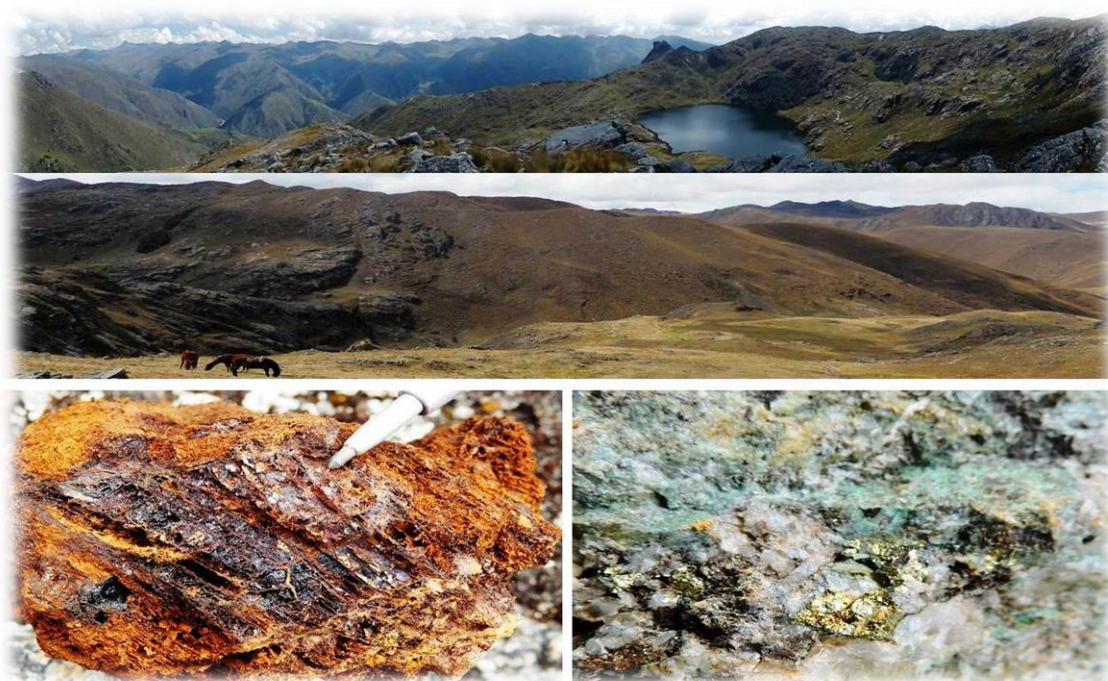




INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

ACTIVIDAD ANAP's



**INFORME FINAL DE LA PROSPECCIÓN GEOLÓGICA
MINERA DEL ANAP ANTABAMBA BLOQUE 2**

Elaborado por:

Geología

Andrés ZULOAGA, Elmer H. GÓMEZ.
Juan Paullo, Percy Mosqueira & Joel
Otero.

Geofísica

Ronal YUPA, José GUAINAZZO,
Carlos Valencia.

Junio, 2016



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

ACTIVIDAD ANAP's

**INFORME FINAL DE LA PROSPECCIÓN GEOLÓGICA
MINERA DEL ANAP ANTABAMBA BLOQUE 2**

Geología

Andrés ZULOAGA, Elmer H. GÓMEZ.
Juan Paullo, Percy Mosqueira & Joel
Otero.

Geofísica

Ronal YUPA, José GUAINAZZO,
Carlos Valencia.

Junio, 2016

ÍNDICE	<u>PÁGINA</u>
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN	3
1.1. UBICACIÓN Y ACCESOS	4
1.2. ESTUDIOS PREVIOS	7
1.3. CLIMA Y VEGETACIÓN.....	7
1.4. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS	8
1.5. CONCESIONES Y PROPIEDAD MINERA	9
1.6. TRABAJOS REALIZADOS	12
1.6.1. Geoquímica de rocas y sedimentos.....	12
1.6.2. Análisis espectral.....	12
1.6.3. Topografía	12
1.6.4. Cartografiado geológico.....	12
1.6.5. Geofísica terrestre	12
1.6.6. Trabajo social y seguridad	13
1.7. OBJETIVO.....	13
1.8. PARTICIPANTES	14
II. CONTEXTO GEOLÓGICO	15
2.1. GEOLOGÍA REGIONAL	15
2.1.1. Unidades litoestratigráficas.....	15
2.1.2. Rocas ígneas.....	18
2.1.3. Intrusivos menores	20
2.1.4. Depósitos cuaternarios	20
2.2. ASPECTOS METALOGENÉTICOS REGIONALES.....	21
2.2.1. Proyectos mineros y ocurrencias minerales circundantes al ANAP	23
III. GEOLOGÍA LOCAL.....	29
3.1. LITOLOGÍA.....	29
3.1.1. Diorita – Cuarzo diorita	29
3.1.2. Granodiorita – Cuarzo monzonita?	30
3.1.3. Cuarzo monzodiorita.....	31
3.1.4. Cuarzo monzonita	32
3.1.5. Diques hipoabisales félsicos.....	32
3.1.6. Xenolitos.....	33
3.1.7. Brecha intrusiva.....	34
3.2. ALTERACIONES HIDROTERMALES.....	35
3.2.1. Argílica	35
3.2.2. Propilítica.....	38

3.2.3.	Silicificación.....	39
3.2.4.	Cuarzo-sericita	40
3.3.	MINERALIZACIÓN	42
3.3.1.	Área Prospectiva (Target) Aysacocha-Huamansalcca.....	42
3.3.2.	Área Prospectiva (Target) Yahualja	53
3.3.3.	Área Prospectiva (Target) Pucacaullo-Queuñapujro	66
3.3.4.	Otras ocurrencias minerales fuera del ANAP.....	70
3.4.	CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN	72
3.5.	TIPO DE DEPÓSITO	72
IV.	MARCO ESTRUCTURAL	74
4.1.	SISTEMAS ESTRUCTURALES.....	74
4.1.1.	Fallas locales.....	74
4.1.2.	Fracturas/Diaclasas	80
4.1.3.	Lineamientos regionales.....	80
V.	ESTUDIOS ESPECIALES	81
5.1.	ESTUDIO PETROGRÁFICO	81
5.2.	ESTUDIO MINERAGRÁFICO.....	81
5.3.	ESTUDIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS “X”	82
5.4.	ESTUDIO DE INCLUSIONES FLUIDAS.....	83
VI.	PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA.....	91
6.1.	PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS DE QUEBRADA	94
6.1.1.	Recolección de muestras o método de muestreo y enfoque.....	95
6.1.2.	Aseguramiento y control de calidad	95
6.1.3.	Conclusiones.....	98
6.1.4.	Interpretación geoquímica de sedimentos de quebrada.....	98
6.2.	PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE ROCAS.....	105
6.2.1.	Recolección de muestras o método de muestreo y enfoque.....	105
6.2.2.	Aseguramiento y control de calidad	105
6.2.4.	Procesamiento geoquímico de rocas y estructuras.....	114
6.2.5.	Distribución geoquímica de rocas y estructuras.....	117
6.2.6.	Interpretación geoquímica de rocas.....	121
6.2.7.	Interpretación geoquímica de estructuras	124
VII.	PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	126
7.1.	MÉTODOS GEOFÍSICOS	126
7.1.1.	Métodos de polarización inducida.....	126
7.1.2.	Método de magnetometría.....	127

7.2.	TRABAJOS DE CAMPO E INSTRUMENTACIÓN	127
7.3.	PROCESAMIENTO DE DATOS	129
7.3.1.	Procesamiento de datos de polarización inducida	129
7.3.2.	Procesamiento de datos magnéticos	130
7.4.	INTERPRETACIÓN	131
7.4.1.	Interpretación de datos magnéticos	131
7.4.2.	Interpretación de datos de polarización inducida	133
VIII.	PROPUESTA DE PERFORACIÓN DIAMANTINA.....	141
	CONCLUSIONES.....	146
	RECOMENDACIONES.....	148
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
	ANEXOS	152

RESUMEN

El Área de No Admisión de Petitorio (ANAP) denominado Antabamba Bloque 2 se ubica en la Comunidad La Unión, distrito de Circa y provincia de Abancay, 46 km al sur de la ciudad de Abancay, capital de la región Apurímac. Abarca una extensión de 4,000 hectáreas a una altitud promedio de 4400 m.s.n.m, dentro de ésta se tiene tres áreas o sectores prospectivos (*Targets*) que muestran gran interés, ubicados en la parte noreste, central y noroeste, denominados; Aysacocha-Huamansalcca, Yahualja y Pucacaullo-Queuñapujro respectivamente.

La zona desde ya es de difícil acceso, por lo que la principal fuente de registro corresponde a la cartografía litológica, alteración y mineralización en sectores en donde ha sido posible el reconocimiento de campo. Las unidades litológicas identificadas son mayormente de composición ígnea plutónica, las mismas que se detallan según orden geo-cronológico (interpretación en relaciones de contacto y observaciones de campo) como; la diorita, granodiorita, cuarzo monzodiorita, stock cuarzo monzonita y diques porfídicos.

La alteración hidrotermal está relacionada espacialmente con las unidades litológicas. Se distinguen claramente las alteraciones como; propilítica (tipo clorita – epidota ± sericita), argílica, silicificación y cuarzo-sericita, esta última restringida a estructuras vetiformes, diques y a dos brechas intrusivas.

Las ocurrencias de minerales reconocidos en el ANAP son del tipo, vetas/vetillas, venillas, brechas y diseminado, esta última asociada a los diques porfídicos.

Asimismo, se han reconocido fallas y lineamientos de gran importancia que nos ha permitido relacionar con la alteración, mineralización, geoquímica y geofísica, estas coinciden con rumbos regionales (andinos y tras-andinos) detalladas de la siguiente manera; los de rumbo N 40° a 50° O (NO-SE), los de N 30°-54° (NE-SO) y los de N 10-15° (N-S).

Con los resultados geoquímicos de sedimentos de quebrada se determinó la existencia de cuatro elementos anómalos: Au (valor máximo 397 ppb), Cu (valor máximo 133.9 ppm), Mo (valor máximo 38.12 ppm) y Zn (valor máximo 90 ppm) respectivamente.

Del total de muestras recolectadas (416) y procesadas estadísticamente (402), 266 corresponden a esquirlas de roca y 136 a estructuras vetiformes. Las anomalías geoquímicas de rocas presentan en Au > 30 ppb, Ag > 1 ppm, Cu > 100 ppm, Mo > 15 ppm, W > 15 ppm, Pb > 50 ppm y Zn > 90 ppm. Mientras que, las estructuras vetiformes presentan: en Au hasta 81 ppm, Ag hasta 330 ppm, Bi hasta 2774 ppm, Cu hasta 6.7%, Mo hasta 1.01%, W hasta 865.3 ppm, Pb hasta 3961 ppm, Zn hasta 2970 ppm y As hasta 3942 ppm.

En el área prospectiva (Target) Aysacocha-Huamansalcca se ha confirmado en profundidad anomalías de bajo magnético, cargabilidad y resistividad típicas de un pórfido, como evidencia de esto también se tiene vetas mesotermales de Cu-Au-Ag identificadas en superficie. La anomalía de cargabilidad de 25-35 mV/V es notoria desde los 50 metros y persiste hasta los 500 metros en profundidad. En cambio, en el área de Yahualja, la prospección geofísica se realizó hacia el sector este y norte, donde el bajo magnético y una pequeña anomalía en cargabilidad identificada a 500 en profundidad se relacionarían con las vetas Apacheta y Minasjata. Adicionalmente a esto en el sector central sur de esta se tiene evidencias de mineralización del tipo venillas de calcopirita (ocasionalmente con cuarzo) y anomalías de cobre-molibdeno en rocas, donde la geofísica no llegó a investigar. Cabe señalar también que en el área Pucacaullo-Queuñapujro no se realizaron trabajos de prospección geofísica.

Como resultado de los trabajos de geología de campo y geofísica realizados en el ANAP Antabamba Bloque 2 nos permitimos sugerir que: el área prospectiva (Target) Aysacocha-Huamansalcca corresponde a un depósito tipo pórfido (Cu-Mo-Au) en profundidad; Yahualja corresponde a una zona de venillas con mineralización de (Cu-Mo) y adyacentes a ella vetas mesotermales y polimetálicas y; finalmente, el área prospectiva Pucacaullo-Queuñapujro corresponde a una zona de vetas de cuarzo con mineralización de Cu-Au-Ag.

El estudio del ANAP Antabamba Bloque 2 ha sido sustentado por otros estudios complementarios como; petromineralógicos, Difracción de Rayos X y estudios de inclusiones fluidas, la primera ha permitido caracterizar las unidades litológicas con alteraciones asociadas, la segunda distinguir minerales de alteración no identificadas en sección delgada, como actinolitas y sericita verde, mientras que la tercera, para determinar la temperatura de formación más su salinidad de venillas y vetas de cuarzo, esto en cuatro muestras.

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en cumplimiento a lo dispuesto por el Ministerio de Energía y Minas el año 2013, donde le otorga el Área de No Admisión de Petitorios (ANAP's), con 4,000 hectáreas denominada "Antabamba Bloque 2", mediante el Expediente N° 2003905 y Decreto Supremo 007-2013-EM (01 de marzo del 2013), realizó los trabajos de prospección que se reportan.

Durante los años 2014 y 2015, se efectuaron trabajos de geología y geoquímica en cinco campañas de campo, logrando reconocer hasta en un 90% el área, asimismo se realizaron trabajos de prospección geofísica; magnetometría y polarización inducida, con los que se determinaron zonas de interés prospectivo de mediano a alto.

Para el presente informe se toma también como referencia informaciones publicadas por expertos en yacimientos del tipo pórfido Cu-Mo-Au emplazados dentro del Batolito Andahuaylas-Yauri y depósitos tipo Skarn Cu-Ag-Au en contacto con rocas carbonatadas. Como se sabe el batolito es considerado como un gran metalotecto para albergar depósitos del tipo pórfido, tales como el Proyecto La Yegua (Cu-Mo-Au) de la compañía minera Bear Creek Mining Company, Tumipampa (Cu, Ag, Au) de la compañía minera Dynacor Gold Mines dentro de los más próximos al área del ANAP.

Los resultados obtenidos en el presente estudio, muestran claras anomalías geoquímicas en cobre-molibdeno-oro, relacionadas a estructuras vetiformes y venillas, asimismo, se muestra un sector definido con un bajo magnético y anomalías de cargabilidad en el área prospectiva (Target) Aysacocha-Huamansalcca.

1.1. UBICACIÓN Y ACCESOS

El ANAP Antabamba Bloque 2, políticamente se sitúa dentro de la región Apurímac, provincia de Abancay, distrito de Circa (Figura 1.1) e involucra a las Comunidades campesinas de Pampallacta, Chacoche, Chapimarca Pampallacta y La Unión, esta última cubre casi el 85% del área de estudio (Figura 1.2), geográficamente se emplaza en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los andes peruanos.

La topografía, es bastante agreste con altitudes que van desde 3,500 a 4,900 m.s.n.m., que compromete al cuadrángulo de Antabamba (29q) y como coordenadas centrales referenciales UTM se tiene: WGS 84; 724,000 E y 8'446,000 N.

Los accesos al área de estudio se pueden realizar por vía terrestre y vía área-terrestre el mismo que se muestran en las siguientes tablas 1.1 y 1.2.

Tabla 1.1. Acceso vía terrestre

Tramo	Km	Tipo de acceso
Lima – Nasca	430	Carretera Asfaltada
Nasca - Desvío Yacca	425	Carretera Asfaltada
Desvío Tacca – Tamburqui - Área de estudio	75	Carretera Afirmada y acémilas
Total	930	

Tabla 1.2. Acceso vía aérea-terrestre

Tramo	Km	Tipo de vía
Lima – Cusco	1102	Aérea
Cusco - Abancay-desvío Yacca	545	Terrestre
Desvío Yacca - Tamburqui - Área de estudio	75	Terrestre
Total	1722	

Las carreteras asfaltadas en general son buenas y las afirmadas regulares, por lo que se puede circular sin problemas.

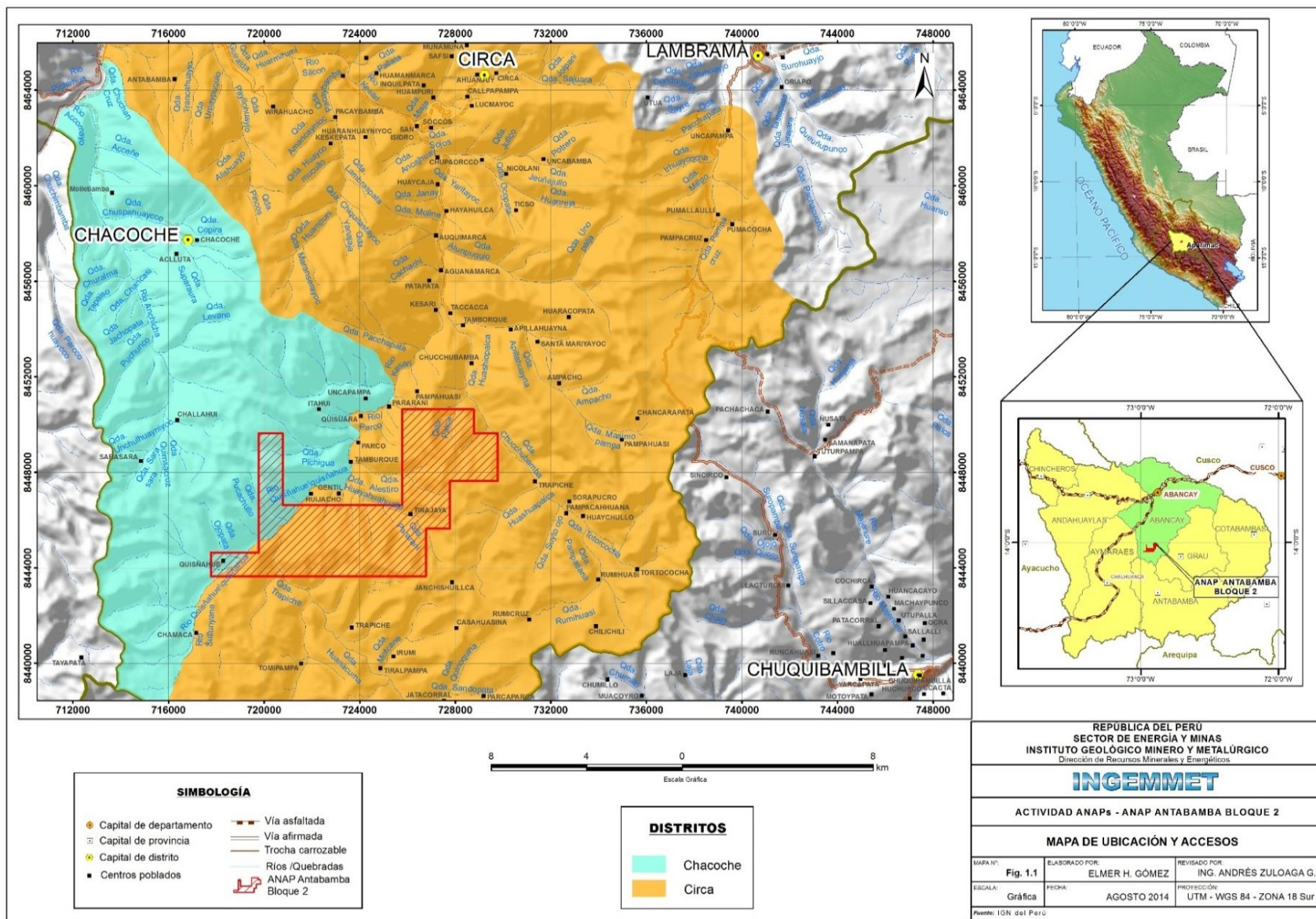


Figura 1.1. Mapa de ubicación del ANAP Antabamba Bloque 2.

