista al Sur, localidad de Cañarís. Pliegue parasito en las areniscas del Gpo. Goyarisquizga, asociado a una falla NW.



Foto 7: Vista al Norte, localidad de Chamaya. Fm. Inca-Chulec



**Foto 8: Vista al Noreste, localidad de Chamaya II. Fm. Inca-Chulec
sobreyaciendo a las areniscas del Gpo. Goyarisquizga.**



Foto 9: Vista hacia el norte, localidad de San Felipe. Secuencia de tobas de cenizas de composición andesítica intercaladas con sedimentos finos, transición de ambiente sedimentario y volcánico. Ubicado entre Fm. Tinajones y las base del Volcánico Llama.



Foto 10: Vista hacia el Oeste, localidad Congona. Volcánicos Calipuy del Terciario.

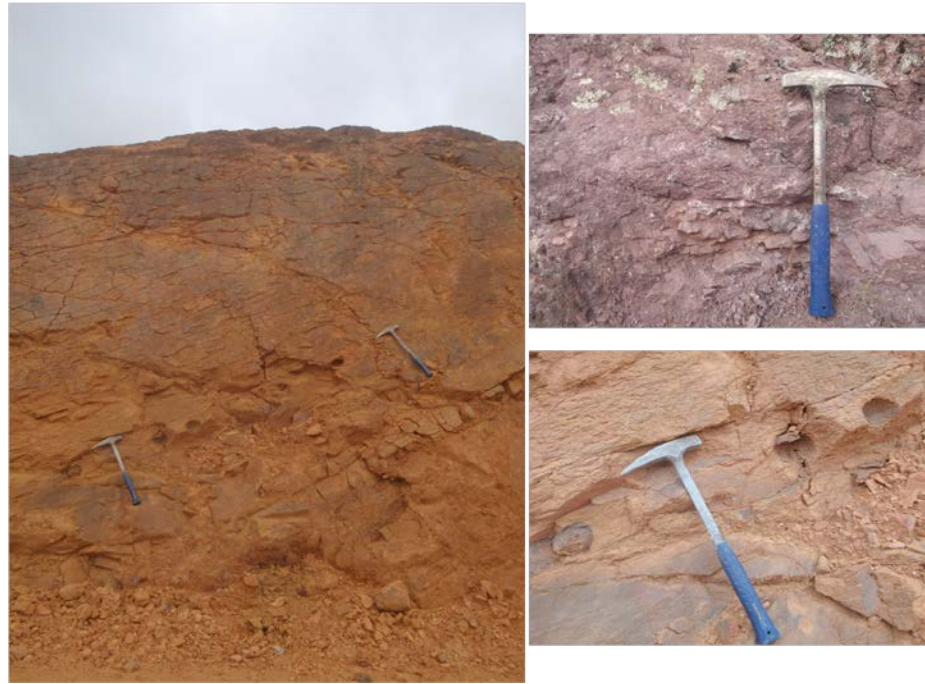


Foto 11: Vista al Noreste, localidad de Tierra Amarilla. Tobas líticas de composición andesítica conforman la base de los Volcánicos Llama



Foto 12: Vista al Sureste, localidad de Cañarís. Tobas de cristales de composición riolítica de los Volcánicos Porculla.



Foto 13: Vista al Sur, localidad de Hualopampa. Tobas líticas dacíticas de los Volcánicos Porculla en discordancia angular sobre el Complejo Olmos.

FOTOS PROYECTO HUALATAN



Foto 14: Vista hacia el Oeste, se observa la geomorfología del área caracterizada por cerros de fuerte pendiente y valles profundos.