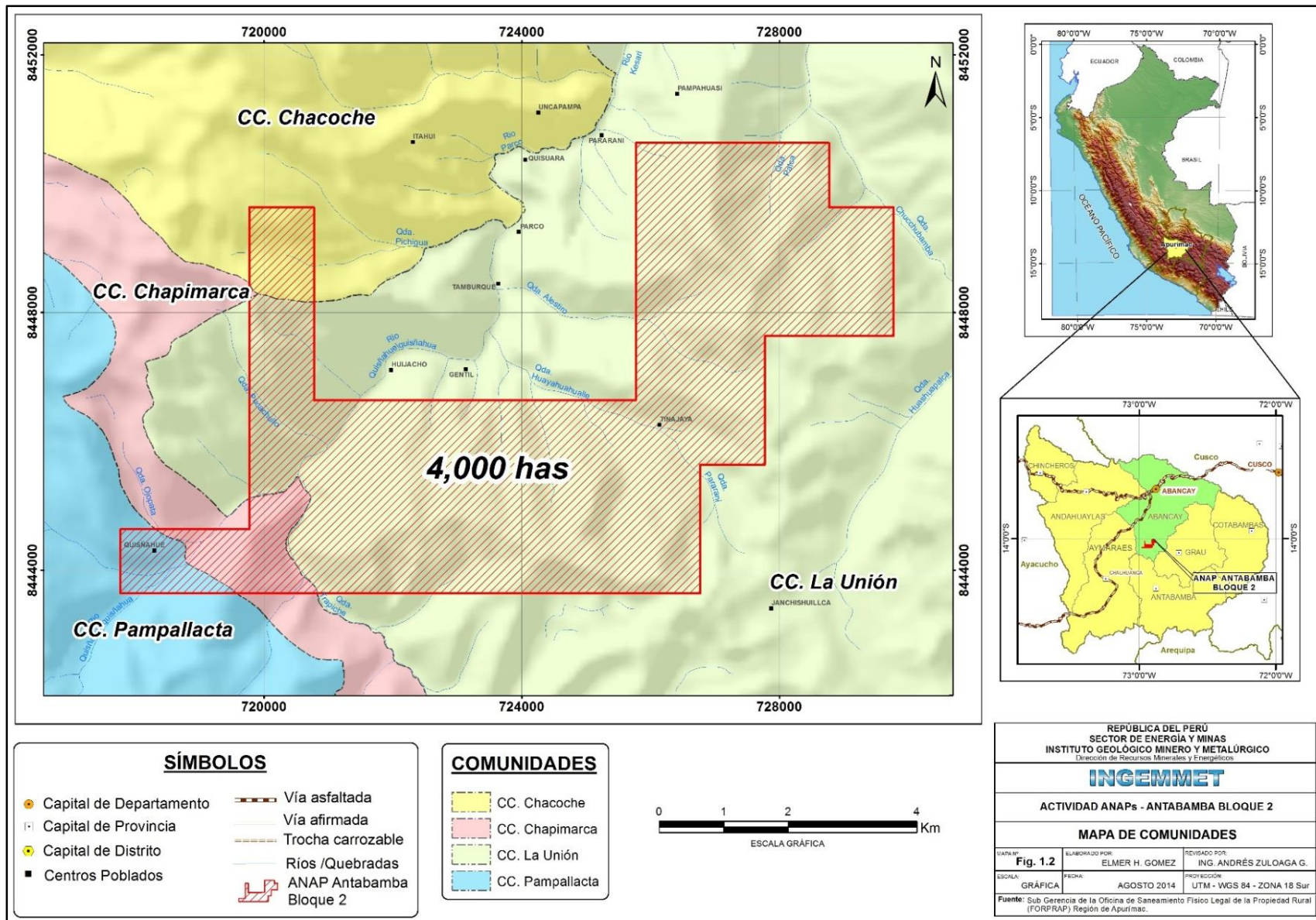


Figura 1.2. Mapa de comunidades del ANAP Antabamba Bloque 2

1.2. ESTUDIOS PREVIOS

Regionalmente, el Batolito Andahuaylas-Yauri siempre despierta un gran interés geológico-económico. Sin embargo, el área del ANAP Antabamba Bloque 2 antes de su inicio de trabajo no contaba con estudios de evaluación geológica conocida o publicada, sin embargo, existen zonas colindantes al ANAP, que sí han sido estudiadas y cuyos resultados publicados, por ejemplo; el proyecto La Yegua que se ubica al oeste del ANAP y hacia el sur, el proyecto Tumipampa, este último presentado en el XVII Congreso Peruano de Geología realizado en la ciudad de Lima.

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), mediante la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos firmó un convenio de Cooperación Internacional con el Servicio Geológico de Corea, Titulado “Evaluación del Potencial de los Depósitos Minerales en el Batolito Andahuaylas - Yauri”. Esta investigación formó parte del proyecto GE-24, considerado en el plan Operativo Institucional del 2010.

El Área de No Admisión de Petitorios (ANAP's) Antabamba Bloque 2 fue solicitada por INGEMMET al Ministerio de Energía y Minas, el 06 de enero del 2011 con una extensión de 4,000 has (40 km²), concedido con el Expediente N° 2003905 y Decreto Supremo 007-2013-EM (01 de marzo del 2013).

En el 2014 y en el 2015, se realizó la evaluación geológica-minera de la misma, alcanzando a cubrir el 90% del área, paralelamente a estos, en los años indicados se ejecutaron trabajos de prospección geofísica como; magnetometría y polarización inducida.

1.3. CLIMA Y VEGETACIÓN.

La zona de trabajo se ubica a altitudes que varían entre los 3500 y 4900 m.s.n.m. Es una de las localidades más frías del Perú (SENAMHI), la mayor parte del área de estudio se puede clasificar como la de “Paramo Húmedo” Sub-Alpino, las precipitaciones se dan en forma de copos de nieve; su topografía es muy agreste; presenta una flora de abundante ichu conformando pajonales y quenuales que conforman bosques en quebradas cerradas.

En la zona, las cotas superiores a los 4,500 m.s.n.m. presentan temperaturas que descienden a -15° centígrados y los valles son de tipo V con una erosión activamente fuerte.

La fisiografía del ANAP es muy agreste, típico de la Cordillera de los Andes, también caracterizada por presentar un relieve montañoso, cuya topografía es heterogénea con cimas empinadas y paisajes típicos de punas altas. Las laderas presentan pendientes muy variables desde empinadas, con elevaciones que van desde 3500 a 4900 m.s.n.m. Litológicamente predominan rocas ígneas intrusivas.

También, se ha reconocido una importante morrena caracterizada por su elevada altitud, constituyendo una geoforma de agradación. La altitud que alcanza son de 3980 a 4550 m.s.n.m. Consta de una mezcla heterogénea de gravas y limos con algunos bloques no mayores a 40 cm de diámetro.

1.4. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS

El ANAP no se encuentra accesible a infraestructura pública ni tampoco acceso directo, puesto que el único acceso inmediato es mediante la carretera Lima-Nasca-Chalhuanca-Yaca-Anexo Tamburqui, donde el tiempo de recorrido desde Abancay hasta Tamburqui es de 2 horas aproximadamente.

El único acceso al ANAP es por el extremo este del área, partiendo desde el anexo Tamburqui con dirección a Chuquibambilla (carretera afirmada) hasta llegar al desvío Illani (1 hora y 30 min), inmediatamente después, nos dirigimos hacia el abra Jinchuquillca (carretera trocha carrozable), este tramo del desvío al abra tiene ~8.3 km, empleando un tiempo aproximado de 1 hora.

Sin embargo, para llegar al área central del ANAP se deberá caminar con la ayuda de acémilas, empleando un tiempo de 3 a 4 horas.

La ciudad de Abancay, capital de la región Apurímac, reúne las comodidades necesarias como; hospedajes, logística, almacenamiento de materiales, agencias de viaje para

envíos y recepción de muestras, y otros requerimientos; así como para el transporte del personal de trabajo. Es importante mencionar y tener en cuenta, que en los anexos Tamburqui y Quesari se puede conseguir mano de obra, tanto como para la etapa de prospección y exploración.

Para pasar de una etapa de prospección a una de exploración, se tendrá que construir infraestructura como: campamento, accesos, etc.

1.5. CONCESIONES Y PROPIEDAD MINERA

El ANAP Antabamba Bloque 2, involucra 4,000 hectáreas de área superficial, cuyas coordenadas con sus 16 vértices se muestran en la tabla 1.3 y en la Figura 1.3.

El área limita con principales empresas mineras: (1) por el norte con concesiones mineras de Barrick Misquichilca, (2) hacia el noroeste con la empresa Bear Creek Minig Company (Proyecto La Yegua), (3) por el sur con la empresa Dynacor Golg Mines Inc (Proyecto Tumipampa) y hacia el sureste con la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Asimismo, cercanos al área se ubican pequeñas empresas como; Mineros Prospectores E.I.R.L, Golden Ideal GOLD MINING SAC y otras concesiones particulares; tal como se observa en la Figura 1.4.

Tabla 1.3. Coordenadas UTM PSAD56 de vértices del ANAP Antabamba Bloque 2.

Vértices	PSAD 56 18 S		Vértices	PSAD 56 18 S	
	Este	Norte		Este	Norte
1	729000	8451000	9	718000	8444000
2	729000	8450000	10	718000	8445000
3	730000	8450000	11	720000	8445000
4	730000	8448000	12	720000	8450000
5	728000	8448000	13	721000	8450000
6	728000	8446000	14	721000	8447000
7	727000	8446000	15	726000	8447000
8	727000	8444000	16	726000	8451000

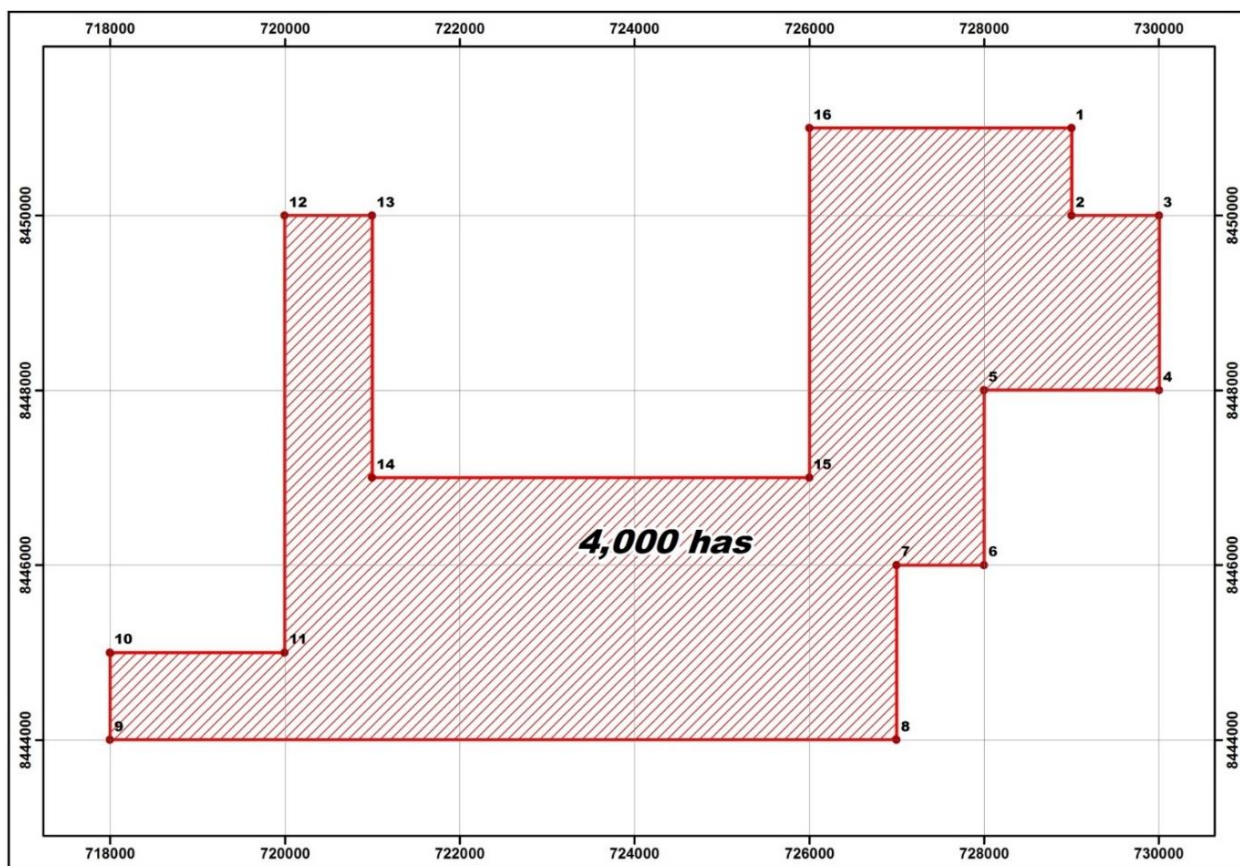


Figura 1.3. Mapa de vértices del ANAP Antabamba Bloque 2

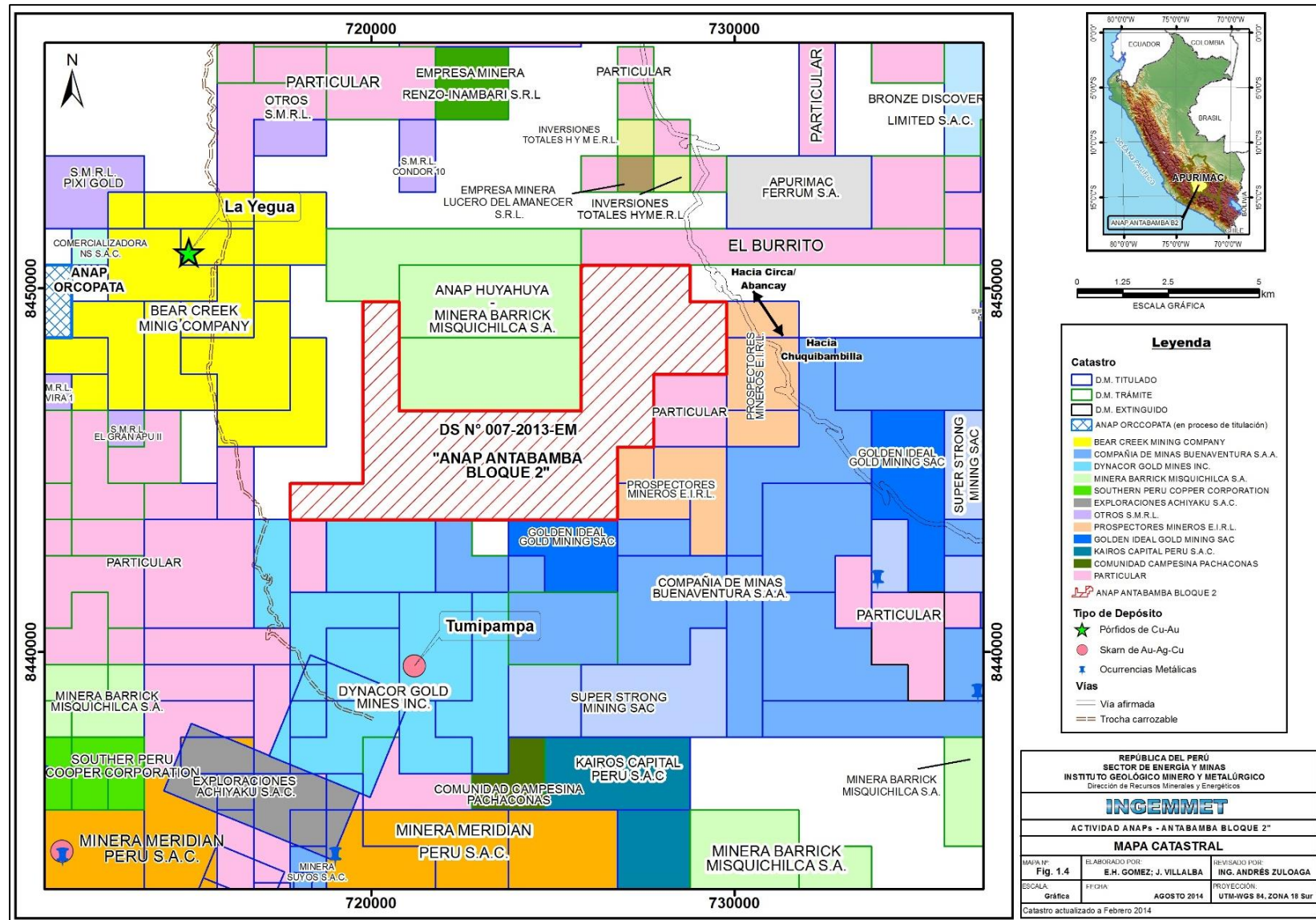


Figura 1.4. Mapa catastral del ANAP Antabamba Bloque 2.

1.6. TRABAJOS REALIZADOS

1.6.1. Geoquímica de rocas y sedimentos

En el presente estudio, se han recolectado un total de 416 muestras de roca-menas y 23 muestras de sedimentos de quebrada, con el fin de identificar áreas prospectivas (targets) dentro del ANAP.

1.6.2. Análisis espectral

Como material de trabajo, se realizó el procesamiento y estudio de imagen áster, a fin de identificar anomalías espectrales como; óxidos, arcillas y la determinación de alteraciones hidrotermales guías (fílica, propilítica y argílica), trabajo hecho por el Laboratorio de Teledetección INGEMMET.

1.6.3. Topografía

Para el cartografiado respectivo, se tuvo una imagen restituida (Ortoimagen), realizada por la empresa Proyectistas Técnicos del Perú. Esta información se adjunta digitalmente en el archivo **RESTITUCIÓN BLOQUE 2** disponible en la ruta: **Antabamba Bloque 2 / Archivos GIS / Mapas elaborados por Proyectistas Técnicos / GIS.**

1.6.4. Cartografiado geológico

Fueron cartografiadas 3,900 hectáreas de las 4,000 que conforman el ANAP, representando un 97% del área de estudio, esta consistió en la toma de datos litológicos, fallas, alteraciones hidrotermales y tipos de mineralización.

1.6.5. Geofísica terrestre

Se realizaron trabajos de prospección geofísica que mostraron resultados muy favorables. Es así que en el área prospectiva (target) Aysacocha-Huamansalcca se tiene un bajo magnético y anomalías de cargabilidad muy marcadas que se evidencia desde 50 hasta 500 metros de profundidad. Hacia el flanco este, en el área de Yahualja, también se muestra un bajo magnético, sin embargo los resultados en IP no son favorables.

1.6.6. Trabajo social y seguridad

Previo al inicio de los trabajos en el ANAP, se realizaron charlas y taller explicativo en los anexos de Tamburqui, Pararani y Quesari (Foto 1.1), que pertenecen a la comunidad La Unión, estos se realizaron durante los meses de abril y junio del 2014, así como en julio del 2015, se expuso los principales objetivos de las actividades a realizar.

Es importante resaltar que la estadía de campo en la zona del poblado de Tamburqui y anexos aledañas fueron de lo más cordiales, armoniosas y de respeto mutuo. Asimismo los pobladores y comunidad en general se han mostrado favorable a que se realice el estudio geológico-minero en el ANAP y están llanos a seguir colaborando a posteriori.



Foto 1.1. Charla informativa en el Anexo Tamburqui – Comunidad La Unión.

1.7. OBJETIVO

El objetivo principal del estudio es determinar dentro del ANAP la existencia de zonas o áreas de interés prospectivo por Cu, Mo y Au relacionados a mineralización del tipo pórfido u otros, que se encuentra dentro de un cinturón de cobre llamado “Andahuaylas-Yauri”.

1.8. PARTICIPANTES

El desarrollo de los trabajos de campo y gabinete involucró a los profesionales siguientes:

Andrés Zuloaga^{1,3,4,5}: Jefe del Proyecto

Geólogos:

Juan Paullo², Percy Mosqueira³, Elmer H. Gómez^{1,2,3,4,5}, Joel Otero³, Eder Villarreal⁴ y Jesús Villalba^{1,2} (Etapa campo y gabinete).

^{1,2,3,4,5} = campañas de campo (1ra, 2da, 3ra, 4ta y 5ta).

Dra. Carmen Juli Sucapuca Goyzueta (Estudios de petrografía y mineragrafía).

Palermo Carrasco (Estudios de Difracción de Rayos X).

Ana Condorhuaman, Miguel Chumbe y Mariela Rondón (Estudios de petrografía, mineragrafía e inclusiones fluidas) Laboratorio de Petromineralogía-INGEMMET.

Geofísicos

Ronald Yupa, Carlos Valencia y José Guainazzo (campo y gabinete).

II. CONTEXTO GEOLÓGICO

2.1. GEOLOGÍA REGIONAL

El marco geológico regional lo constituyen rocas sedimentarias marinas jurásicas del Grupo Yura, estas a su vez infrayacen a rocas calcáreas de la Formación Arcurquina (antes Fm. Ferrobamba) del Cretáceo medio. Esta secuencia es intruida por rocas intrusivas del Batolito Andahuaylas-Yauri, el cual se caracteriza por presentar un magmatismo calcoalcalino con medio a alto contenido de potasio (Clark et al., 1990), también caracterizado por un ambiente metaluminoso con magmatismo tipo I, relacionado a pórfidos de Cu-Au-Mo (Rivera et al., 2010).

2.1.1. Unidades litoestratigráficas

Adyacente al área de estudio sureste aflora una secuencia sedimentaria constituida por rocas del Grupo Yura y Formación Arcurquina, intruidas por el Batolito (ver mapa regional en Anexo IV.1).

2.1.1.1. Grupo Yura

El Grupo Yura fue descrito por Jenks., 1948; Benavides., 1962 (*en memoria descriptiva del cuadrángulo de Antabamba 29-q, 1:50,000*), se muestra en las inmediaciones del área de trabajo como areniscas de grano medio a fino, de coloraciones grises amarillentas, verdes y pardas con presencia de fósiles e intercaladas con delgados niveles de limoarcillas de la **Formación Puente (Jm-pu)**, se le puede observar en el cerro Yanaccacca y quebrada Rumihuasi, presenta un rumbo NO-SE y un buzamiento de 40° al SO. Suprayaciendo a estas se tiene una secuencia de limoarcillitas negras, grises a verdes bien estratificadas y laminadas, intercaladas con niveles delgados de areniscas grises y cuarcitatas de la **Formación Cachios (Jm-ca)**, sobre esta secuencia se tiene una alternancia monótona de bancos de areniscas grises a gris claras, de grano medio a fino con estratificación sesgada, en estratos medianos a delgados con esporádicos niveles de limoarcillitas oscuras y grises. A la parte superior presenta intercalaciones de areniscas cuarzosas beige a blancas con estratificación sesgada y limoarcillitas oscuras a gris clara pertenecientes a la **Formación Labra (Js-la)**, se evidencian muy notoriamente en el cerro Acarane y en la quebrada Rumihuasi, su rumbo varía de EO y NO con buzamientos de 56° y 60°;

superponiendo a la Fm. Labra se tiene a limoarcillitas negras y grises con intercalación de niveles delgados de caliza, de poca potencia pertenecientes a la **Formación Gramadal**. En la parte superior del Grupo Yura se tiene a la **Formación Hualhuani (Ki-hu)** compuesta por una alternancia de areniscas cuarzosas blancas de grano fino a medio con estratificación cruzada y delgados niveles de limoarcillitas negras carbonatadas, tienen una distribución amplia al sureste del ANAP, por los cerros Cayrahue y Chontane, de rumbo SO-NE y buzamientos que varía de 35° a 47°; cerca de la Laguna Azulcocha, zona denominada Challaccasa; estos estratos de areniscas con niveles delgados de limoarcillas, presentan buzamiento sub-vertical y rumbo N65°E.

Es precisamente en esta formación donde, se evidencia una brecha tectónica (polvo de roca) monomítica con clastos subangulos a subredondeados, soportados por una matriz de OxFe (hm-jar-goe) que tiene aproximadamente 150 m de longitud y 1 a 1.5 m de potencia, con rumbo N172° y un buzamiento de 54°E. En el mes de junio del 2014 estuvo siendo explotada por mineros artesanales, sin embargo, actualmente queda aislada de cualquier tipo de actividad minera.

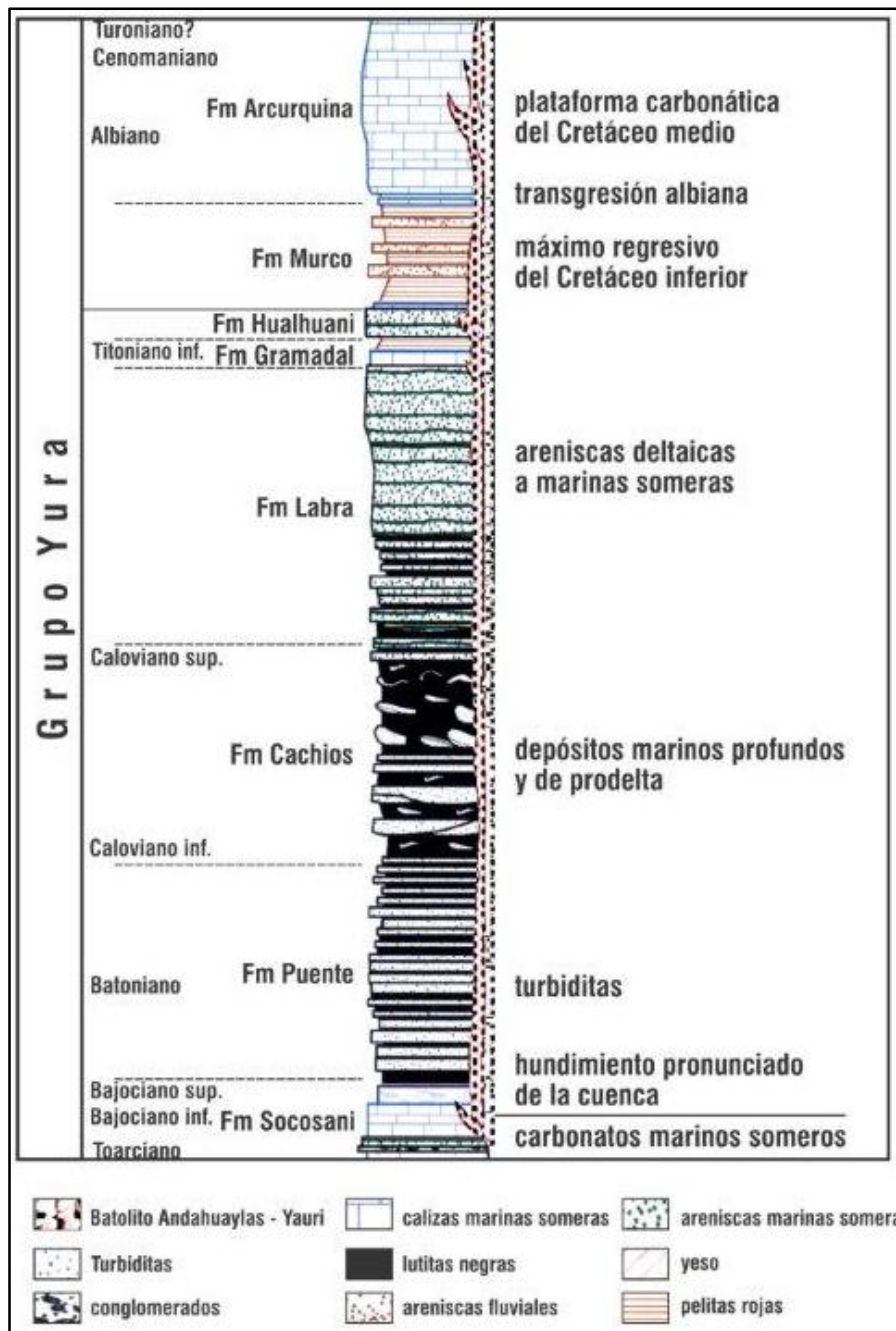


Figura 2.1. Columna estratigráfica del Grupo Yura y de las formaciones Murco y Arcurquina, asimismo, se muestra los intrusivos que cortan toda la secuencia sedimentaria (tomado y modificado de Sempere et al., 2004).

2.1.1.2. Formación Arcurquina (Kis-ar)

Los afloramientos de la Formación Arcurquina circundan el área del ANAP, se ubican por la quebrada Totorcocha (margen derecha) (Figura 2.2), en el cerro Llicahue y por la quebrada Suyto (margen derecha). Esta, se presenta como estratos grises y negros a la base, asimismo, hacia la parte media presenta buena estratificación en estratos delgados a medianos y hacia el tope, las calizas se presentan masivas en estratos

medianos a gruesos. Además, es importante resaltar que esta secuencia calcárea se presenta muy plegada, con abundantes fósiles y nódulos de chert. El espesor estimado es de aproximadamente 800 a 900 m.

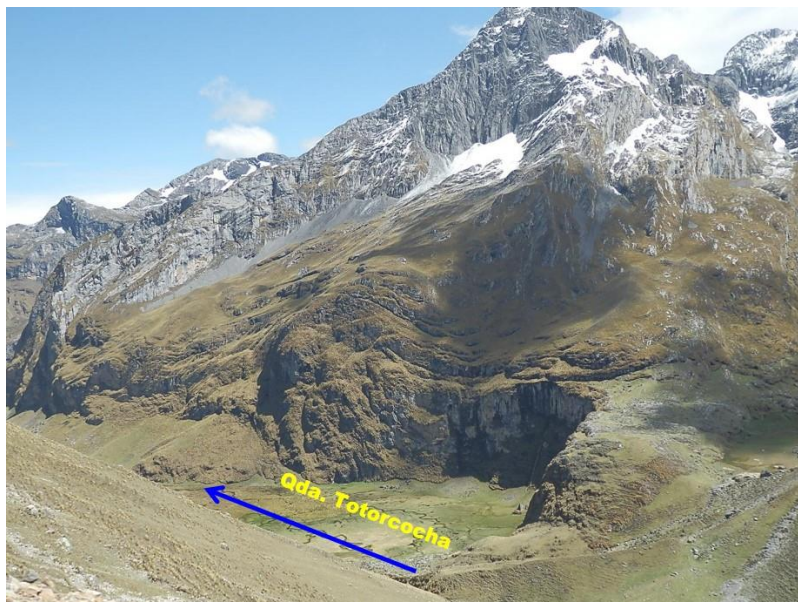


Figura 2.2., Afloramiento de calizas plegadas de la Formación Arcurquina (Kisar), ubicadas hacia la margen derecha de la quebrada Totorcocha. Vista mirando al norte.

2.1.2. Rocas ígneas

Las rocas intrusivas que afloran en el ANAP Antabamba Bloque 2 pertenecen al Batolito Andahuaylas-Yauri. Como es de amplio conocimiento, el Batolito se emplazó en dos eventos magmáticos; el primero, compuesto por gabros, dioritas, microdioritas y cuarzo-dioritas que representan el 80%, mientras que el segundo evento, por granodioritas, tonalitas, monzonitas, diques andesíticos y dacíticos que cortan al primer grupo (Carlier et al., 1989; Bonhomme y Carlier, 1990; Carlotto 1998).

Desde el punto de vista geo-económico, el segundo evento magmático es el de mayor interés exploratorio, y es a éste al que se relacionan la mayoría de depósitos minerales encontrados.

Estas facies intrusivas más diferenciadas se encuentran distribuidas irregularmente por toda la región.

La edad del Batolito ha sido determinada por relaciones estratigráficas regionales y datos geocronológicos. En efecto, las edades K-Ar reportadas por Carlier et al. (1996),

Carlotto (1998) y Perello et al., (2002-2003) (Figura 2.3), señalan una edad Eoceno medio a Oligoceno inferior (~48 – 32 Ma).

Por otra parte, el área ANAP Antabamba Bloque 2 se ubica en el extremo noroeste del cuadrángulo de Antabamba (29-q). donde Valdivia y La Torre (2003) han reconocido plutones, denominados Parco (PN-pa-/pa-di) y Negroconcha (PN-pa/ne-mcmdi) siendo asignado a la Unidad Parco. Estos intrusivos están constituidos por diorita, meta cuarzo-monzodioritas y cuarzo dioritas que cortan al Grupo Yura y a la Formación Arcurquina respectivamente (Figura 2.4). Sin embargo con el presente estudio, éstas rocas varían lateralmente hacia el oeste, mostrando una composición intermedia a ácidas, comprendidas entre dioritas, cuarzo dioritas, cuarzo monzodioritas, granodiorita y a cuarzo monzonitas.

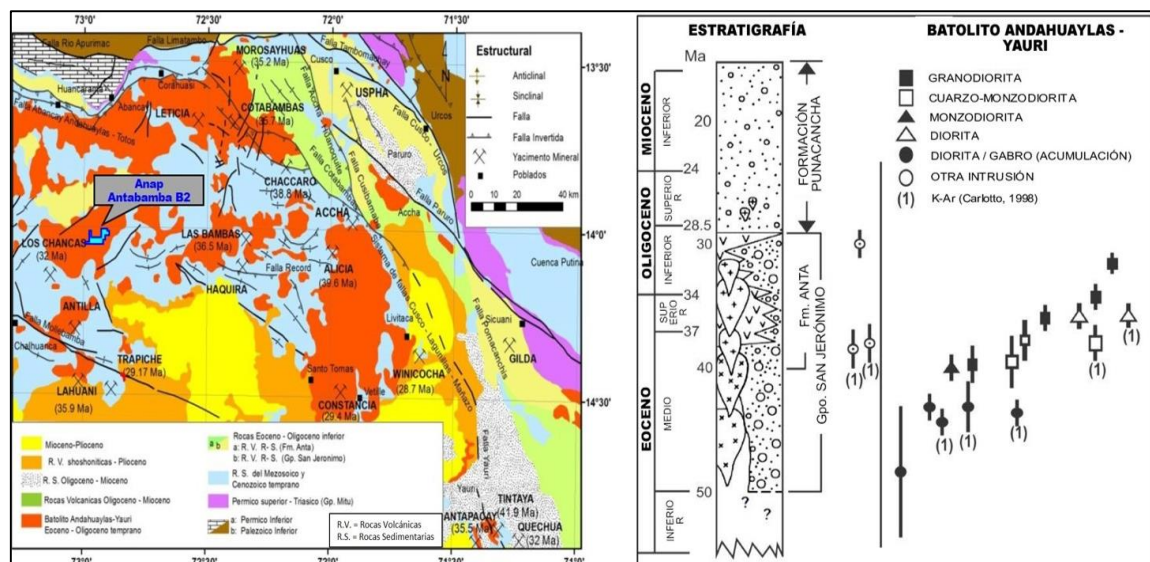


Figura 2.3. A la izquierda se observa la geología regional y principales yacimientos de pórfidos y skarns de Cu-Mo (Au-Zn) relacionados al Batolito Andahuaylas-Yauri, asimismo, se muestra el área donde se ubica el ANAP Antabamba Bloque 2 con respecto a este (tomado y modificado de Carlotto (1998) y Perelló (2003)). Hacia la derecha se muestra las composiciones y facies intrusivas principales del Eoceno-Oligoceno (tomado y modificado de Perello et al., 2003).



Figura 2.4. Rocas intrusivas del Batolito Andahuaylas-Yauri cortando secuencias calcáreas de la Fm. Arcurquina. Imagen tomada de GoogleEarth.

2.1.3. Intrusivos menores

Cortando a los intrusivos dioríticos, granodioríticos, cuarzo monzodioríticos y cuarzo monzoníticos, espacialmente se ubican diques porfiríticos y diques/vetilas aplíticos; los diques son de textura porfídica de grano medio a fino con cristales de cuarzo, hornblenda y biotita, presentan tonalidades gris verdosa a gris clara; en cambio los diques aplíticos son de grano fino con presencia de cuarzo en mayor porcentaje, seguida de feldespato potásico y plagioclasas, escasos máficos (hornblenda y biotita), estos diques se presentan con tonalidades que varía de beige a rosáceo.

2.1.4. Depósitos cuaternarios

Depósitos Holocénicos conformados por las acumulaciones de gravas, arenas y limos retrabajados, se ubican conformando depositos coluviales, morrenas, terrazas aluviales y en los cauces de los ríos y quebradas.

Los depósitos Pleistocénicos consisten en secuencias fluvioglaciares conformadas por gravas, cantos, arenas y limos, de composición similar a los intrusivos intermedios – ácidos, predominantemente, con fragmentos redondeados a subredondeados. Así como en depósitos morrénicos consistentes en acumulaciones de gravas y bloques subangulosos a angulosos de rocas intrusivas dioríticas-monzoníticas consolidados en

una matriz arenolimososa.

2.2. ASPECTOS METALOGENÉTICOS REGIONALES

En el Perú se han definido 23 franjas metalogenéticas (Acosta et al., 2010). Estas franjas representan épocas de mineralización que se extienden a lo largo de sistemas de fallas regionales y litologías que han favorecido la mineralización de depósitos minerales.

El ANAP Antabamba Bloque 2, se encuentra dentro de la Franja XV de pórfidos-skarn de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados espacial y temporalmente con intrusivos del Eoceno-Oligoceno, localizado entre la Cordillera Occidental y el límite de las regiones de Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno. La mineralización de Cu-Mo (Au) está relacionada a intrusivos intermedios a ácidos del Batolito Andahuaylas-Yauri (asociado al evento tectónico Inca) en contacto con secuencias carbonatadas del Cretáceo medio. Mientras que los depósitos de Cu-Au-Fe se relacionan con rocas intrusivas más básicas del batolito, que se presentan como cuerpos en el contacto con rocas carbonatadas y vetas de Au-Cu en el intrusivo (Figura 2.5).

Las dataciones radiométricas K/Ar y Re-Os muestran que la mayor parte de la alteración y mineralización del tipo pórfido, a lo largo de esta franja, tomó lugar entre el Eoceno medio y el Oligoceno (~42 a ~30 Ma) (*en Carlotto, et al., 2009. Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú*).

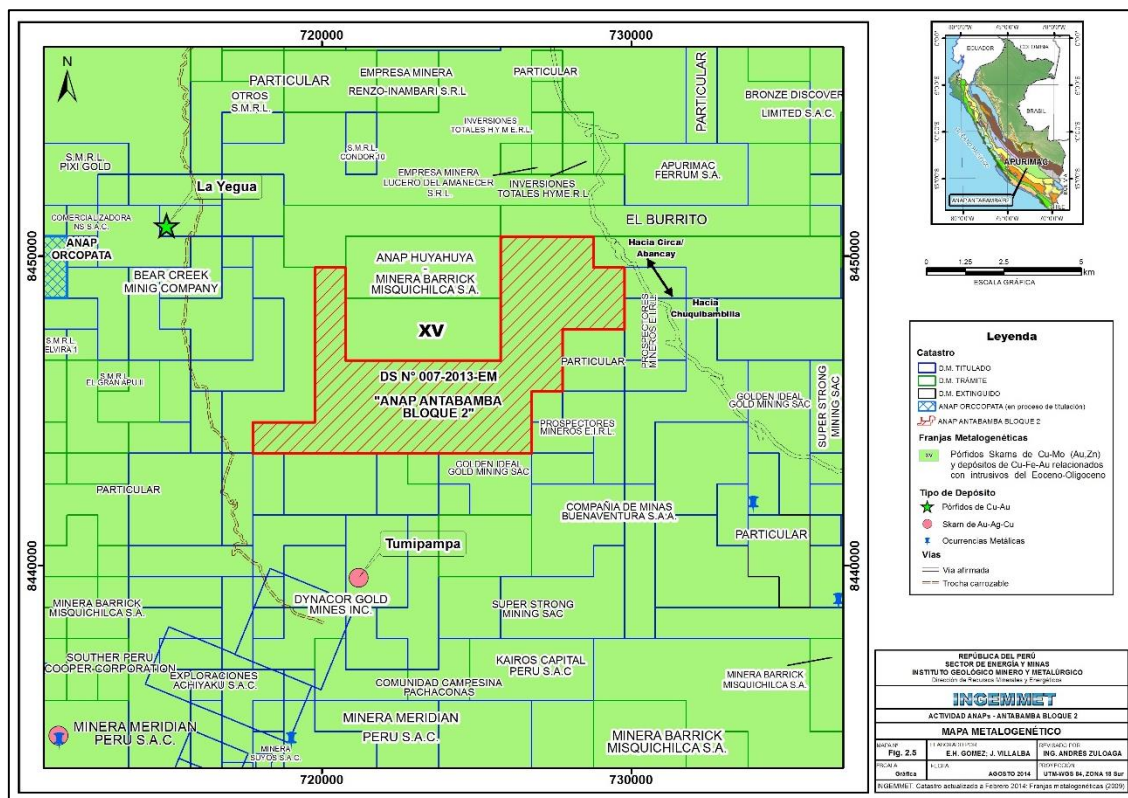


Figura 2.5. Mapa metalogenético del ANAP Antabamba Bloque 2 (Acosta et al., 2010)

Esta franja metalogenética mantiene mucha expectativa en cuanto a su interés exploratorio, ya que en ella, se encuentran depósitos minerales de gran importancia económica, entre ellas, las más cercanas al ANAP son; el proyecto La Yegua (Pórfido Cu-Mo-Au) y el proyecto Tumipampa (Skarn Au-Ag-Cu) ahora conocida por su tipología de mineralización (Sánchez, A., 2014), las mismas que se describen a continuación.

Otro aspecto a resaltar, es que, esta franja tiene características geológicas fuertemente similares con la franja de pórfidos de Cu del Eoceno superior-Oligoceno inferior del norte de Chile, donde son conocidos los yacimientos gigantes de Chuquicamata y la Escondida.

2.2.1. Proyectos mineros y ocurrencias minerales circundantes al ANAP

2.2.1.1. Proyecto La Yegua

2.2.1.1.1. Ubicación

La Yegua se encuentra a 100 kilómetros al suroeste de la ciudad de Cusco y a 10 kilómetros al noroeste del ANAP. Este proyecto se encuentra a 6 horas de Cusco aproximadamente.

2.2.1.1.2. Geología

En el área se tiene a intrusivos cuarzo-monzogranitos/granodiorita del Batolito Andahuaylas –Yauri (Figura 2.6), intruyendo a capas rojas y es cubierto en gran parte por de depósitos recientes.

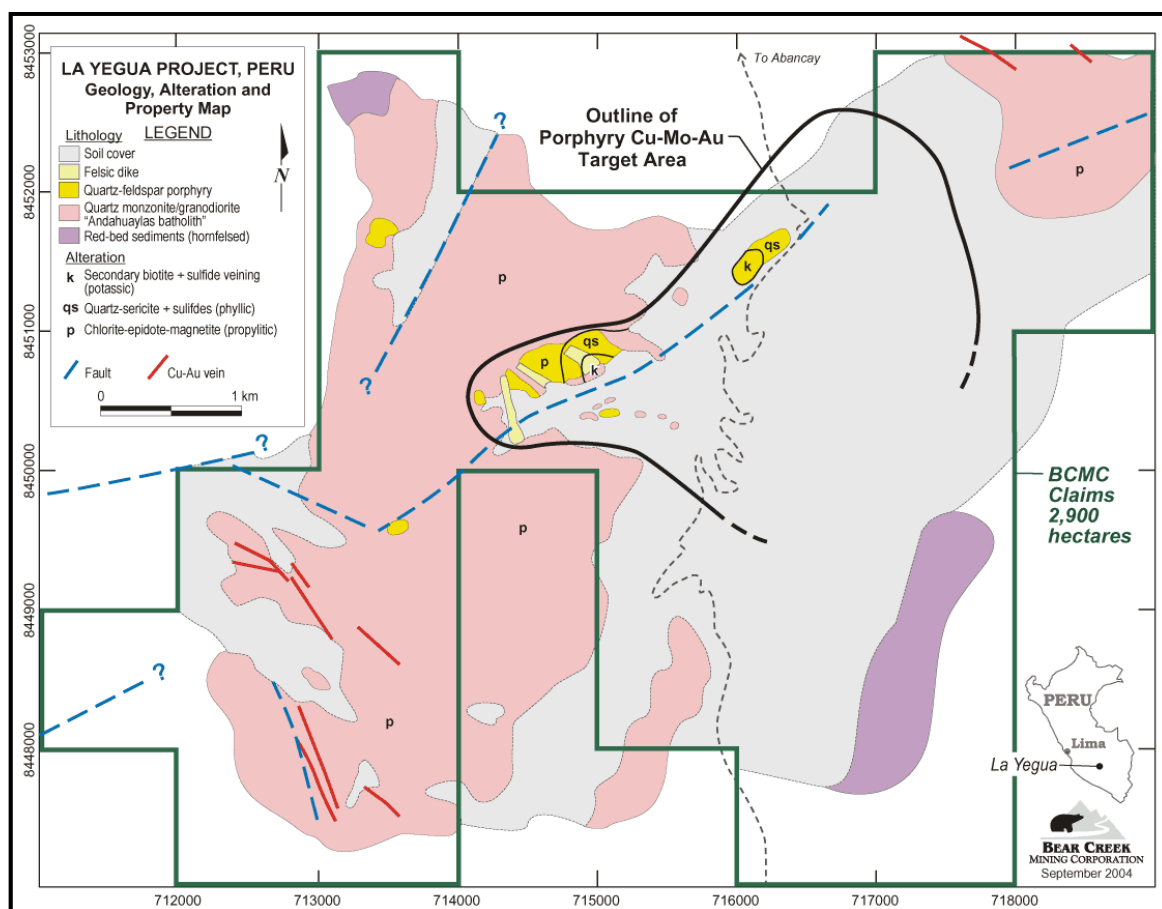


Figura 2.6. Mapa geológico del proyecto La Yegua (<http://www.bearcreekmining.com/s/la-yegua.asp>).