Foto 15: Vista hacia el Norte, se observa estructura silicificada de orientación

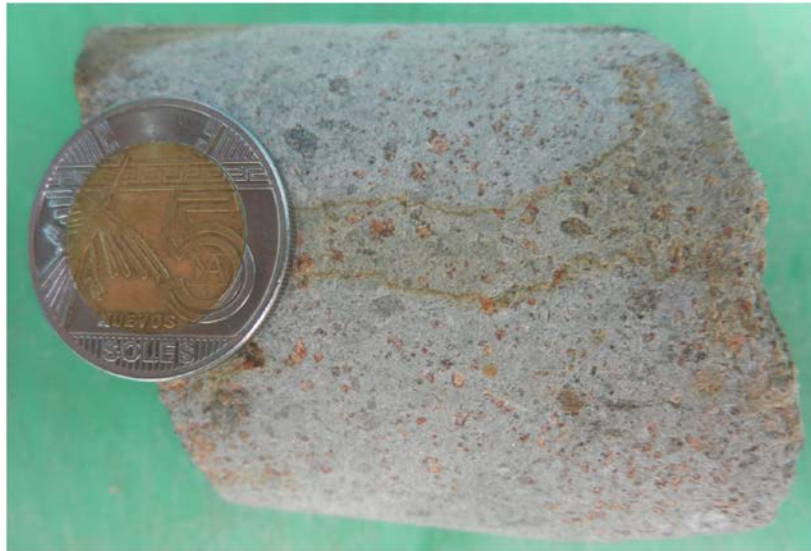


Foto 16: Vista hacia el Sur, Sistema de vetas Antena.



Foto 17: Vista hacia el Sur, equipo de geólogos UNI en el Proyecto Hualatán, (Septiembre 2001).

MUESTRAS DE CAMPO Y SONDAJES



Muestra 1: Sistema de vetas Hualatán centro. Toba de lapilli andesítica, propilítica. Esta roca hospedante de las vetas mineralizadas (Volcánicos Oyotún).



Muestra 2: Sistema de vetas Hualatán centro. Calcita espática, presenta habito de roseta y oquedades (5 a 8 mm) rellenas por limonitas.



Muestra 3: Sistema de vetas Hualatán centro. Estructura silícea presenta limonitas y goetita relleno de las oquedades.



Muestra 4: Sistema de vetas Hualatán centro. Calcita espática, se observan espacios abiertos rellenos de cristales de cuarzo (<math><1\text{mm}</math>), muestra moldes típicos de textura lattice. Esto se desarrolla en la zona de ebullición del sistema hidrotermal (LS).



Muestra 5: Sistema de vetas Hualatán sur. Brecha hidrotermal. Fragmentos que presentan seudomorfismo de calcita reemplazada por sílice hidrotermal. Vetillas de microbrechas con fragmentos de sílice y arcillas con abundante hematita. Cuarzo drusiforme rellenando espacios abiertos.

PETROGRAFIA

Muestra 510-93133

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Muestra de origen intrusivo, de textura granular constituida por cristales blancos (argilizados), con playas de minerales negros (30%).

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Minerales

Minerales primarios (~74%):

Plagioclasas (~35%): Cristales subhedrales (tabulares) generalmente maclados, de tamaños comprendidos entre 400 y 2000 micrones, parcialmente reemplazados por sericita/ arcillas. Su composición aproximada es An_{28} a An_{34} (oligoclasa/andesina).

Cuarzo (~23.5%): Cristales anhedrales intersticiales de tamaños menores a 600 micrones.

Feldespato K (~15%): Cristales anhedrales ocasionalmente perfiticos, de tamaños menores a 1500 micrones, parcialmente reemplazados por sericita/arcillas.

Biotita I (~6%): Cristales de formas subhedrales, listonados, de tamaños menores a 800 micrones, reemplazadas parcial o totalmente por biotita II-cloritas I-minerales opacos I.

Anfíboles (~2.5%): Cristales de formas subhedrales (rómicos) con tamaños hasta de 1400 micrones, parcialmente o completamente reemplazados por cloritas I –biotita II-minerales opacos I.

Piroxenos (~2.5%): Cristales de formas subhedrales, con tamaños hasta de 600 micrones, parcial hasta completamente reemplazados por cloritas I –biotita II-minerales opacos.

Seudomorfos de minerales máficos (~15.5%): Moldes de minerales máficos completamente reemplazados por biotita II-cloritas II (ocasionalmente con playas de epidota) o por cloritas I-minerales opacos I.

Minerales de alteración (~26%):

Biotita II (~10): Agregados de cristales microhojosos que reemplazan a minerales máficos y a moldes cloritizados (cloritas I); puede estar asociada con playas de epidota.

Sericita/arcillas (~5%): Agregados de cristales microhojosos reemplazando parcialmente a feldespatos.

Cloritas I (~3%): Reemplazan parcial hasta totalmente a minerales máficos; a su vez, son reemplazadas por biotita II.

Opacos I (~1%): Como finas disseminaciones, asociadas con biotita II y/o cloritas I, reemplazando a minerales máficos.