2.2.1.1.3. Estructuras

Se presentan lineamientos regionales de orientación NE-SO, que al parecer determinan la zona periférica del pórfido, de igual forma se tiene otro sistema NO-SE con mineralización de Cu-Au que podría extenderse debajo de la zona de cobertura.

2.2.1.1.4. Tipo de yacimiento y mineralización

Se trata de un sistema mineralizado tipo pórfido de cobre-molibdeno-oro, a la parte central se observa alteración potásica, donde la biotita secundaria está remplazando a la hornblenda, la alteración cuarzo-sericita viene acompañada de calcopirita-calcosina-molibdenita. Hacia el este y sur de la concesión se han reconocido anomalías de cobre (0.03-1.2%) y molibdeno (100-424 ppm), con extensión mayores a 2 Km abiertas hacia el sur y el este, ocultándose en una zona de cobertura. Los pórfidos de composición cuarzo-feldespato que intruyen a la granodiorita están relacionados con la mineralización. Hacia la periferie del pórfido, se tiene fuertes anomalías de oro (0.30-5.32 g/t) y cobre (hasta 6%) relacionadas a estructuras que cortan a la granodiorita, o en hornfels a lo largo del contacto con el batolito, mientras que, en la parte central del pórfido los valores de oro son bajos.

2.2.1.1.5. Recursos minerales

Aún no se tiene un cálculo de recursos por encontrarse en una etapa de exploración con estudios de Polarización/Resistividad Inducida (IP) y algunas perforaciones, las cuales tuvieron interceptos del orden 0.2% a 0.3% de cobre en intervalos de 20 metros.

2.2.1.2. Proyecto Tumipampa

2.2.1.2.1. Ubicación

Se ubica en el distrito de Circa, provincia de Abancay, región Apurímac y al sur del ANAP, a una distancia de 5 km. Sus altitudes están por encima de los 4,300 m.s.n.m. flanco oriental de la cordillera de los Andes. Es accesible siguiendo la ruta afirmada Abancay – Anchicha (76 km, 3 h) y continuando por una trocha Anchicha – Tumipampa (28 km, 2 h).

2.2.1.2.2. Geología regional

En el área del proyecto Tumipampa afloran rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas. Éstas últimas correspondientes al Batolito Andahuaylas-Yauri. Además existen depósitos cuaternarios de significativo espesor (Figura 2.7 y Figura 2.8).

Las Rocas Sedimentarias están representadas por una secuencia potente de calizas negras a gris oscuras de la Fm. Arcurquina, de edad Albiano-Turoniano (Cretáceo medio) que afloran en la parte norte y oeste del proyecto. Se encuentran en contacto directo con el techo del Grupo Yura mediante una clara discordancia (erosional o deposicional, no estudiada). En otros puntos están en contacto con las rocas intrusivas, formando halos de caliza blanqueada producto del metasomatismo de contacto.

Rocas Metamórficas

Están representadas por cuarcitas de la Fm. Soraya del Grupo Yura (Cretáceo inferior). Consiste en limolitas, niveles lutíticos carbonosos (grafito), cuarcitas blancas (ortocuarcitas) y cuarcitas gris oscuras de grano fino a medio con niveles de granos gruesos de cuarzo (silicificado). Se extiende en gran parte del proyecto, especialmente hacia la zona sur. También se observan unidades sericitizadas de coloración gris y asociaciones cuarzo-sericita-pirita que presenta destrucción total de la matriz, denominadas en los estudios petrográficos como metasomatita.

Rocas Ígneas

Se trata de rocas de composiciones fundamentalmente granodiorítica-diorita a cuarzo-monzodiorita y diques andesíticos; pertenecientes al Batolito Andahuaylas-Yauri. Este tipo de rocas vienen en varios eventos y/o pulsaciones de un sistema magmático extenso, formando stocks, los mismos que se ven afectados por intrusiones menores, diques que interrumpen la secuencia estratigráfica existente.

2.2.1.2.3. Geología estructural

En el área se presentan lineamientos y estructuras regionales de orientación NE-SO, que al parecer determinan la dirección aproximada de las vetas de Cu-Au, que se extiende a lo largo del Manto el Dorado (mena de Au, Cu y Ag).

2.2.1.2.4. Tipo de yacimiento, mineralización y alteración

Mineralización en Skarn:

En Tumipampa se tiene mineralización del tipo metazomático skarn en las calizas de la Fm. Arcurquina (antes Fm. Ferrobamba) que fueron intruidas por rocas del Batolito Andahuaylas-Yauri en la zona norte de las concesiones y sobre un área de 4.0 km de largo y 1.5 km de ancho, denominados “Skarn I”, “Skarn II”, “Skarn III” y “Skarn IV”. La mineralogía consiste de calcopirita, pirita y granates con importantes anomalías de Au, Ag, Pb, Cu, Zn, Mo y Bi, los propietarios de las concesiones efectuaron trabajos de geoquímica-geofísica y algunas perforaciones diamantinas a fin de poder evaluar el contenido metálico de estos.

Mineralización en vetas asociadas al intrusivo y a rocas sedimentarias:

Han sido reconocidas varias vetas con mineralización de Au-Cu asociadas a los intrusivos, siendo las principales; vetas Avelia e Inés, que afecta a las cuarcitas de la Fm. Hualhuani (antes Fm. Soraya) y al intrusivo. Se trata de vetas con dirección aproximada N60° a N120°, buzamientos subverticales, corridas de hasta 20 m y potencias hasta 2.10 m, llegado a reportar 1.10 m con 4.767 ppm Au.

Al margen de las vetas asociadas a rocas intrusivas, existen una serie de estructuras tipo veta o manto, emplazadas en las cuarcitas de la Fm. Hualhuani (Fm. Soraya), entre los que destaca el Manto Dorado, principal estructura del proyecto. Este sistema de vetas tienen una dirección aproximada N145° a N170°, con corridas reconocidas de 250 m, en vertical fueron reconocidas hasta los 300 m con potencias de 2 m. Manto Dorado en si tiene un rumbo de N40° y buzamiento 25°NO, siendo reconocida mediante perforaciones a lo largo de una corrida horizontal de aproximadamente 200 m, en vertical aproximadamente 300 m y potencias hasta de 1.50 m. Se encuentra asociado a un nivel de material carbonoso intercalado con limolitas que ha actuado como plano de despegue para crear un horizonte que permita la circulación preferencial de los fluidos hidrotermales y posteriormente como la trampa (de tipo redox) para la precipitación y acumulación de la mineralización. Las limolitas se presentan sericitizadas y propilitizadas.

La mineralización comprende un primer evento de cuarzo, pirita, calcopirita, electrum y bismutinita, asociada a la alteración fílica (sericita, pirita y cuarzo), cortada por un evento posterior de cuarzo, esfalerita y galena con alteración propilítica (carbonatos-

clorita). Las leyes obtenidas han arrojado resultados de hasta 115.66 ppm Au, 0.52 oz/t Ag, 3.03% Cu para 1.10 m de ancho real (datos con fecha octubre 2014, presentado en el Congreso Peruano de Geología).

Mineralización diseminada:

En la parte sur del proyecto existen brechas de cuarcita con anomalías y posibles mineralizaciones de pirita-calcopirita y óxidos de hierro con oro invisible, tal vez diseminado o como relleno de fracturas en la cuarcita. En general, estas estructuras tienen un rumbo promedio N160° a N170°, con potencias hasta 25 m (veta Mylene). Existe otra orientación, N45° a N85° que se observa como brechas con mineralización diseminada (Crestón Silíceo).

Los muestreos de superficie, tipo “rock chip”, reportaron valores hasta 1.00 gr/t Au. Asimismo, se realizaron dos sondajes de perforación diamantina que arrojaron leyes de hasta 0.402 ppm Au para 15.05 m. y 0.150 ppm Au para 18 m. de ancho (datos con fecha octubre 2014, presentado en el Congreso Peruano de Geología).

2.2.1.2.5. Recursos minerales

Aun no se han realizado cálculo de reservas ya que es un proyecto nuevo y se encuentra en su etapa de exploración avanzada.

Tumipampa exhibe un potencial probado para un depósito de vetas-mantos y/o skarn-diseminado de Au-Cu-Ag, que según las perforaciones se han reportado hasta 115.66 ppm Au, 0.52 oz/t Ag, 3.03% Cu para 1.10 m de ancho real en el Manto Dorado y de hasta 0.402 ppm Au para 15.05 metros en las brechas (datos con fecha octubre 2014, presentado en el Congreso Peruano de Geología).

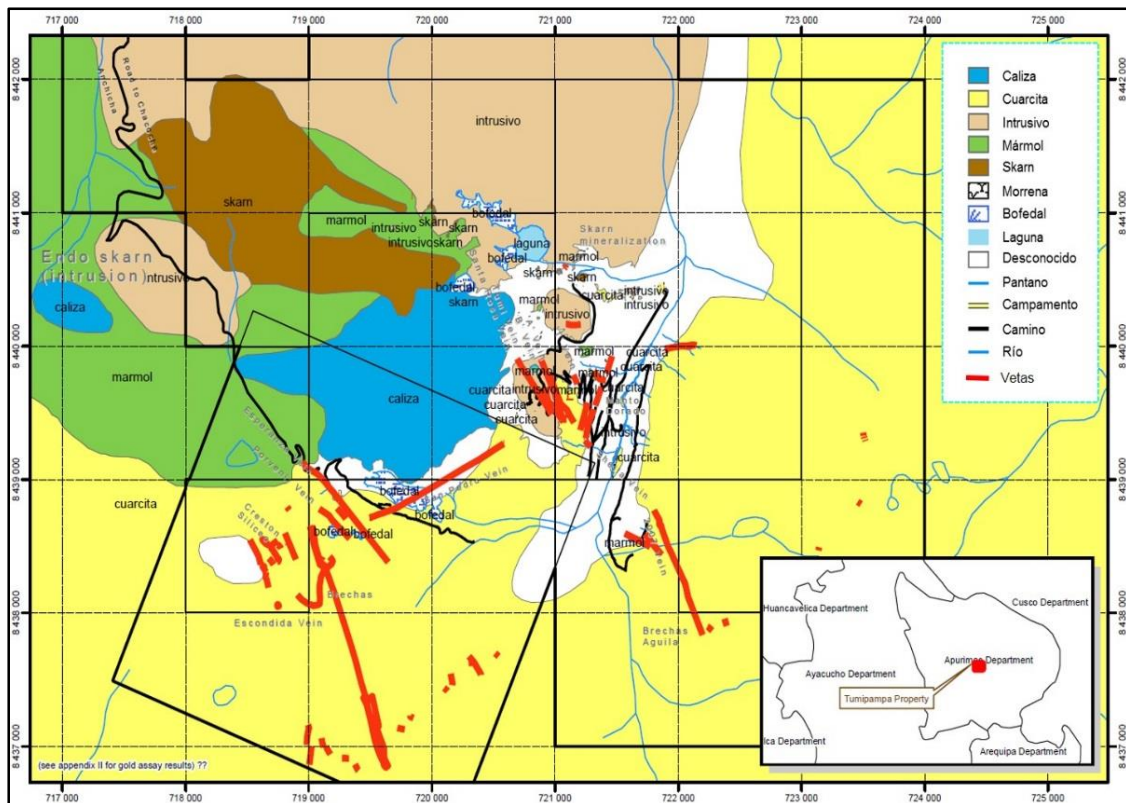


Figura 2.7. Mapa geológico del proyecto Tumipampa. Datum PSAD-56 (tomado y modificado de Dynacor Gold Mines Inc, 2010. Technical Evaluation Report on the Tumipampa Property).

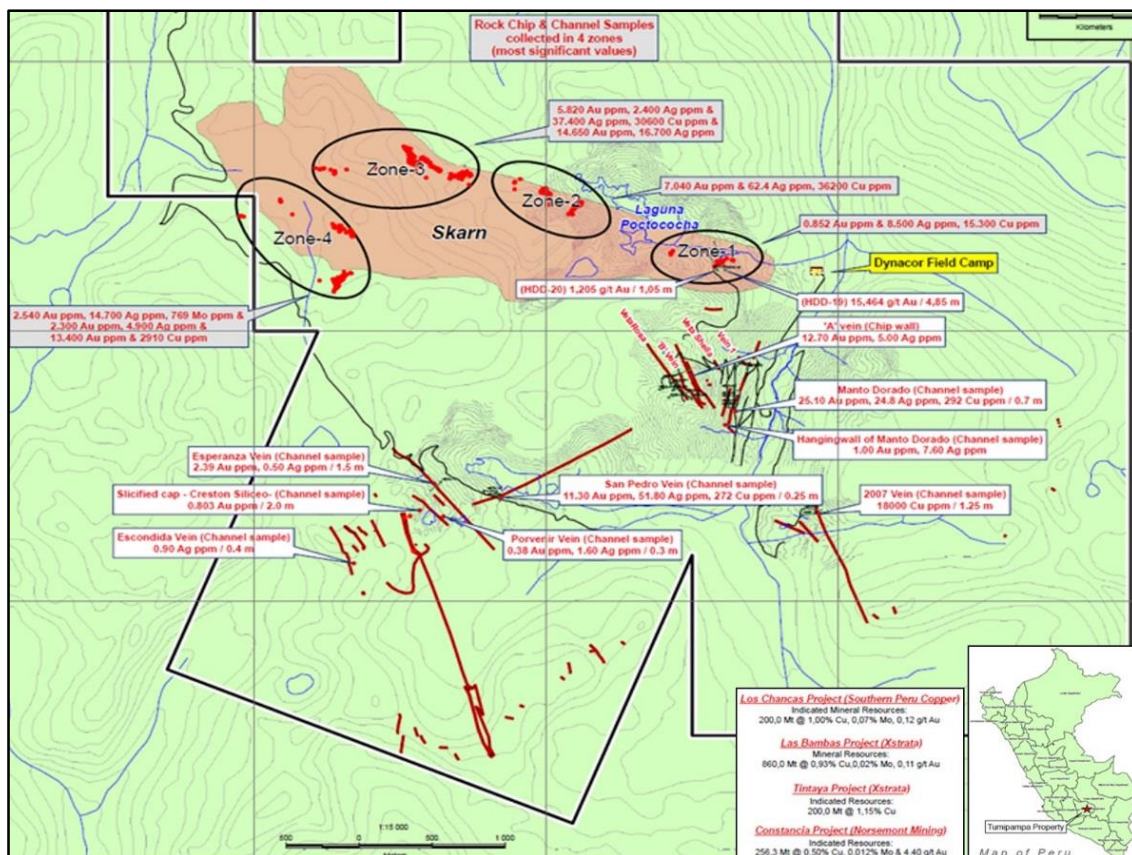


Figura 2.8. Mapa de mineralización y reportes analíticos del proyecto Tumipampa y comparación con otros proyectos mineros (tomado y modificado de Dynacor Gold Mines Inc, 2010. Technical Evaluation Report to on the Tumipampa Property).

III. GEOLOGÍA LOCAL

3.1. LITOLOGÍA

El marco geológico en el área del ANAP Antabamba Bloque 2 está representado esencialmente por rocas intrusivas, caracterizada por cinco eventos magmáticos (ver mapa en Anexo IV.2); la primera, lo constituye la intrusión diorita-cuarzo diorita; la segunda, por la intrusión de granodiorita/cuarzo monzonita?, la tercera, lo constituye la cuarzo monzodiorita, la cuarta, lo constituye la cuarzo monzonita y finalmente la quinta, lo constituye la intrusión de diques hipoabisales félsicos de composición dacítica. Asimismo, se manifiestan diques/vetillas de composición aplítica que cortan a los primeros así como evidencias de xenolitos en estas rocas intrusivas. Posteriormente a estas intrusiones se habría emplazado dos cuerpos de brechas intrusivas en las que se puede observar clastos de granodiorita y pórfido dacítico, fueron identificadas en las áreas prospectivas Aysacocha y Pucacaullo. Las rocas plutónicas reconocidas en el área son parte del Batolito Andahuaylas-Yauri (Metalotecto para depósitos tipo pórfido), las mismas que se detallan a continuación.

3.1.1. Diorita – Cuarzo diorita

Roca leucócrata con 20 a 25% de minerales máficos, holocristalina de grano medio con distribución uniforme de minerales de plagioclasa y anfíboles, textura fanerítica inequigranular de grano medio, el tamaño de granos llegan a alcanzar 3-4 mm de diámetro. Se presenta con una susceptibilidad magnética moderada (Foto 3.1). Expuesta en el área de Aysacocha hacia el flanco este del ANAP, generalmente se presenta inalterada y tiene una composición de plagioclasa bien desarrollados en un 60%, anfíboles en un 20%, biotita 5% e incipiente feldespato potásico, esta roca intrusiva grada hacia el oeste (Abra Pilpinto) a cuarzo diorita, aumentando el cuarzo y feldespato potásico a un 10%. Petrográficamente, la cuarzo diorita presenta una alteración incipiente de clorita-epidota en ferromagnesianos y sericita.

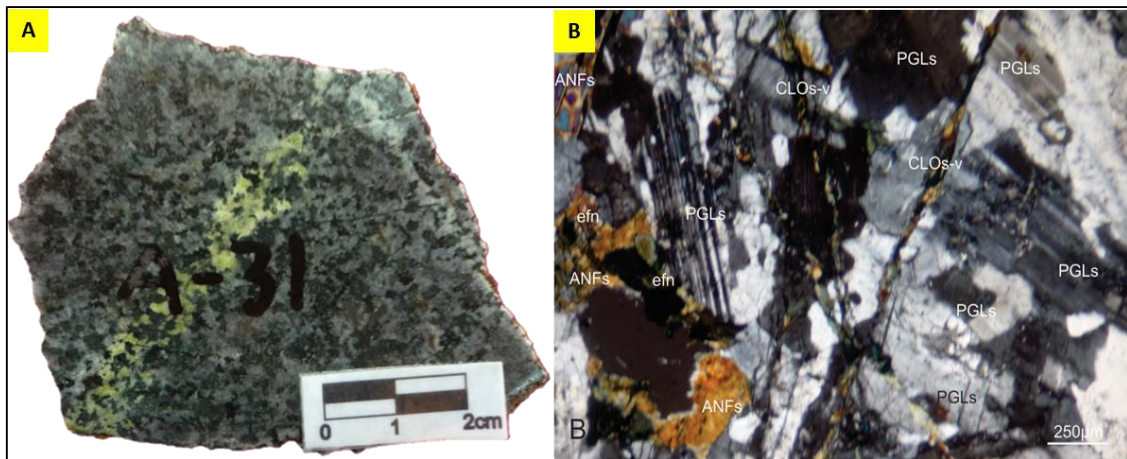


Foto 3.1. A) Detalle de la diorita (Sector Aysacocha) ubicada en las coordenadas 729390 E; 8449388 N, cortada por vetilla de epidota y B) Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Detalle de la diorita, con vetilla de epidota y minerales opacos amorfos. Hacia el lado central izquierdo, se muestra minerales hipidiomórficos de esfena.

3.1.2. Granodiorita – Cuarzo monzonita?

Roca leucócrata con menor a 15% de minerales máficos, holocristalina fanerítica inequigranular de grano medio, sus granos alcanzan un tamaño de 2 a 3 mm de diámetro, compuesta por minerales regularmente distribuidos, de mayor a menor abundancia de plagioclasas en un 40%, feldespato potásico en 25%, cuarzo de 18-20%, hornblenda en un 10% y biotita en 5%. Además, presenta una susceptibilidad magnética moderada. Petrográficamente muestra una textura inequigranular alotriomórfica, los cristales de feldespato potásico se alteran incipientemente a arcillas o sericita y los ferromagnesianos están siendo reemplazados por clorita incipientemente (Foto 3.2).

Esta unidad ocupa el 65% del ANAP, se pone en contacto con la diorita por la falla Pilpinto ubicada en el Sector Aysacocha, sin embargo en los otros sectores Huamansalcca, Marcapata y Apacheta-Minasjata, predomina la granodiorita, la misma que presenta una alteración argílica débil, se muestra como una roca deleznable, corroborado con la interpretación de anomalías espectrales.