Limonitas/hematita (~<1%): En bordes de minerales opacos

Epídota (~<1%): Como playas asociada con cloritas I.

Otros minerales (~6%):

Opacos II (~2%): Como disseminaciones y playas de tamaños <400micrones, ocasionalmente reemplazados parcialmente por limonitas/hematita.

Cloritas II (~2%): En agregados microhojosos rellenan venillas, asociadas con cuarzo II

Cuarzo II (~2%): En agregados granulares de tamaños menores a 150 micrones y en venillas subparalelas, asociado con cloritas II.

Textura

Inequigranular.

Alteraciones

Biotización débil

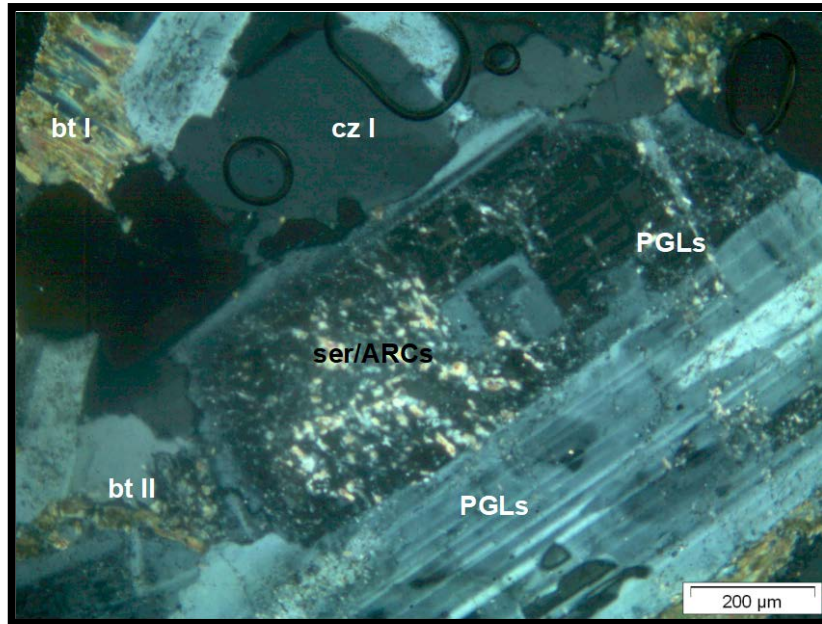
Sericitización/argilización, cloritización, oxidación y epidotización muy débiles.

Nombre: Granodiorita biotitizada, argilizada/sericitizada y cloritizada.

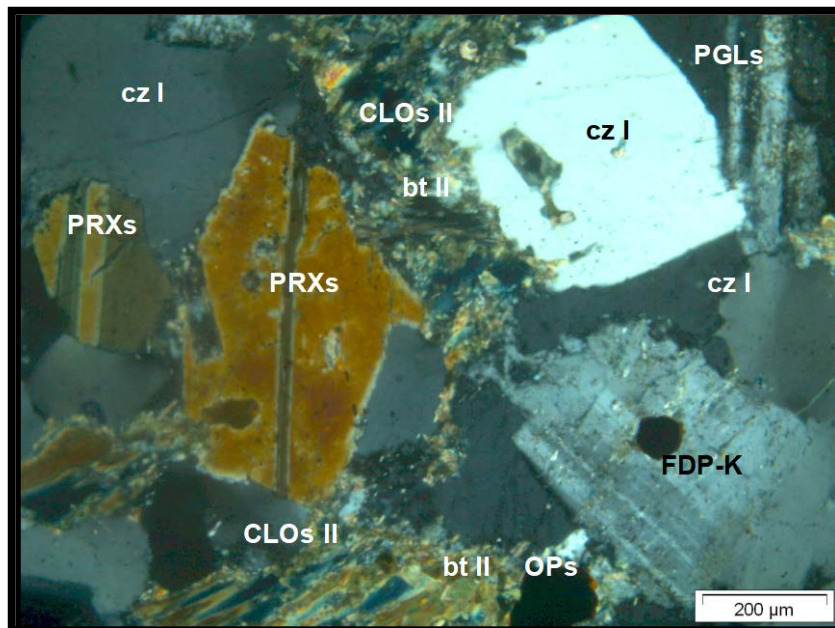
Observaciones

La muestra es un agregado granular de diferentes tamaños compuesto de plagioclasas macladas, feldespato K (ocasionalmente perfitico), cuarzo anhedral y playas de biotita I-anfíboles-piroxenos intersticiales. Los feldespatos son parcialmente reemplazados por una asociación íntima de sericita/arcilla y los minerales máficos son reemplazados inicialmente por cloritas I, y luego por biotita II microhojosa asociada con minerales opacos I y, ocasionalmente, con playas de epídota.

Los minerales opacos II ocurren como disseminaciones y playas, ocasionalmente con bordes de limonita/hematita. Las cloritas II y cuarzo II se encuentran como relleno de venillas subparalelas.



Cristales maclados de plagioclasas, parcialmente reemplazados por sericita/arcillas, asociados con cuarzo I y biotita I. LT-NXs.



Cristales maclados de plagioclasas y de feldespato K, asociados con cristales de piroxenos cuarzo I/moldes de cristales cloritizadas (cloritas II) y reemplazados parcialmente por biotita II. Minerales opacos diseminados. LT-NXs.

Muestra 510-93134

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Muestra de origen subvolcánico, de textura porfírica, constituida por fenocristales milimétricos (de hasta 3mm) rodeados por matriz afanítica de color gris con tinte amarillento. Playas de color negro (3%).

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Minerales

Minerales primarios (~49%):

Fenocristales (~30%):

Seudomorfos de feldespatos (~75%): Fenocristales de formas subhedrales a anhedrales, con tamaños comprendidos entre 200 y 2500 micrones, completamente reemplazados por sericita y/o arcillas y/o carbonatos I. Ocasionalmente con playas de cloritas.

Plagioclasas I (~15%): Fenocristales de formas subhedrales (tabulares) generalmente maclados, con tamaños de hasta 800 micrones, parcialmente reemplazados por sericita y/o carbonatos, también por arcillas o arcillas/sericita. Ocasionalmente con playas de cloritas.

Feldespato K (~5%): Fenocristales de formas anhedrales de tamaños <1000 micrones, parcialmente reemplazados por sericita y/o carbonatos.

Seudomorfos de minerales máficos (~5%): Fenocristales de formas subhedrales a anhedrales, de tamaños <1500 micrones, completamente reemplazados por sericita y/o arcillas y/o carbonatos; ocasionalmente con relictos de piroxenos y playas de cloritas.

Matriz (~70%):

Criptogranular, compuesta de sílice aparentemente cloritizada (80%), asociada con moldes de feldespatos o minerales máficos (de tamaños <100 micrones). Ocasionalmente, se observa plagioclasas II, carbonatadas y/o sericitizadas/argilizadas (15%) y cuarzo I (5%). La sílice cloritizada generalmente también está limonitizada.

Minerales de alteración (~45%):

Limonitas (~20%): Como relleno de moldes de diseminaciones, playas y venillas de minerales opacos, y asociadas a la sílice de la matriz de la roca. Ocasionalmente las venillas se presentan asociada con carbonato II.

Carbonatos I (~10%): Como playas, reemplazando a moldes de fenocristales. Ocasionalmente asociados a sericita y/o arcillas.

Sericita (~7%): Como playas reemplazando a moldes de fenocristales, asociada con arcillas y/o carbonatos I

Arcillas (~4%): Como playas que reemplazan a moldes de fenocristales, intercrecida con sericita.

Cloritas (~3%): Rellenan playas y fracturas de los fenocristales.

Epídota (~<1%): Como relleno de moldes de fenocristales.

Otros minerales (~6%):

-Cuarzo II (~3%): Como agregados granulares de tamaños menores a 150 micrones, en las cavidades de la roca. También rellena fracturas, asociado con carbonatos II.

-Carbonatos II (~2%): Rellenan venillas y fracturas.

-Limonitas/hematita (~1%): Rellenando venillas.

Textura

Porfirítica.

Alteraciones

Limonitización y carbonatación débiles.

Sericitización, argilización y cloritización muy débiles.