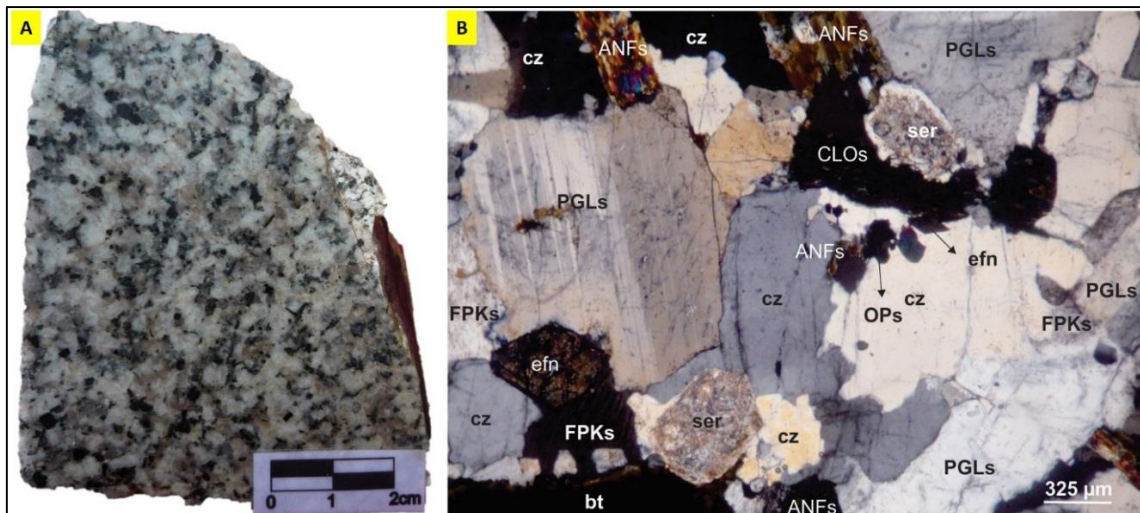


Foto 3.2. A) Detalle de la granodiorita ubicada en las coordenadas 727615 E; 8447825 N (Sector Aysacocha) y B) Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Detalle de la textura inequigranular alotriomórfica, compuesta por plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo. En la parte inferior izquierda, feldespato potásico con fina textura peritética alterado a minerales de arcilla, la biotita (lado superior derecho) está siendo alterada a clorita.

3.1.3. Cuarzo monzodiorita

Aflora en el flanco oeste del ANAP, roca leucócrata de color gris claro con tonalidad verdosa, tiene una textura granular hipidiomórfica de grano medio, macroscópicamente se ha determinado un contenido de cuarzo entre 10-12%, plagioclasa entre 45-50%, feldespa potásico 10-15%, hornblenda 15% y biotita 5-8%, se caracteriza por el tamaño de sus minerales máficos que llegan a medir menores a 1.5 mm (Foto 3.3). Presenta también fuerte magnetismo. Se pone en contacto con la granodiorita y/o cuarzo monzonita por el control estructural muy marcado en el área, lineamientos de Trapiche y Azulccaca.

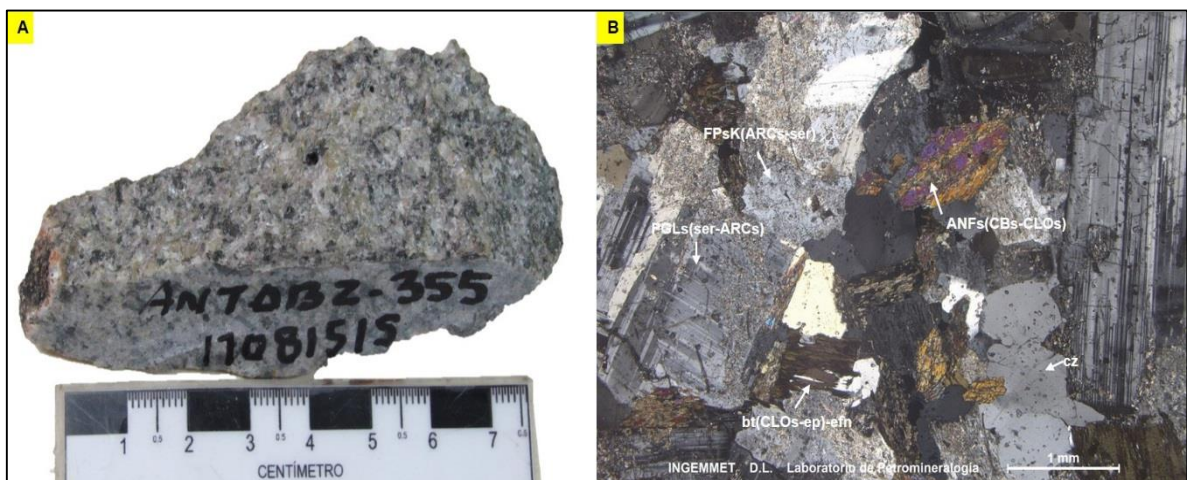


Foto 3.3. A) Roca cuarzo monzodiorita con leve alteración de clorita y sericita. Muestra ANTAB2-355. B) Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Detalle de los cristales de feldespatos alterados a sericita y arcillas (ser-ARCs), cuarzo: cz, cristales maclados de anfíboles alterados a carbonatos y cloritas (CBs-CLOs), biotitas alteradas a cloritas y epidota (CLOs-ep).

3.1.4. Cuarzo monzonita

Aflora en la zona central sur del ANAP, específicamente por las inmediaciones de la quebrada Chaupimonte y en la intersección de la quebrada cochasique con el río Trapiche. Esta roca presenta un color gris blanquecino con tonalidades verdosas de textura fanerítica de grano medio, compuesta por cuarzo 12-15%, plagioclasas 40%, feldespato potásico 25-30% y minerales máficos entre 10-15% (Foto 3.4). Asimismo, se caracteriza por presentar un diaclasamiento de rumbo principal N120° con 70° buzando al noreste. Además cabe señalar que este intrusivo ocupa una área pequeña, en él se ha evidenciado venillas de calcopirita algunas veces con cuarzo así como ocurrencias de malaquita en fracturas en el contacto con la granodiorita y hacia el sur de este intrusivo.

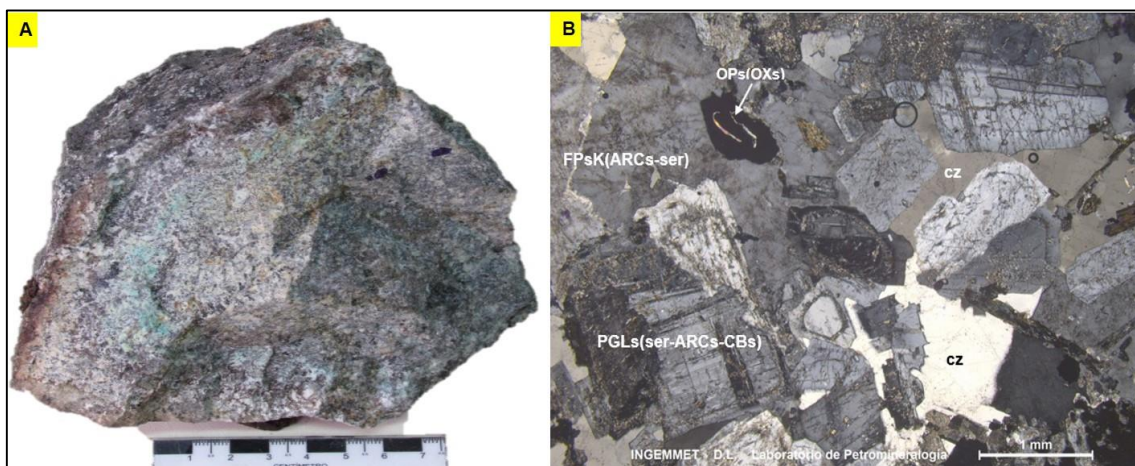


Foto 3.4. A) Roca cuarzo monzonita con venillas de calcopirita y malaquita formando aureolas. B) Fotomicrografía, Nícoles Cruzados. Se observa el detalle de la cuarzo monzonita en sección delgada, nótese los cristales de plagioclasa y feldespato potásico alterados débilmente a sericita, arcillas y carbonatos (ser-ARCs-CBs).

3.1.5. Diques hipoabisales félsicos

Este tipo de roca corresponde al último evento magmático y se manifiesta como intrusión a las descritas anteriormente, son diques hipoabisales de textura porfídica, con tonalidad gris blanquecina a gris verde, compuesta esencialmente por fenocristales de cuarzo (ojos de cuarzo) y plagioclasas de hasta 0.5 cm de diámetro, así como fenos puntuales de hornblenda, en menor proporción feldespato potásico y ferromagnesianos. La relación de fenos/matriz de la roca hipoabisal es de 1:1.5 (Foto 3.5). Se emplazan con diferentes rumbos, siendo los principales las de NO-SE y NE-SO con anchos y longitudes variables. Algunos de estos diques presentar alteración sericítica fuerte. Es importante señalar, que también presentan pirita diseminada en el

orden de 1% y trazas de calcopirita muy fina, sobre todo en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca y raras veces en las otras áreas (Ejm, muestra ANTAB2-063 y ANTAB2-074).

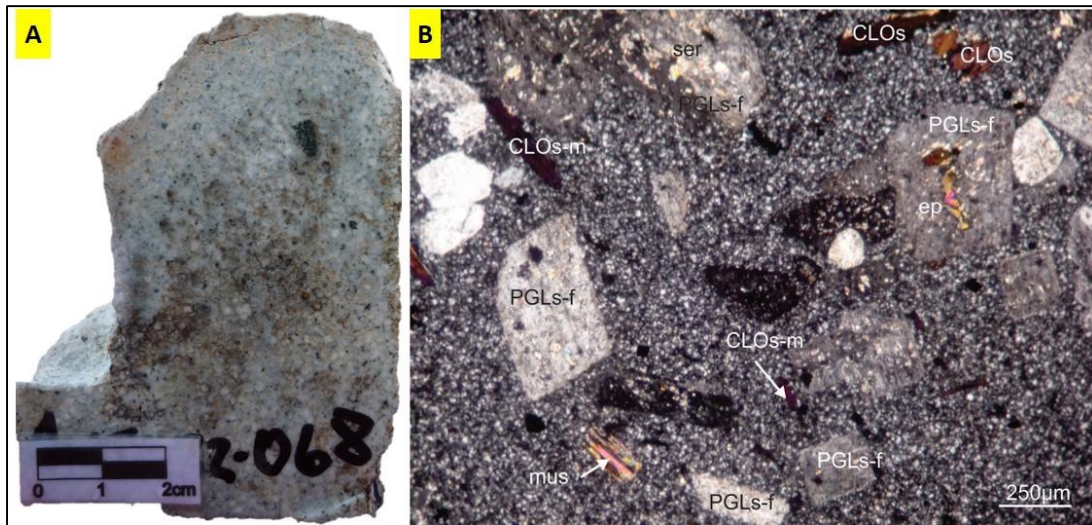


Foto 3.5. A) Detalle de la muestra ígnea hipoabisal (ANTAB2-068, Sector Aysacocha). **B)** Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Textura porfídica con fenocristales de plagioclasa, alteración incipiente de sericita (centro superior) y epidota (izquierdo superior). Microfenocristales de biotita pseudomorfizados completamente por cloritas (CLOS-m).

3.1.6. Xenolitos

La roca ígnea pre-existente a las intrusivas del ANAP es generalmente microdiorita, la misma que se presenta en xenolitos alargados a elipsoidales sin presencia de alteración hidrotermal (Foto 3.6).



Foto 3.6. Detalle del xenolito microdiorítico con un promedio de 40 cm de ancho, asimilado por la granodiorita, ubicada en las coordenadas 726062 E; 8444593 N.

3.1.7. Brecha intrusiva

Fue reconocida en dos sectores, la primera se ubica en Aysacocha con coordenadas 728144 E; 8449358 N, corresponde a una brecha intrusiva angosta de ~35cm de ancho y 2 a 3m de longitud (muestra ANTAB2-039), brecha monomítica compuesta por clastos de la misma roca intrusiva (granodiorita) de color blanco grisáceo y matriz grisácea, estos fragmentos tienen una forma angulosa de tamaños centimétrico y textura inequigranular y la matriz está compuesta por un agregado de cuarzo-feldespatos-clorita-sericita, con alteración cuarzo-sericita de intensidad moderada y débil presencia de óxidos de hierro en venillas, tiene un rumbo de N60°O y buzamiento subvertical (Foto 3.7). La segunda, se ubica en Puchungo coordenadas 720322 E; 8447675 N, tiene una composición de clastos de cuarzo monzonita y de roca hipoabisal félsico con alteración cuarzo-sericita fuerte y disseminación de pirita fina, estos fragmentos tienen formas subangulosas a subredondeadas con diámetros entre 4 a 12 cm, presenta una matriz de clorita/actinolita y polvo de roca junto a una débil presencia de óxidos de hierro. Dentro de la estructura brechada se ha evidenciado venillas de cuarzo con pirita y óxidos de hierro, más no en la roca caja adyacente que muestra una débil alteración propilítica. Esta brecha tiene un ancho irregular que varía de 2.5 a 10 m, con longitud de 300 m aproximadamente, se emplaza bajo un rumbo S58°E y 70° buzando al suroeste. El detalle de esta brecha se especificará en el capítulo de mineralización.

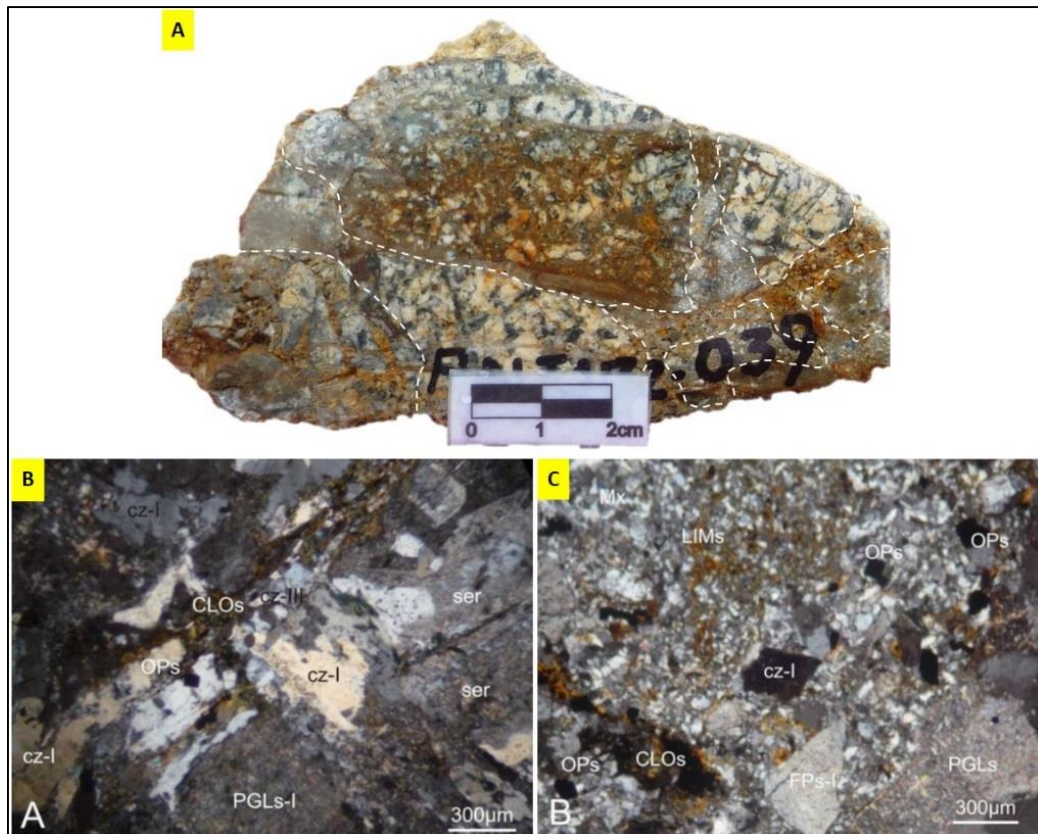


Foto 3.7. A) Detalle de brecha intrusiva (Sector Aysacocha), **B)** Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Detalle del fragmento intrusivo con textura inequigranular alotriomórfica, donde las plagioclasas están parcialmente alteradas por sericita. Clorita secundaria ocurre intersticial y está parcialmente limonitizada. Nidos de cuarzo-III (cz-III) y minerales opacos (OPs) también son observados. **C)** Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Detalle de la matriz compuesta por un agregado de cuarzo-feldespato con sericita, clorita y minerales opacos (OPs) subordinados. En sectores está parcialmente limonitizada.

3.2. ALTERACIONES HIDROTERMALES

Las alteraciones hidrotermales presentes en el ANAP, afectan principalmente a la granodiorita, cuarzo monzodiorita, cuarzomonzonita y a los diques porfiríticos. Son del tipo argílica, propilítica, silicificación y cuarzo-sericita, las mismas que se describen a continuación (ver mapa en Anexo IV.3).

3.2.1. Argílica

Se manifiesta con una intensidad débil en las zonas adyacentes a diques hipoabisales y/o a estructuras filoneanas, el intrusivo alterado es muy deleznable y llegan a formar suelos limoareníticos blanquecinos. En el Sector Aysacocha, Abra Pilpinto se observa la alteración argílica, adyacente a ella la alteración propilítica con una asociación clorita-epidota, reemplazando principalmente a los ferromagnesianos e incipientemente a las plagioclasas con una intensidad débil-moderada, esta habría

afectado un área no mayor a 500 metros, por la intersección de las fallas Aysacocha y Pilpinto, para seguir la misma tendencia de rumbo NO-SE (falla Aysacocha) (Foto 3.8).

En el sector Marcapata, también se hace evidente este tipo de alteración, se le puede observar en el cerro Marcapata y cercana a la quebrada Huamampata. En una zona no mayor a 200 m de diámetro, ubicada en las coordenadas 722903 E; 8446449 N se evidencia que a la alteración argílica se relaciona con la presencia de dos tipos de venillas de cuarzo hialino; el primero tiene un rumbo de S80°E con buzamiento 50°SO y es cortado por otra venilla de rumbo N20°E con buzamiento 40°SE (Foto 3.9).

En el cerro Jalasayhua, este tipo de alteración se manifiesta con una intensidad moderada, constituida por una asociación de cuarzo-clorita±sericita y arcillas (caolinita-esmectita?) que correspondería al tipo *argílica intermedia*, ésta estaría controlada por fallas de rumbo N-S, además, se manifiestan venillas de cuarzo-pirita y óxidos de hierro (Foto 3.10). Mientras que, en el cerro Masatajra esta alteración se relaciona al emplazamiento de vetas y diques porfíricos de composición dacítica.

De manera puntual también se ha observado en los cerros Yahualja, Comiñahui y Pucacaullo.

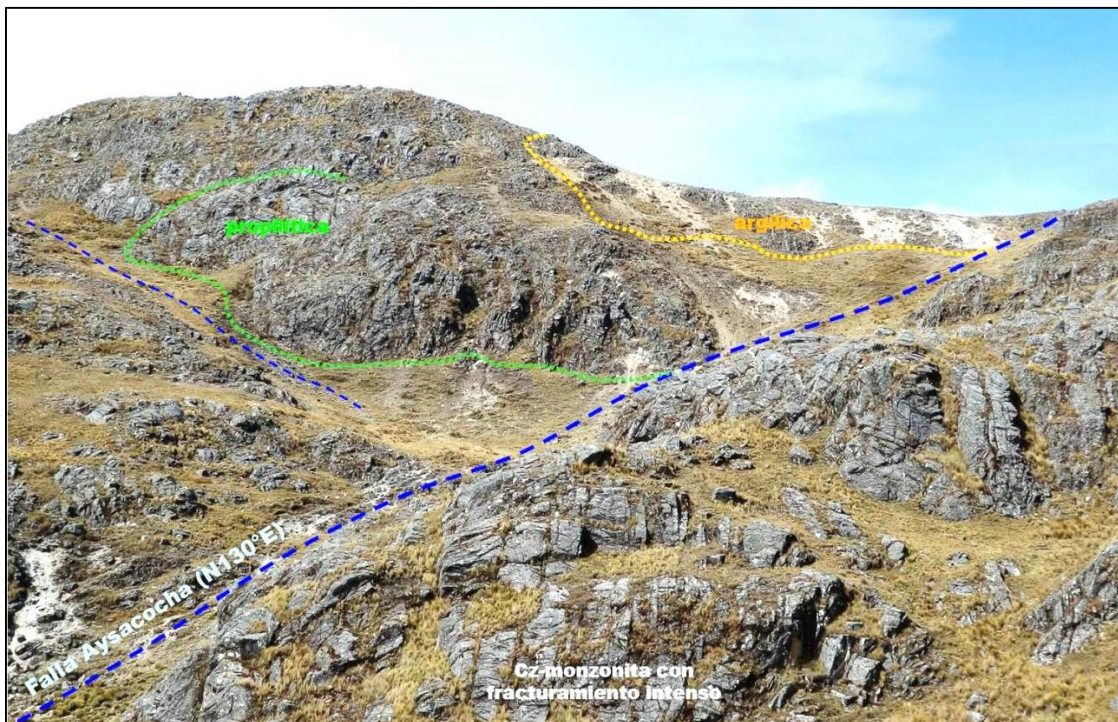


Foto 3.8. Falla Aysacocha que pone en evidencia la alteración propilítica y la alteración argílica, ubicada en el Sector Aysacocha. Vista mirando al sureste.