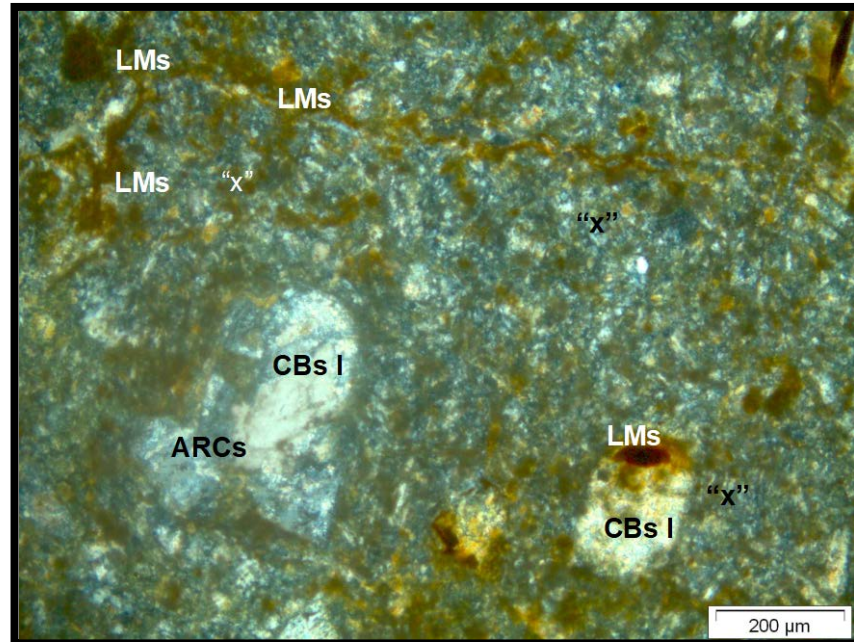
Nombre: Roca porfirítica feldespática limonitizada, carbonatada, sericitizada, argilizada y cloritizada.

Observaciones

La muestra está compuesta de fenocristales de plagioclasas I macladas, fenocristales de feldespato K, moldes de fenocristales de feldespatos, y minerales máficos carbonatados y/o sericitizados/argilizados (menos frecuentemente cloritizados o epidotizados, ocasionalmente con relictos de piroxenos), rodeados por una matriz criptogranular a microhojosa de sílice cloritizada asociada con moldes de feldespatos, o de minerales máficos carbonatados y/o sericitizados/argilizados, y de cuarzo I. Los fenocristales de feldespatos se encuentran parcialmente reemplazados por carbonatos I, sericita y/o arcillas.

El cuarzo II, se encuentra en las cavidades de la roca y en fracturas asociadas con carbonatos II.

Las limonitas/hematita se encuentran en venillas.



Moldes de fenocristales carbonatos (carbonatos I) y argilizados, rodeados por matriz criptogranular de sílice (cloritizada). Playas y venillas de limonitas.

Muestra 510-94268

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Muestra de origen intrusivo, de textura granular, cuya coloración varía desde gris claro a gris.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Minerales

Minerales primarios (~80%):

Plagioclasas (~40%): En cristales subhedrales (tabulares) generalmente maclados, con tamaños comprendidos entre 150 y 4000micrones, parcialmente reemplazados por arcillas/sericita, menos frecuentemente por epidota. Su composición aproximada es An₃₂ a An₃₆ (andesina).

Feldespato K (~28%): En cristales anhedrales, ocasionalmente pertíticos, de tamaños <1500 micrones, parcialmente reemplazados por arcillas/sericita, menos frecuentemente por epidota.

Cuarzo (~8%): En cristales anhedrales, intersticiales, de tamaños <600 micrones.

Anfíboles (~17%): En cristales de formas subhedrales (rómicos) con tamaños hasta de 1500 micrones, con escasos bordes de cloritas, y menos frecuentemente de epidota.

Piroxenos (~6%): En cristales de formas subhedrales, tamaños hasta de 1200 micrones; con escasos bordes de cloritas, y menos frecuentemente de epidota.

Biotita I (~<<1%): En cristales de formas subhedrales, listonados, de tamaños <300 micrones.

Minerales de alteración (~15%):

Arcillas (~10%): Como agregados de cristales microhojosos reemplazando feldespatos, ocasionalmente asociadas con sericita.

Sericita (~3%): Como agregados de cristales microhojosos reemplazando parcial a feldespatos.

Hematita (~1): Preferentemente en los bordes de las playas de minerales opacos.

Cloritas (~<1%): En bordes de minerales máficos y como playas.

Epidota (~<1): En bordes de minerales máficos, asociada con cloritas.

Otros minerales (~5%):

Opacos (~5%): Como disseminaciones con tamaños <150 micrones, que ocasionalmente llegan hasta 300 micrones; también en playas y en venillas.