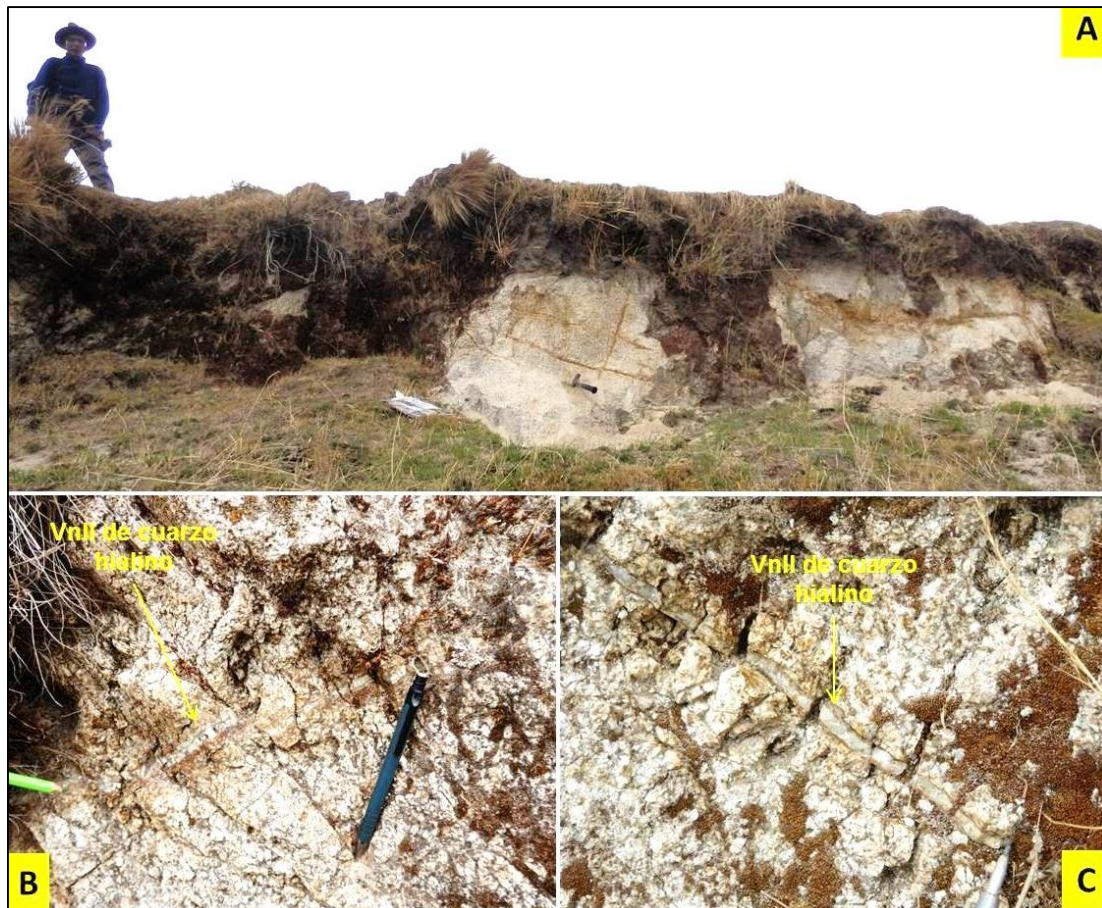


Foto 3.9. A) Zona de alteración argílica con venillas de cuarzo hialino (Sector Marcapata). Vista mirando al sur. B) Venilla de cuarzo hialino con rumbo N80°O y C) Venilla que corta al primero y tiene un rumbo de N20°E.

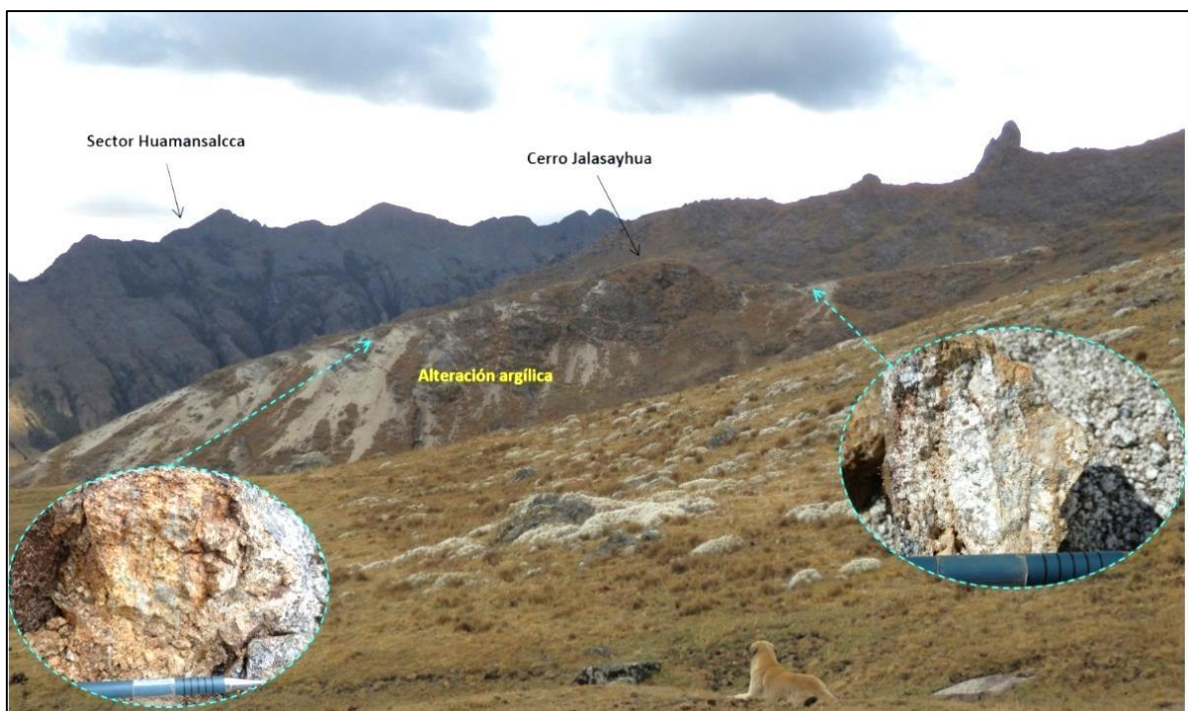


Foto 3.10. Alteración argílica débil que se evidencia en el cerro Jalsayhua y se expone con un ancho de 250m y longitud de 600m de tendencia norte-sur (Sector Marcapata-Minasjata). Al fondo se observa la toponimia del Sector Huamansalcca. Vista mirando al este.

3.2.2. Propilítica

En el sector de Aysacocha, cercano al Abra Pilpinto se evidencia la alteración propilítica de intensidad débil a moderada con una asociación de clorita-epidota, así como microvenillas de clorita-pirita y cuarzo en la muestra ANTAB2-088 (Foto 3.11). Está relacionada directamente a la falla Aysacocha que afecta a la granodiorita/cuarzo monzonita?. En los cerros Marcapata y Huashuasagua, este tipo de alteración se manifiesta de manera puntual y débil, donde la clorita reemplaza principalmente a los minerales ferromagnesianos. Otro aspecto a resaltar es que, en las cercanías de la laguna Chaqueli, este tipo de alteración se manifiesta con una asociación de clorita-actinolita?-especularita-calcita y albita en estructuras tipo brecha? y venillas de cuarzo cortando a estas, con probabilidad de un evento hidrotermal posterior (Foto 3.12 y Foto 3.13) estos datos se corroboran con los estudios de DRx en las muestras ANTAB2-178 y 178B (ver en Anexo VI.4). Por otra parte, en el sector Azullccaca y Yahualja, se manifiesta con una asociación de clorita epidota y trazas de sericita en fracturas de la roca granodiorita, asimismo, se asocia con venillas de calcopirita y cuarzo-calcopirita. Similarmente, ocurre en el sector Pucacaullo y Queuñaupujro mostrando una asociación de clorita-epidota±sericita.

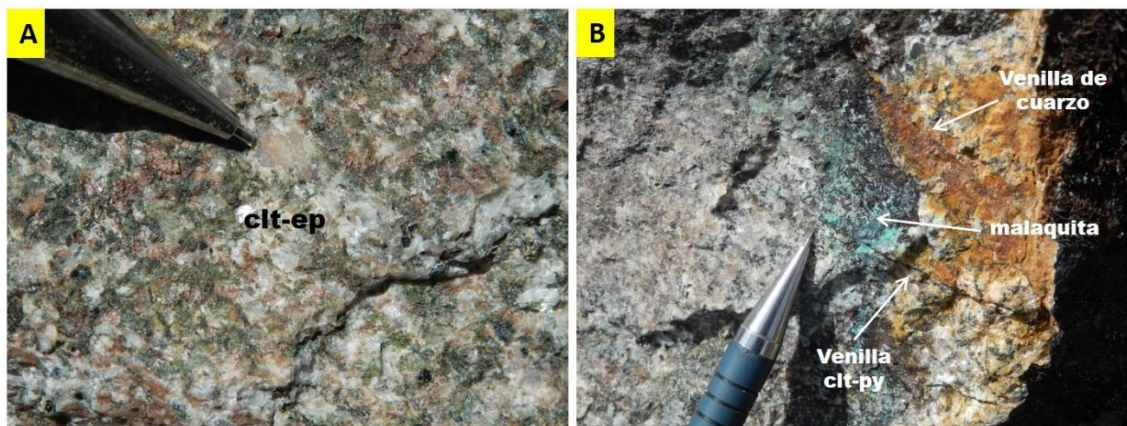


Foto 3.11. Detalle de la muestra ANTAB2-088. A) Cuarzo monzonita con alteración moderada de clorita-epidota sobre ferromagnesianos y plagioclasa. B) Venilla de cuarzo hialino y sub paralela la microvenilla de clorita-pirita, además con pátinas de malaquita y OxMn.

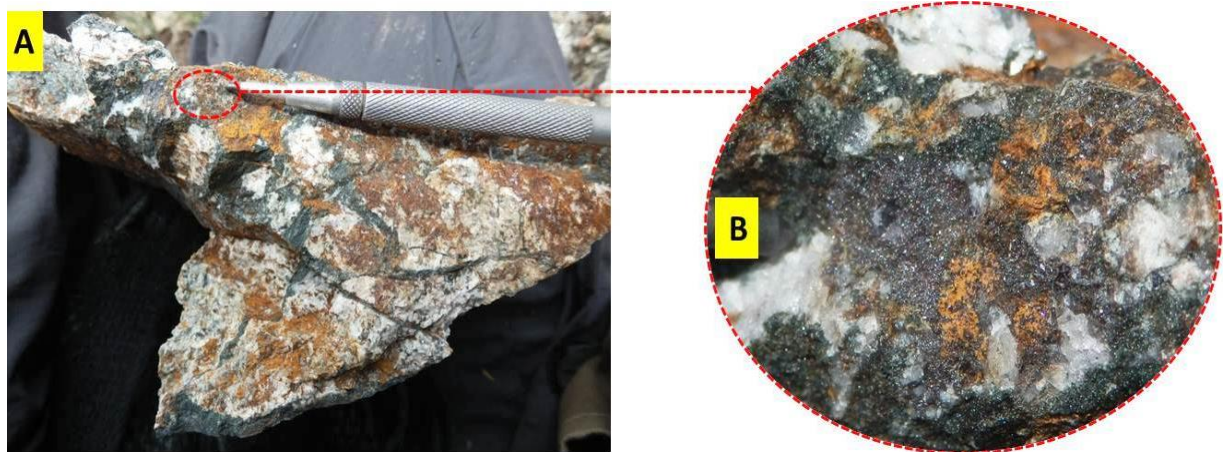


Foto 3.12. Muestra ANTAB2-178, **A)** Estructura tipo brecha con venillas clorita/actinolita? **B)** Detalle de la clorita/actinolita con especularita y óxidos de hierro. Esta estructura tiene 20 cm de ancho, con rumbo S80°E y buza 40° al suroeste.



Foto 3.13. Muestra ANTAB2-214, vetillas de clorita/actinolita cortada por venillas de cuarzo y halos de sílice-sericita-albита?. La estructura tiene 15 cm de ancho, con rumbo S45°E y buza 83° al suroeste.

3.2.3. Silicificación

Se aprecia en el Sector Apacheta-Minasjata, al norte de la Laguna Chaqueli y sur del cerro Apacheta, con intensidad de débil a moderada en una extensión de 400 metros de diámetro aproximadamente, afectando a la granodiorita/cuarzomonzonita, se observan venillas de cuarzo halino (coordenadas 722579E; 8443868N) y puntualmente microvenillas de calcopirita (Muestra ANTAB2-204) acompañada de pátinas de malaquita (Foto 3.14), controlada por la intersección de dos sistemas de lineamientos NO-SE y NE-SO respectivamente.

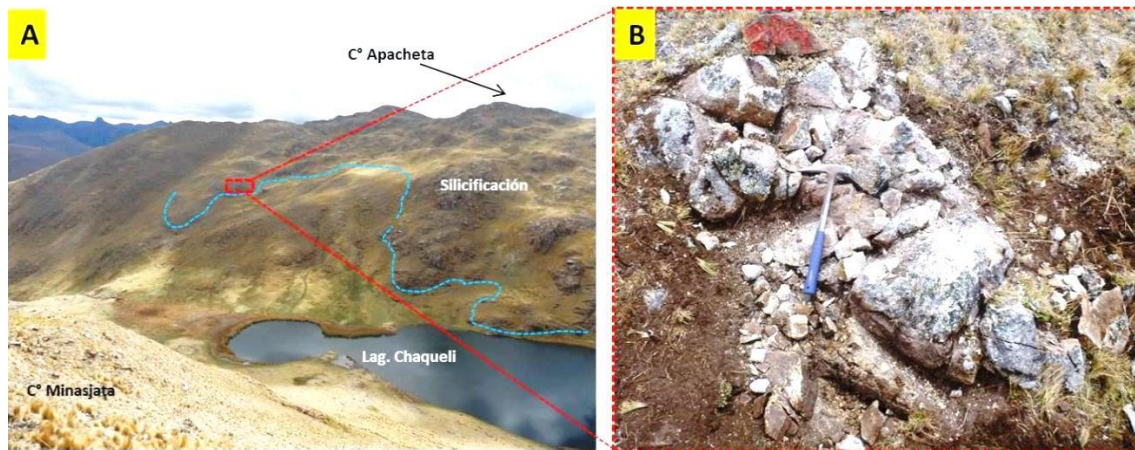


Foto 3.14. Vista mirando al noroeste. A) Sector Apacheta-Minasjata mostrando la silicificación que afecta a la cuarzo monzonita. B) Detalle de la roca silicificada con microvenillas de calcopirita (ANTAB2-204).

3.2.4. Cuarzo-sericita

Este tipo de alteración se restringe a estructuras, vetas, vetillas y venillas, que generan halos de cuarzo-sericita en la roca caja (cuarzo monzonita/granodiorita) y llegan a medir de centímetros a metros. Es importante señalar que la sericita presenta un color peculiar gris verde, sugiriendo ser la fengita, que posteriorme haya sido sobreimpuesta por la alteración argílica intermedia, esto se puede verificar mayormente en los sectores Huamansalcca y Apacheta-Minasjata.

Un ejemplo claro se da en el sector de Huamansalcca, la muestra ANTAB2-100, tomada en una veta de cuarzo-pirita, genera un halo de 3 m de alteración cuarzo-sericita-clorita, con presencia de calcopirita diseminada y en microvenillas, así como malaquita en fracturas y pátinas, esto se desarrolla en la granodiorita/cuarzo monzonita. La veta tiene un rumbo de N72°E y buzamiento 75° al noroeste (Foto 3.15).

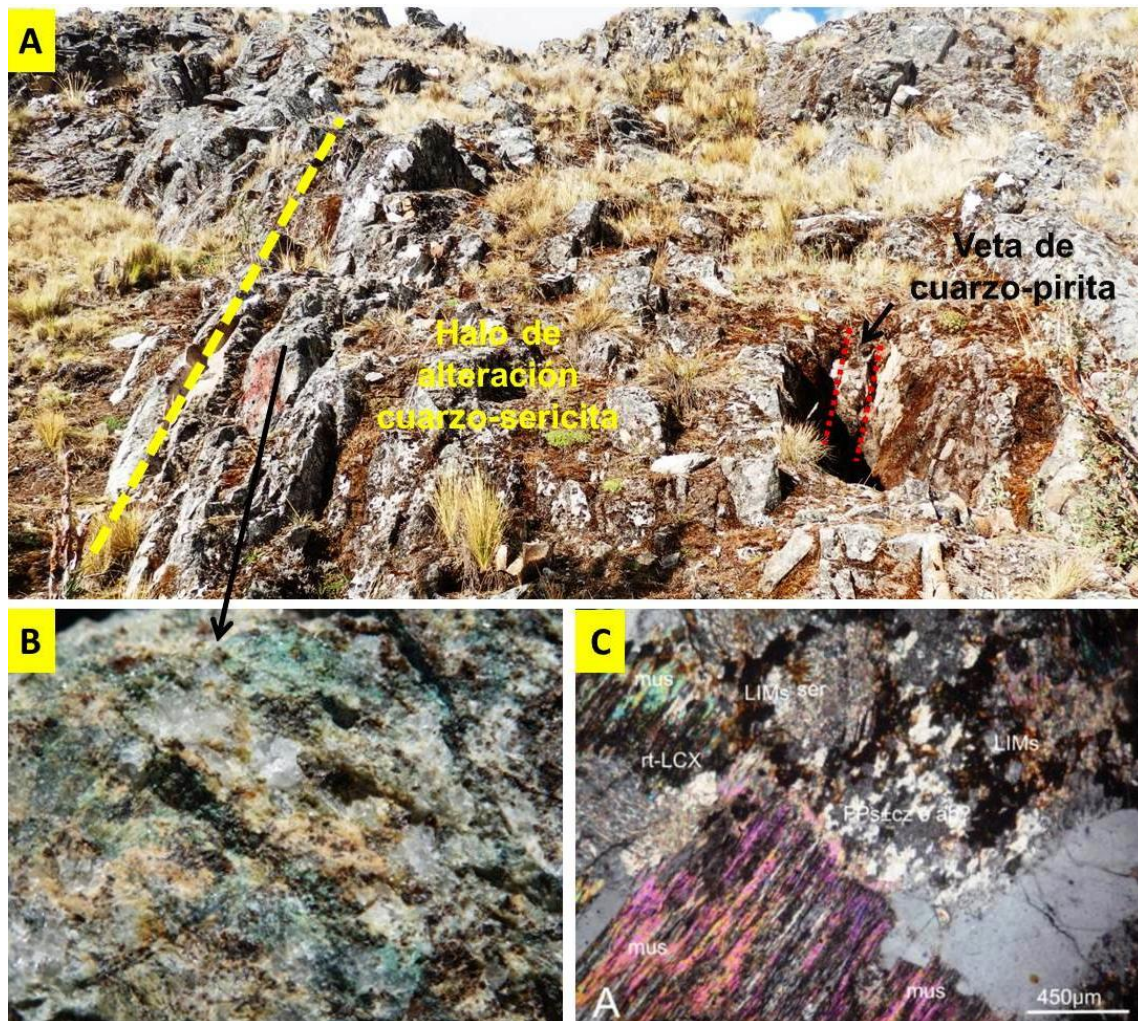


Foto 3.15. A) Vista mirando al noreste. Veta de cuarzo pirita que genera halo de 3 m de alteración cuarzo-sericita. B) Detalle de la muestra con mineralización de malaquita y calcopirita diseminada. C) Fotomicrografía. Nícoles Cruzados. Los feldespatos completamente sustituidos por sericita (ser).

Del mismo modo la estructura tipo veta/brecha y la estructura tipo stockwork con venillas de cuarzo-pirita y halos sericíticos reconocidas en Azulccaca, son sobresalientes de este tipo de alteración cuarzo-sericita en el sector Azulccaca-Yahualja. Por otra parte, en la muestra ANTAB2-221, ubicado en las coordenadas 722312 E; 8443836 N, cerca al cerro Yahualja, se evidencia una estructura-venilla de 25 cm de ancho, las venillas que no llegan a superar 1 centímetro de espesor, constan de cuarzo con parches de calcopirita y halo de feldespato potásico, esto a su vez es sobreimpuesta por la alteración sericítica de intensidad moderada.

Así como en estas, en otras estructuras vetiformes existe también alteración de cuarzo-sericita que han sido sobreimpuestas por la alteración argílica que afectan a las rocas de caja granodiorita/cuarzo monzonita y cuarzo monzodiorita.

3.3. MINERALIZACIÓN

En el ANAP Antabamba Bloque 2, se manifiestan diferentes tipos y/o estilos de mineralización que han dado como resultado importantes valores anómalos en Cu, Au, Ag, Mo, Pb, Zn, Bi y Fe.

Estos tipos y/o estilos se han definido como; vetas/vetillas, venillas, veta-brecha, diseminado y en fracturas, las cuales en algún tiempo habrían sido objeto de explotación artesanal (vetas) y cateo-prospección respectivo. Asimismo, es de gran importancia precisar que estas ocurrencias minerales se encuentran alojadas únicamente en rocas intrusivas aflorantes en el ANAP, como; diorita, granodiorita, cuarzo monzodiorita y cuarzo monzonita, afectadas hidrotermalmente y pertenecientes al Batolito Andahuaylas-Yauri.

Estas estructuras mineralizadas se encontrarían asociadas espacial y temporalmente a episodios de sistemas estructurales de tendencias regionales (andinos y trasandinos) que han controlado el emplazamiento de ellas. Fueron reconocidas en 14 sectores; Aysacocha, Huamansalcca, Sausayoc, Jalasayhua, Marcapata, Apacheta, Minasjata, Azullccaca, Yahualja, Masatajra, Minasnoj, Pucacaullo, Queuñapujro y Puchungo, los cuáles, se han agrupado principalmente en tres (3) sectores importantes (targets): Aysacocha-Huamansalcca, Yahualja y Pucacaullo-Queuñapujro, las mismas que se detallan a continuación.