Textura

Seriada, constituida por cristales de plagioclasas, feldespatos K, anfíboles, piroxenos y cuarzo intersticial (muy escasa biotita).

Alteraciones

Argilización, sericitización y oxidación muy débiles.

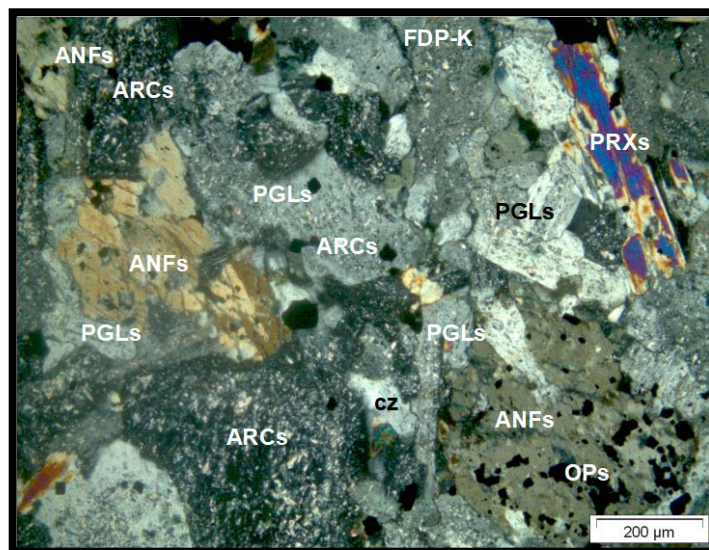
Nombre: Cuarzo monzonita a monzonita argilizada y sericitizada.

Observaciones

La muestra está constituida por agregado granular de diferentes tamaños compuestos de plagioclasas macladas, feldespato K, playas de anfíboles asociados con piroxeno y cuarzo anhedral intersticial.

Los feldespatos son parcialmente reemplazados por arcillas, menos frecuentemente por sericita, y los minerales máficos presentan escasos bordes de cloritas. La variación en el color de la roca es por la mayor presencia de minerales máficos y menor contenido de cuarzo (<2%).

Los minerales opacos ocurren como disseminaciones, playas y venillas, ocasionalmente reemplazados por hematita.



Cristales de plagioclasas y de feldespato K parcialmente reemplazados arcillas, asociada con anfíboles y piroxenos y cuarzo intersticial. Minerales opacos en playas. LT-NXs.

Muestra 51-091922

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Muestra de origen subvolcánico, de textura porfírica, constituida por fenocristales milimétricos negros grisáceos rodeados por matriz afanítica gris, con venillas de limonitas. Efervesce en HCl.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Minerales

Minerales primarios (~58%):

Fenocristales (~20%):

Seudomorfos de minerales máficos (~100%): Fenocristales de formas subhedrales con tamaños de 1000 a 4000 micrones, completamente reemplazados por carbonatos I y/o serpentina. Por la forma de los fenocristales, podrían ser olivino y/o piroxeno.

Matriz (~80%):

Presenta textura intersertal constituida preferentemente por plagioclasas de tamaños comprendidos entre 150 y 300 micrones, asociadas con escaso cuarzo I intersticial (de tamaños menores a 100 micrones). Las plagioclasas aparecen parcialmente reemplazadas por arcillas.

Minerales de alteración (~32%):

Carbonatos I (~15%): Ocurren como seudomorfos de minerales máficos, con bordes de limonitas I y venillas de limonitas II; ocasionalmente, también asociados con serpentina y como pequeñas playas en la matriz de la roca reemplazando a las plagioclasas.

Limonitas (~7%): en los bordes de seudomorfos de fenocristales de minerales máficos y como playas y venillas asociadas a carbonatos I y II.

Arcillas (~5%): Como playas, reemplazando parcialmente a las plagioclasas de la matriz.

Serpentina (~5%): Como seudomorfos de minerales máficos; ocasionalmente, también con playas de carbonatos I y bordes de limonitas.

Otros minerales (~10%):

Carbonatos II (~6%): como venillas asociadas a venillas de limonitas.

Cuarzo II (~3%): como agregados granulares de tamaños comprendidos entre 80 y 200 micrones, asociados a las cavidades de la roca.

Opacos (<~1%): como pequeñas playas.