3.3.1. Área Prospectiva (Target) Aysacocha-Huamansalcca

En la laguna Aysacocha se observa una geoforma muy peculiar, la cual, consiste de una depresión casi circular, sugiriendo ser una zona de colapso? muy notoria. Lo que nos permite postular a que este colapso habría originado estructuras de escape y posteriormente habría permitido el ingreso de fluidos mineralizantes, ya que alrededor de la laguna en un radio no mayor a 600 metros se evidencian estructuras tipo vetas, débil presencia de venillas, diseminado en los diques porfídicos y estructuras argílica-limonitizadas.

Mientras que hacia el sur de Aysacocha; en Huamansalcca, se ha logrado identificar un emplazamiento de vetas (Sistema de Vetas Huamansalcca), lo que la hace mucho más relevante (Figura 3.1).

A continuación se detalla mejor las estructuras mineralizadas señaladas líneas arriba.

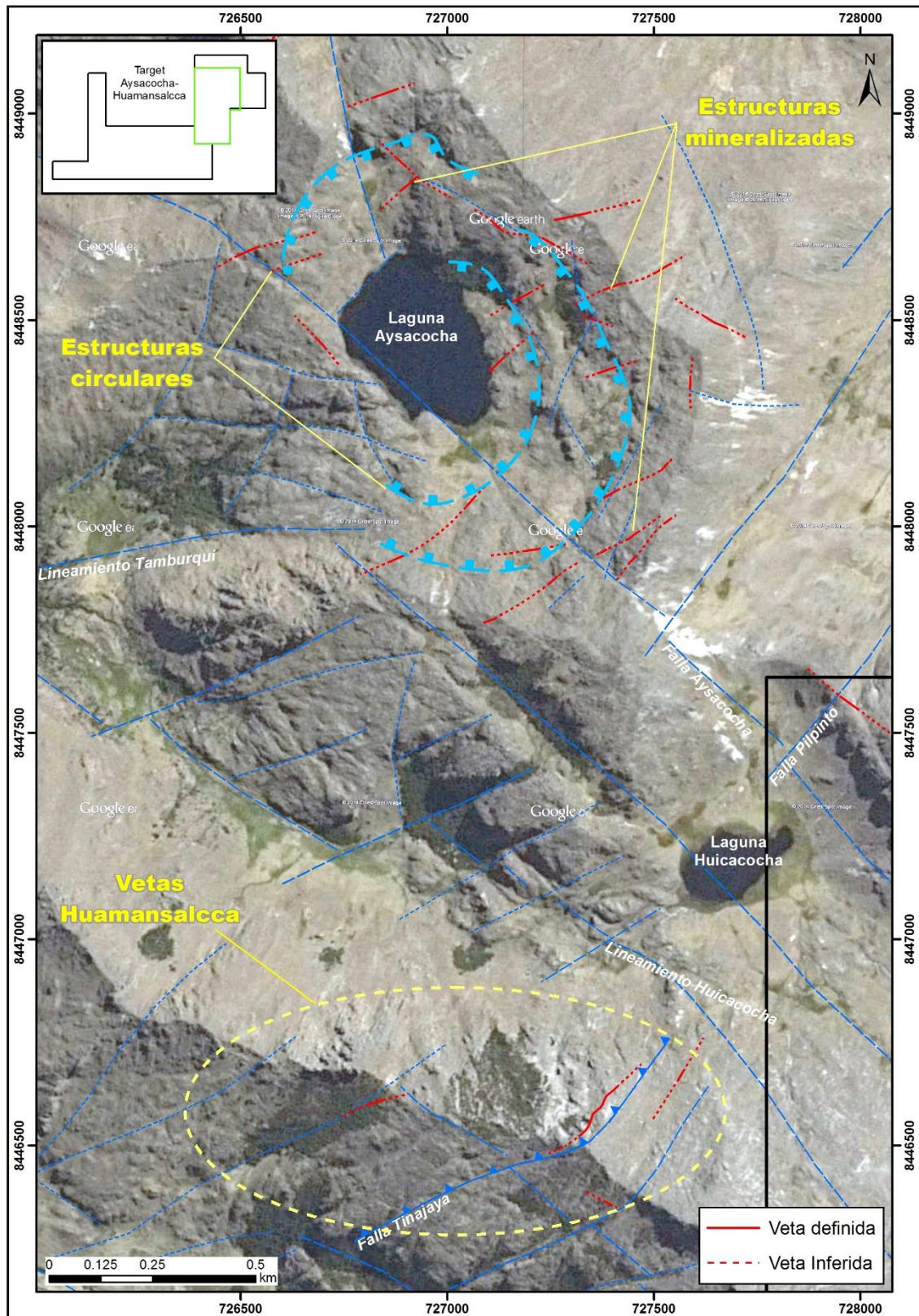


Figura 3.1. Estructuras circulares en la laguna Aysacocha y las estructuras de relleno alrededor de ella, asimismo, hacia el sur se observa las Vetas Huamansalcca (Área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca).

3.3.1.1. Vetas/vetillas

Se manifiestan cercanos al límite del ANAP y otras en Huamansalcca, la mineralogía consta de cuarzo, pirita, óxidos de hierro y calcopirita, lo cual genera halos de alteración sericitica con sobreimposición de alteración argílica. Un claro ejemplo se observa en las muestras ANTAB2-002 y ANTAB2-008, el primero se ubica en el extremo noreste del ANAP (coordenadas 728282E; 8450111N), corresponde a una veta de óxidos de hierro (hematita) con malaquita, se pierde con la cobertura del suelo, mientras que la segundo se ubica en el Abra Pilpinto (coordenadas 727974E; 8447575N), consta de cuarzo con óxidos de hierro (hematita+jarosita) y pirita semi-masiva en el orden de 5% y genera un halo de alteración sericitica-argílica con malaquita en la roca caja cuarzomonzodiorítica (Foto 3.16).

Hacia el sector sur de Aysacocha, en Huamansalcca, se manifiestan estructuras vetiformes (Vetas Huamansalcca), con una mineralogía de cuarzo, pirita, óxidos de hierro y calcopirita, las mismas que generan halos de alteración cuarzo-sericita con malaquita y finas trazas de calcopirita en la roca caja granodiorítica, tienen un rumbo preferente de N50°E y N65°E buzando 70° al noroeste, con anchos que varían entre 5 a 35 cm y de longitudes menores a 5 m. Estas estructuras vetiformes están controlados por la falla Tinajaya (dextral inversa), que a su vez pone en evidencia mineralización aurífera-cuprífera, la cual con sus asociaciones Au-Cu-Ag-Bi configuran una firma geoquímica muy resaltante en esta parte del sector, tal como se pueden observar en la Foto 3.17 y Figura 3.2.

Se tiene en total 16 datos de vetas/vetillas en el área de Aysacocha-Huamansalcca y se puede apreciar con sus detalles y resultados analíticos respectivos en el cuadro 3.1.

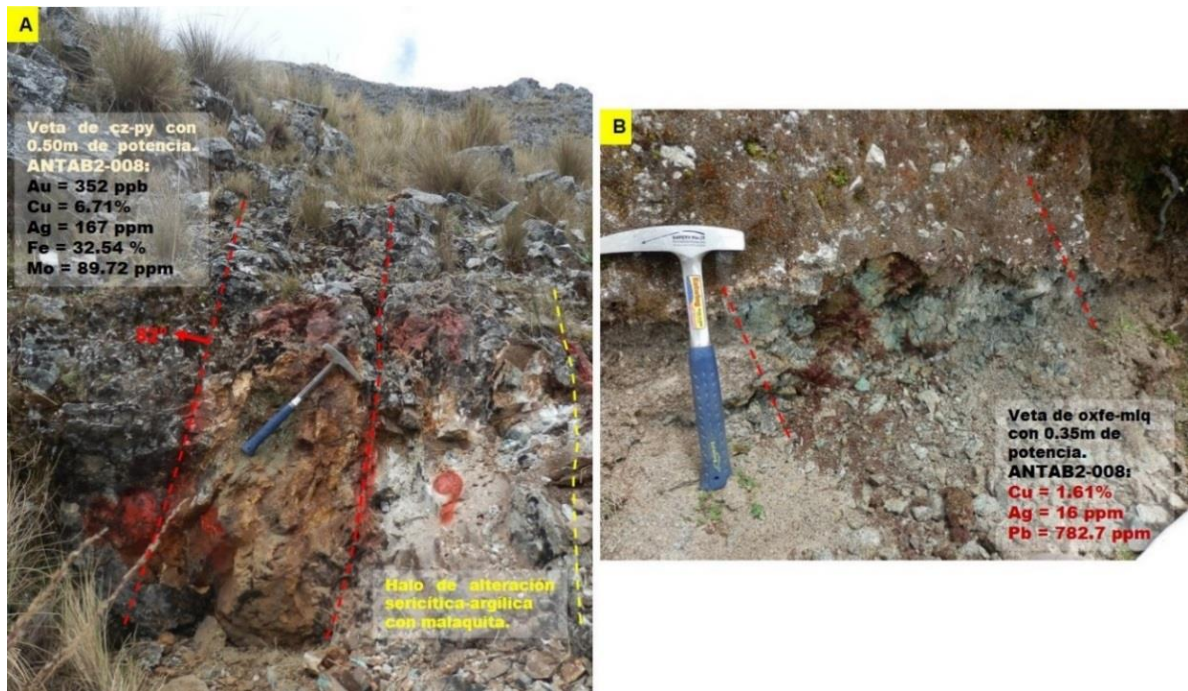


Foto 3.16. A) Veta de cuarzo, pirita y OxFe (ANTAB2-008) tiene un rumbo N55°O y buza 82°NE, con 0.50m y ~3m de longitud. B) Veta de OxFe y malaquita (ANTAB2-002) con rumbo N45°O y buza 60°NE de 0.35m de grosor y 2 m de longitud, se pierde con la cobertura del suelo. Ambas vistas mirando al sureste.

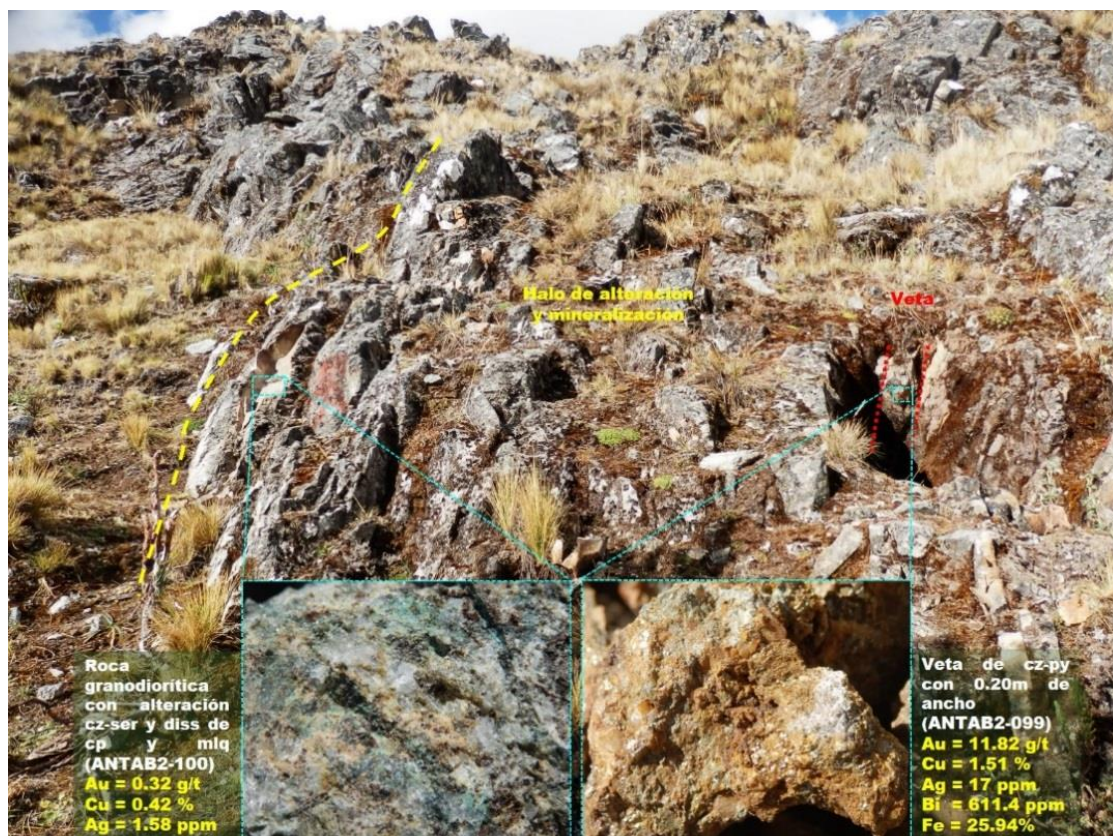


Foto 3.17. Veta de cuarzo, pirita semi-masiva en el orden 5% y óxidos de hierro, asimismo, la roca de caja con alteración cuarzo-sericita y calcopirita diseminada con malaquita en un halo de 3 m. La veta tiene un rumbo N75°E y buza 70°NO con 0.2 m de potencia y ~2 m de longitud, discontinuo, se ubica en las coordenadas 726832E; 8446602N. Vista mirando al noreste.

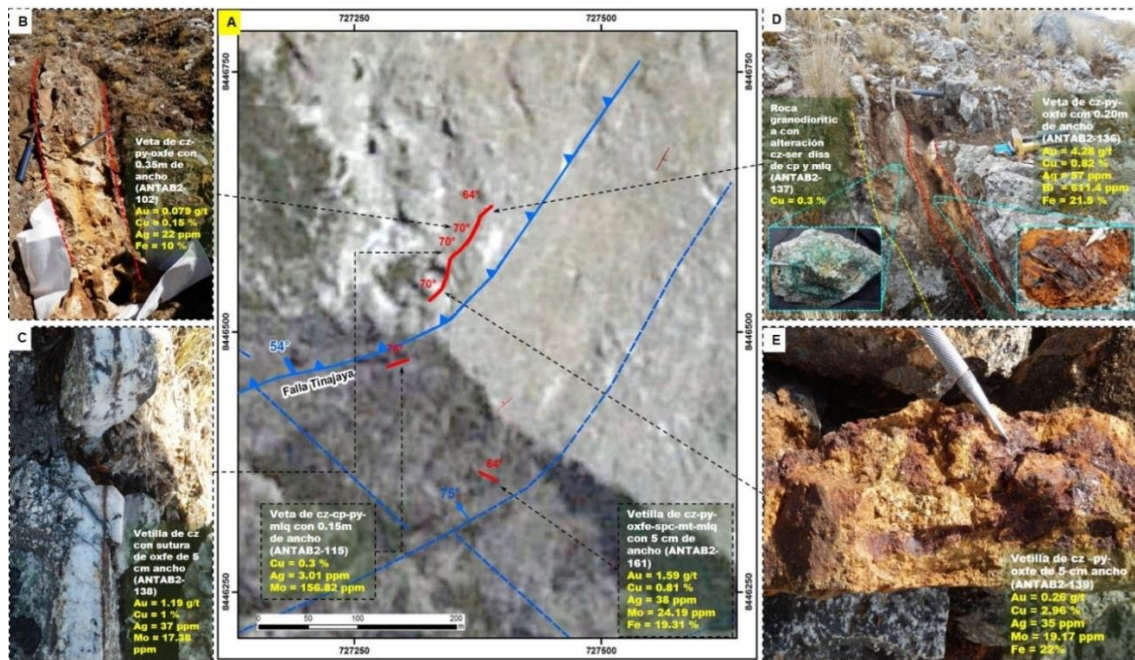


Figura 3.2. A) Mapa donde se aprecia las Vetas Huamansalcca. B, C, D y E) Se muestran los detalles de las vetas/vetillas con resultados analíticos importantes.

3.3.1.2. Venillas

Este tipo de mineralización se observa esporádicamente en esta área y un ejemplo claro se evidencia en las cercanías del Abra Pilpinto, donde se intersectan las fallas Aysacocha y Pilpinto. Se puede apreciar venillas de calcopirita diseminada, venillas de cuarzo hialino y venillas de clorita con hematita, todas ellas menores a 2 milímetros de espesor, asimismo, con pátinas de malaquita y óxidos de manganeso, éstas, se emplazan en la granodiorita que a su vez presenta alteración propilítica con una asociación clorita-epidota y trazas de sericita.

También se puede observar de manera puntual en Huamansalcca, venillas de cuarzo gris con parches aislados de calcopirita en las paredes de la venilla y por otra parte venillas milimétricas de calcopirita-molibdenita asociadas a la alteración tipo cloritización y sericitización débil en la roca caja (Foto 3.18).



Foto 3.18. A) Venillas de cuarzo hialino y sub paralelas venillas de clorita+pirita y pátinas de malaquita junto a óxido de manganeso. B) Venillas de calcopirita+hematita separadas entre sí por 1.5 cm y alteración de clorita-epidota que afecta a la roca caja granodiorítica (Aysacocha). C) Venilla de cuarzo con parches de calcopirita menor a 0.5 cm (Huamansalcca). D) Venilla de calcopirita y molibdenita junto a óxidos de hierro.

3.3.1.3. Diseminado

Este tipo de mineralización solamente se aprecia en los diques porfíricos de composición dacítica emplazados en las cercanías de la laguna Aysacocha, donde se aprecia diseminación de pirita en el orden de 1% así como calcopirita en trazas muy finas. La roca sufre una leve silicificación con sericitización en su matriz, principalmente reemplazan a las plagioclasas. Un ejemplo claro se observa en la muestra ANTAB2-063 ubicado en las coordenadas 726809E; 8448781N (Foto 3.19).

También es importante resaltar que estos diques se emplazan en casi todo el ANAP, pero sólo en las cercanías de la laguna Aysacocha se ha podido evidenciar mineralización diseminada de pirita y más no en los otros sectores como; Huamansalcca, Marcapata, Apacheta, Minasjata, Jalasayhua, Yahualja y Azullccaca, respectivamente. Sin duda esto marca una tendencia significativa para lo que se presume exista en profundidad? (Aysacocha).



Foto 3.19. Roca hipoabisal de textura porfídica con disseminación de pirita en el orden de 1% y trazas finas de calcopirita.

3.3.1.4. Estructuras argílica-limonitizadas (lixiviadas)

La mineralización consta de estructuras de óxidos de hierro (jarosita±hematita) con algo de pirita y en gran proporción acompañadas con alteración argílica, la relación de jarosita-hematita varían su porcentaje en relación a otras estructuras. Muchas de estas tienen un ancho promedio de 30 centímetros y longitudes menores a 5 metros, ya que son cubiertas por suelos recientes. Tienen rumbos preferentes NO-SE, NE-SO y N-S. que siguen lineamientos locales. Se presume que estas estructuras son el resultado de la lixiviación de los fluidos mineralizados emplazados en la roca de caja.

Sin embargo, estas estructuras no han arrojado valores relevantes en cobre y oro, pero sí en molibdeno que alcanzan hasta 48.29 ppm Mo, tal es el caso de la muestra ANTAB2-064 donde se puede observar óxidos de hierro (jarosita ± hematita) con bastante arcillas, similarmente se observa en la muestra ANTAB2-105 del sector Huamansalcca. La muestra ANTAB2-075, tiene una singularidad muy resaltante por la presencia de albita en un 75%, pirita 8%, sericita y además con óxidos de hierro (Datos de estudio de Difracción de Rayos X. Anexo. IV.4) (Foto 3.20). Asimismo, al noreste de la laguna Aysacocha, exactamente a 270 metros, estas estructuras aparte de arcillas-óxidos de hierro concentran azufre y pirita-magnetita-actinolita? como se puede observar en la muestra ANTAB2-076 en las coordenadas 726491E; 8448661N (Foto 3.21.), la cual, se hace muy interesante por haber generado un halo de

alteración hidrotermal, se observa la alteración potásica sobreimpuesta por clorita-epidota y sericita, además, con trazas de calcopirita (Foto 3.22).

Las estructuras descritas tienen un ancho promedio de 1m y 5 m de longitud, con rumbo N65° y buzán 75° al sureste.

En total se tiene 16 datos de estructuras del tipo argílica-limonitizadas y se puede apreciar con sus detalles y resultados analíticos importantes en el cuadro 3.2.