Textura

Porfirítica a glomeroporfirítica reléctica.

Alteraciones

[Muy Débil (<10%); Débil (10-25%); Moderada (25-50%); Fuerte (50-75%) y Muy Fuerte (>75%)]

-Carbonatación débil.

-Limonitización, argilización y serpentinización muy débiles.

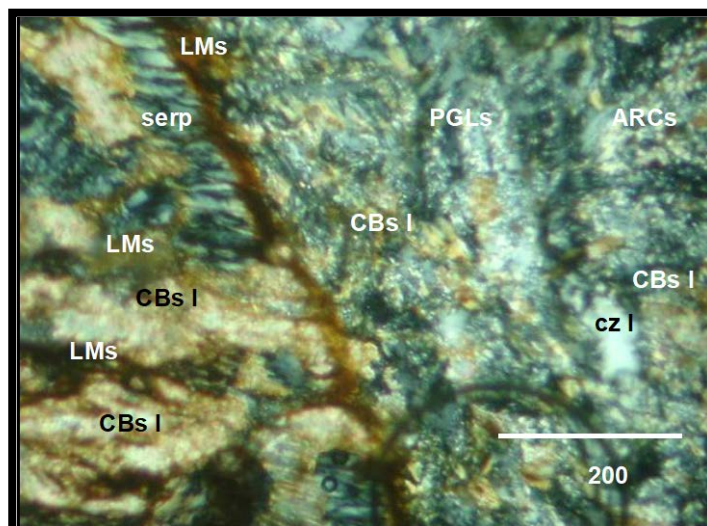
Nombre: Andesita porfirítica carbonatada, limonitizada, argilizada y serpentinizada.

Observaciones

La muestra está constituida por moldes o “grumos” de minerales máficos completamente reemplazados por carbonatos I y/o serpentina, rodeados por matriz afieltrada de plagioclasas y cuarzo I. Las plagioclasas se encuentran parcialmente reemplazadas por arcillas. Los carbonatos I suelen presentar playas y venillas de limonitas, al igual que el carbonato II.

El cuarzo II y los carbonatos II se encuentran rellenando cavidades.

Los minerales opacos ocurren como playas pequeñas y escasas.



Seudomorfo de mineral máfico reemplazado completamente por carbonatos I/serpentina/limonitas, rodeado por matriz de plagioclasas reemplazadas por arcillas asociadas con carbonatos I y cuarzo intersticial.

Muestra 510-93140

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Contacto entre roca I, de origen intrusivo y textura granular, constituida por cristales blancos amarillentos (argilizados), con playas de minerales negros (25%); y roca II, de textura porfírica, constituida por fenocristales milimétricos blancos rodeados por matriz negro grisácea.

DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Roca I

Minerales

Minerales primarios (~77%):

Feldespato K (~61%): Cristales de formas subhedrales (tabulares), generalmente maclados, de tamaños <2000micrones, parcialmente reemplazados por sericita/arcillas. Corresponden a ortosa y microclina.

Cuarzo (~30%): Cristales anhedrales, intersticiales, de tamaños < 1000 micrones.

Plagioclasas (~3%): Cristales subhedrales, tabulares, de tamaños <500 micrones, parcialmente reemplazados por sericita.

Biotita I (~3%): Cristales de formas subhedrales, listonados, intersticiales, con tamaños < 500 micrones, generalmente reemplazados por cloritas.

Anfíboles (~3%): Cristales de formas subhedrales (rómicos), con tamaños hasta de 500 micrones, parcial hasta completamente reemplazados por cloritas.

Minerales de alteración (~19%):

Cloritas (~7%): Como agregados de cristales microhojosos que reemplazan a biotita y anfíboles.

Limonitas (7%): Rellenan playas y en venillas.

Epídota I (~2%): Como playas, reemplazando parcialmente a feldespatos.

Sericita/arcillas (~2%): Como playas, reemplazando parcialmente a feldespatos.

Carbonatos (~1%): Asociados a playas de cloritas.

Otros minerales (~4%):

Opacos II (~2%): Como disseminaciones y playas de tamaños <500 micrones.

Epídota II (~2%): Rellenan venillas y cavidades de la roca.

Roca II

Minerales primarios (~ 86%):

Feldespato K (~63%): Cristales de formas subhedrales (tabulares) generalmente maclados, de tamaños <500 micrones, parcialmente reemplazados por sericita/arcilla. Corresponden a ortosa.

Anfíboles (~30%): Cristales subhedrales generalmente rómbicos, con tamaños < 500 micrones; constituyen playas.

Cuarzo (~7%): Cristales anhedrales, con tamaños < 50 micrones; ocurren en forma intersticial.

Minerales de alteración (~8%):

Sericita/arcillas (~5%): Como agregados de cristales microhojosos, reemplazando a feldespatos.

Limonitas/hematita (1%): Rellenan playas y venillas.

Biotita (~1%): Como cristales microhojosos.

Carbonatos (~<1%): Como playas en feldespatos.

Epídota (~<1%): Como playas en feldespatos.

Otros minerales (~6%):

Opacos II (~5%): Como disseminaciones y playas de tamaños < 200 micrones.

Cloritas (~1%): Rellenan cavidades de la roca.

Textura

Roca I: Inequigranular constituida por cristales de feldespato K, cuarzo, plagioclasas, biotita/anfíboles intersticiales.

Roca II: Inequigranular constituida por cristales de feldespato K, cuarzo, anfíboles intersticiales (de granulometría mas fina que la roca I).

Alteraciones

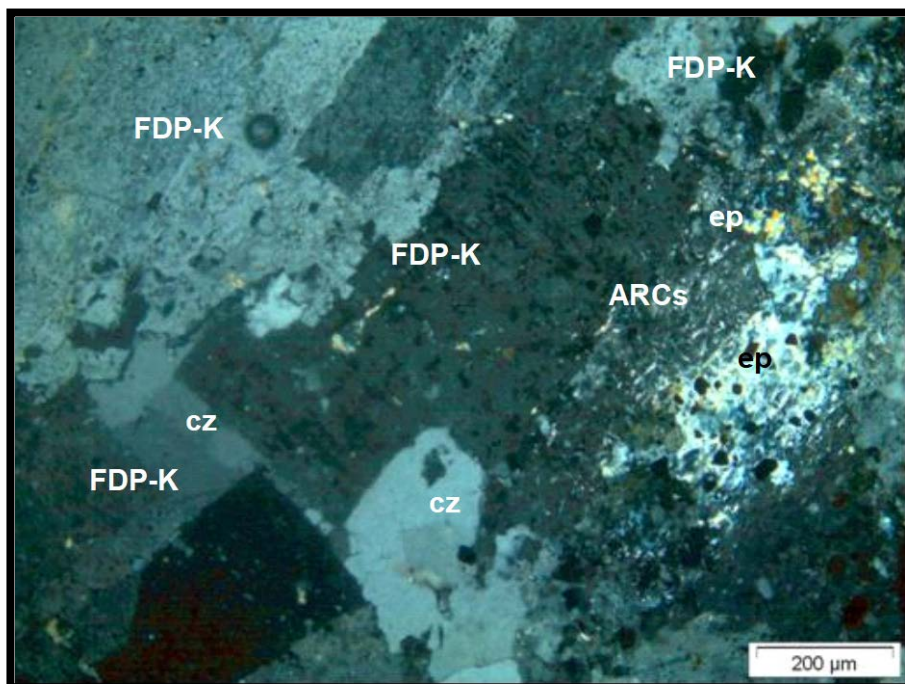
Roca I: Cloritización, limonitización, epidotización y carbonatación muy débiles.

Roca II: Sericitización, oxidación y biotitización muy débiles.

Nombre: Sienogranito cloritizado y limonitizado (roca I) gradando a sienita sericitizada (roca II).

Observaciones

La muestra está constituida por una roca I que consiste de agregados de cristales inequigranulares (con tamaños <2000 micrones) compuestos de cristales de feldespato K, cuarzo, plagioclasas, biotita/anfiboles intersticiales. El feldespato K y las plagioclasas son parcialmente reemplazadas por sericita/arcilla y playas de epidota. Los minerales máficos se encuentran reemplazados por cloritas (menos frecuentemente, por carbonatos). Además se observa limonitas en playas y en venillas. Esta roca I gradada hacia una roca II de textura inequigranular, mas fina (con tamaños < 500 micrones) en la cual disminuye el contenido de cuarzo y aumenta el contenido de anfíboles.



Roca I: cristales de feldespato K asociados con cuarzo. Arcillas/epidota reemplazan a feldespato K.