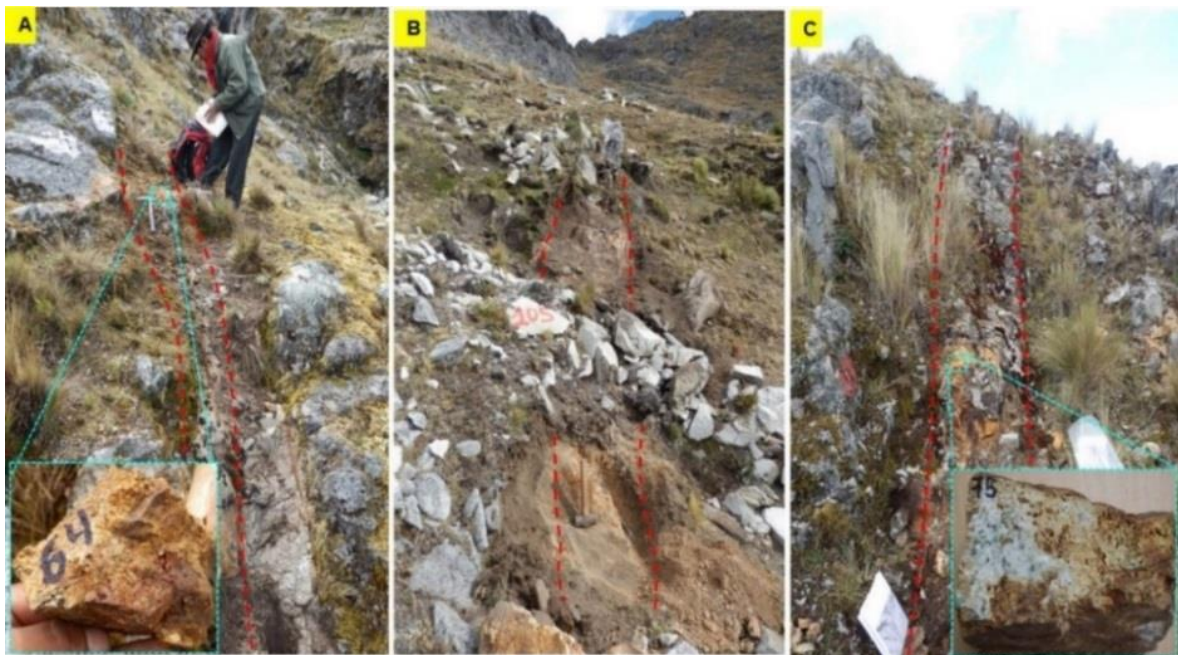


Foto 3.20. A y C) Vistas mirando al este. A) Estructuras de óxidos de hierro (jarosita ± hematita) con presencia de arcillas y trazas de sericita, tiene un rumbo de N76°E y buza 72° SE, con 30 cm de grosor y ~3m de longitud, discontinuo. Muestra ANTAB2-064 (E 727380; N 8448377). B) vista mirando al suroeste, estructura de óxidos de hierro con arcillas de rumbo N 30° subvertical 40 cm de ancho. C) Estructura de óxidos de hierro, albita, pirita y sericita, tiene un rumbo N 78° y buza 84°SE, con 50 cm de ancho y 5 m de longitud, discontinuo. Muestra ANTAB2-075 (726586 E; 8448627 N).

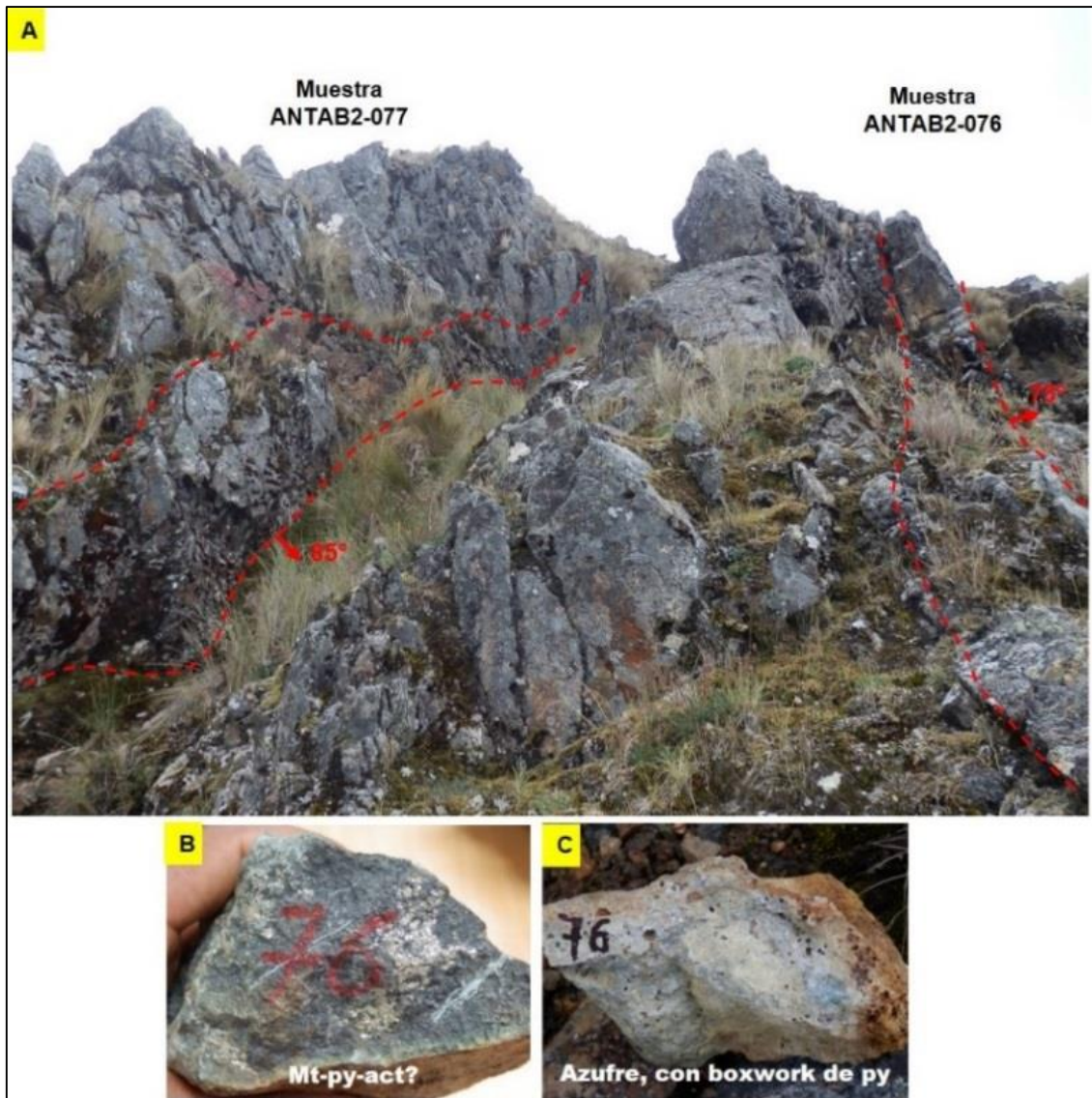


Foto 3.21. A) Vista mirando al noreste, se aprecia estructuras subparalelas con una composición óxidos de hierro y presencia de magnetita, pirita y actinolita? (B) y azufre con boxwork de pirita (C).

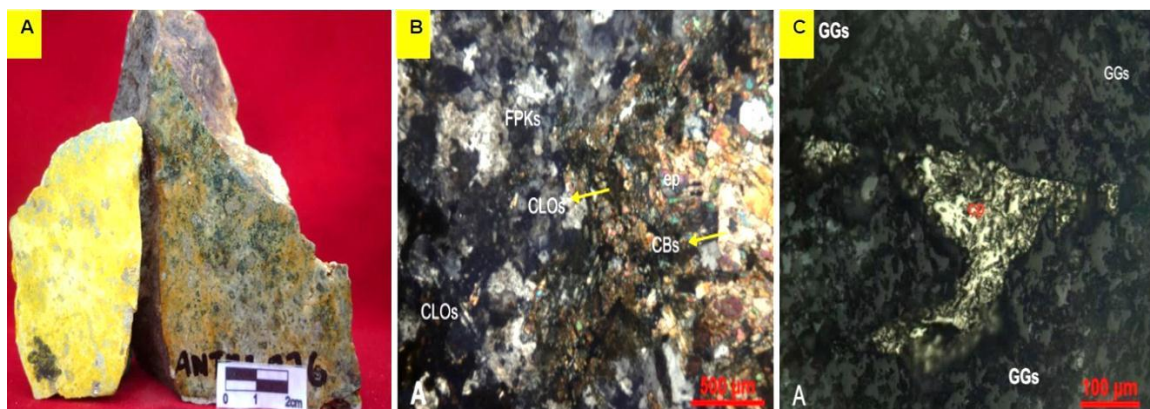


Foto 3.22. A) Detalle de la muestra ANTAB2-076, alteración potásica fuerte sobreimpuesta por clorita-epidota. B) Fotomicrografía (Nicolas Cruzados), agregado de epidota (ep), cloritas (CLOs) y carbonatos (CBs) en agregados de feldespato potásico secundario (FPKs) y C) Fotomicrografía. Estudio de sección pulida, nótese cavidad rellena por calcopirita, al parecer asociada a agregados de cloritas-epidotas.

Cuadro 3.1. Resumen de las vetas/vetillas con resultados importantes en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca.

Código	Este	Norte	Sector	Tipo	Roca caja (Simb)	Pot. (m)	Az	Bz	Au_ppb	Cu_ppm	Fe_%	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Mo_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
ANTAB2-001	728401	8451090	Aysacocha	Veta	Di	0.55	35°	82°NO	142	3406	4.6	3.06	4	1.27	7.35	30.2	72
ANTAB2-002	728282	8450111	Aysacocha	Estructura-veta	Gd/Czmz??	0.30	315°	60°NE	21	16110	6.01	16	11	2.04	9.06	782.7	202
ANTAB2-008	727974	8447575	Aysacocha	Veta	Di/Czdi	0.50	305°	86°SO	352	67100	32.54	167	21	4.55	89.72	20.2	56
ANTAB2-015	727447	8447917	Aysacocha	Estructura-veta	Gd/Czmz??	0.50	57°	64°NO	48	107.3	6.39	1	77	5.22	3.15	17.4	26
ANTAB2-066	727176	8448554	Aysacocha	Estructura-veta	Gd/Czmz??	0.20	60°	80°SE	11	31.8	5.67	0.11	6	2.85	21.23	9.7	14
ANTAB2-073	726915	8448835	Aysacocha	Estructura-veta	Gd/Czmz??	0.40	50°	76°NO	<5	20.5	3.32	0.05	4	4.24	26.61	19.2	28
ANTAB2-069	726878	8447922	Aysacocha	Estructura-veta	Gd/Czmz??	0.20	247°	75°SE	<5	143	3.41	0.42	8	3.77	2.97	21.7	47
ANTAB2-091	727098	8447770	Aysacocha	Veta	Gd/Czmz??	0.20	75°	80°NO	8	270.8	5.62	1.33	10	23.9	3.19	6.8	16
ANTAB2-099	726834	8446606	Huamansalcca	Veta	Gd/Czmz??	0.20	75°	70°NO	11820	15120	25.94	17	50	611.4	4.03	72.8	50
ANTAB2-102	727371	8446593	Huamansalcca	Estructura-veta	Gd/Czmz??	0.30	30°	70°NO	79	1497	10.04	22	27	10.4	4.21	41	12
ANTAB2-114	726889	8446600	Huamansalcca	Vetilla	Gd/Czmz??	0.05	77°	73°NO	2621	759.9	9.31	1.5	73	20.3	40.97	34.9	30
ANTAB2-115	727294	8446471	Huamansalcca	Veta	Gd/Czmz??	0.15	75°	76°NO	37	3055	2.97	3.01	1	0.28	156.82	15.7	42
ANTAB2-136	727383	8446617	Huamansalcca	Veta	Gd/Czmz??	0.20	54°	64°NO	4283	8253	21.5	57	54	9.38	9.99	3.8	10
ANTAB2-138	727352	8446576	Huamansalcca	Vetilla	Gd/Czmz??	0.05	50°	70°NO	1198	10010	14.14	37	8	4.45	17.38	7.8	20
ANTAB2-139	727336	8446539	Huamansalcca	Vetilla	Gd/Czmz??	0.05	48°	70°NO	266	29640	22.09	35	5	15.8	19.17	12.7	39
ANTAB2-161	727385	8446361	Huamansalcca	Vetilla	Gd/Czmz??	0.05	120°	64°NE	1591	8156	19.31	38	16	5.56	24.19	35.1	18

Cuadro 3.2. Resumen de las estructuras argílica-limonitizadas con algunos resultados importantes del área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca.

Código	Este	Norte	Sector	Tipo	Roca caja (Simb)	Pot. (m)	Az	Bz	Au_ppb	Cu_ppm	Fe_%	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Mo_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
ANTAB2-016	727525	8448145	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.20	40°	25°SE	80	44	9.32	0.38	10	7.63	44.59	21.3	12
ANTAB2-019	727660	8448488	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.20	310°	80°NE	<5	187.2	4.71	0.45	112	1.59	5.4	29.8	77
ANTAB2-020	728712	8447164	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Di	0.05	60°	80°NO	43	413.4	8.63	1.05	10	3.3	36.66	9.3	29
ANTAB2-043	727646	8448494	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.10	282°	80°NE	102	799.2	9.56	3.19	102	30.9	20.95	34.6	27
ANTAB2-044	727394	8448578	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.25	70°	75°NO	7	62.4	5.28	0.32	9	4.34	3.44	9.2	12
ANTAB2-046	727300	8448751	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.25	78°	75°NO	<5	121.8	10.49	0.07	22	5.18	11.23	12.3	11
ANTAB2-047	726845	8449047	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	1	72°	57°NO	<5	61.9	4.54	0.14	4	2.23	9.86	16.7	22
ANTAB2-062	727243	8448692	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.25	120°	50°NE	<5	635.3	3.39	3.02	1	15.4	7.19	22.1	45
ANTAB2-064	727380	8448377	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.30	10°	70°SE	21	73.9	4	0.37	15	7.91	48.29	10.6	21
ANTAB2-072	727117	8448729	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.40	310°	83°NE	<5	15.5	5.05	0.03	3	7.47	9.26	15.2	30
ANTAB2-075	726586	8448627	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.50	78°	84°SE	<5	338.2	4.31	0.29	10	9.41	7.68	7.6	23
ANTAB2-076	726519	8448661	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	1	75°	73°SE	<5	900.1	10.31	0.62	4	8.78	14.75	9.2	62
ANTAB2-077	726511	8448664	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	1	61°	85°SE	<5	128.7	7.58	0.22	5	26.3	22.47	12.3	45
ANTAB2-079	726693	8448444	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.10	132°	70°NE	<5	12.7	3.29	0.08	4	4.02	10.83	17	27
ANTAB2-081	727530	8448012	Aysacocha	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	2	60°	40°SE	<5	73.5	3.33	0.34	1	1.33	28.52	4.6	24
ANTAB2-105	727562	8446666	Huamansalcca	Argílica-Limonitizada	Gd/Czmz??	0.40	30°	80°SE	78	20.1	4.15	0.25	31	3.36	12.07	4.9	13

3.3.2. Área Prospectiva (Target) Yahualja

Se ubica en la zona central y oeste del ANAP, donde, se evidencian hasta 4 tipos y/o estilos de mineralización, estos son; vetas/vetillas, brecha-veta, venillas y estructuras argílica limonitizadas, así como malaquita en fracturas (Figura 3.3). Las vetas generan halos de alteración hidrotermal, principalmente cuarzo-sericita sobreimpuesta por argílica intermedia. Estas vetas se asocian a vetillas menores que definen diversos juegos secundarios.

En la zona central sur presenta venillas de cuarzo con calcopirita (anomalías en Cu-Mo), hacia el oeste, sistema de vetas Masatajra (anomalías en Cu-Ag-Pb-Zn-As?) y hacia el este, con el sistema de vetas Apacheta, Minasjata y Jalasayhua (anomalías en Cu-Au-Ag-Bi-Mo).

Desde el punto de vista geoeconómico, esta área prospectiva es la de mayor importancia, ya que los estilos de mineralización que representa nos conducirían a un sistema hidrotermal mineralizado no expuesto, esto se detalla líneas abajo.

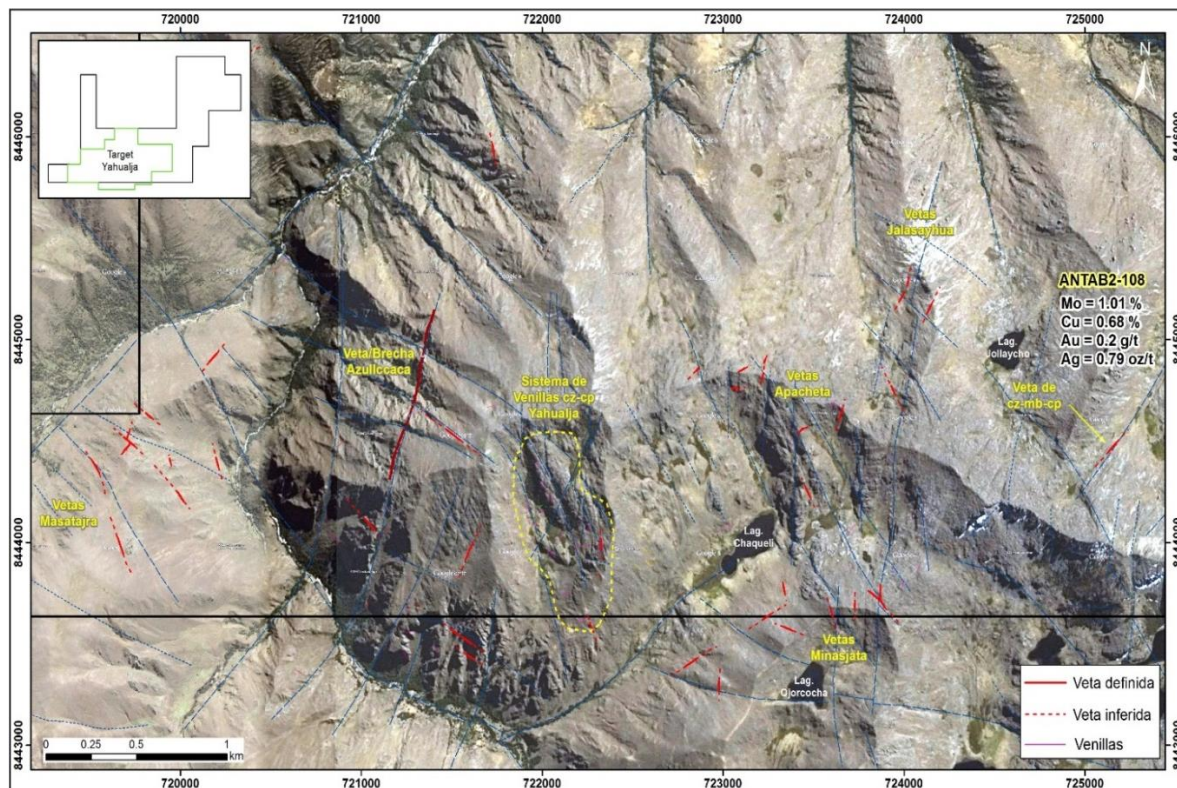


Figura 3.3. Se muestra el sistema de vetas y venillas del área prospectiva Yahualja.

3.3.2.1. Vetass/vetillas

Las vetas identificadas se manifiestan con características geológicas y geoquímicas distintas; la primera, por resaltar anomalías en Cu-Ag-Au-Bi-Mo emplazadas en la granodiorita/cuarzo monzonita, la segunda hacia el oeste 1.8 kilómetros con anomalías de Cu-Ag-Pb-Zn-As? emplazadas en la cuarzo monzodiorita?. Entre los valores reportados se tiene hasta 5.76% Cu, 81.9 g/t Au, 10.48 oz/t Ag y 1.01% Mo.

Las vetas Apacheta-Minasjata-Jalasayhua con anomalía de Cu-Ag-Au-Bi-Mo? ubicadas al este de Yahualja (zona central) corresponden a mineralizaciones de cuarzo con sulfuros como; pirita, calcopirita y bornita? así como óxidos de hierro. Estas siguen patrones estructurales de rumbos NO-SE y NE-SO, con potencias variables en el orden de 0.10 a 2 metros (puntual) y longitudes menores a los 5 metros que se pierden por la cobertura de suelos y vegetación (Foto. 3.23).

En cambio el sistema de vetas Masatajra anomalías de Cu-Ag-Pb-Zn-As? corresponden a dos tipos de composición mineralógica, el primero de baritina-cuarzo-calcita-galena-óxidos de hierro y el segundo de cuarzo con pirita semi masiva junto a óxidos de hierro y malaquita, también presentan alteración argílica y sericítica, tanto en la estructura como en halos (Foto 3.24). Estas vetas se emplazan con un rumbo preferencial NO-SE con potencias variables entre 0.2 a 1 m y 5 a 10 m de longitud. Asimismo, muestran una firma geoquímica que marcan un borde distal con respecto a la zona central del área prospectiva Yahualja. De manera puntual se ha reconocido una vetilla de cuarzo-calcopirita-molibdenita y óxidos de hierro, en la roca caja también se observa malaquita y calcopirita en un halo de 15 cm. Esta vetilla tiene entre 5 a 8 cm de ancho y 3 m de longitud con rumbo N58°E y buza 80°SE, se encuentra en una zona con fracturamiento fuerte en las coordenadas 725150 E, 8444464 N (ANTAB2-108) a 1.9 km al este de la laguna Chaqueli. El reporte de esta vetilla es de: 209 ppb Au, 0.68% Cu, 25 ppm Ag y 1.01 % Mo. Otra veta que se ubica al suroeste de Yahualja, además de cuarzo y óxidos de hierro, presenta siderita a manera de corte sobre ellas con espesor menor a 1cm, tiene un rumbo N70°O/55°NE con una potencia total de la veta 1.5 m y 5 m de longitud, se localiza en las coordenadas 721047 E; 8444088 N.

Estas estructuras vetiformes se evidencian a lo largo de controles estructurales marcados con un desarrollo longitudinal discontinuo, intersecciones de fallas que han generado zonas de debilidad, el cual, favoreció el ingreso de fluidos mineralizantes y el

emplazamiento de vetas y vetillas con alteración hidrotermal asociada. Por ejemplo, en el sector Masatajra, las vetas que se evidencian se relacionarían a falla de mismo nombre, donde se ha marcado dos puntos importantes que demuestra su reactivación, inicialmente presentó un desplazamiento normal buzando 65° NE con “pitch” 75° SE, pero después se reactiva mostrando un desplazamiento dextral con estrías que marcan un “pitch” sub-horizontal de 15° SE.

En esta área se tiene 62 datos de estructuras vetiformes, los cuales se pueden apreciar con sus detalles y resultados analíticos en el cuadro 3.3..

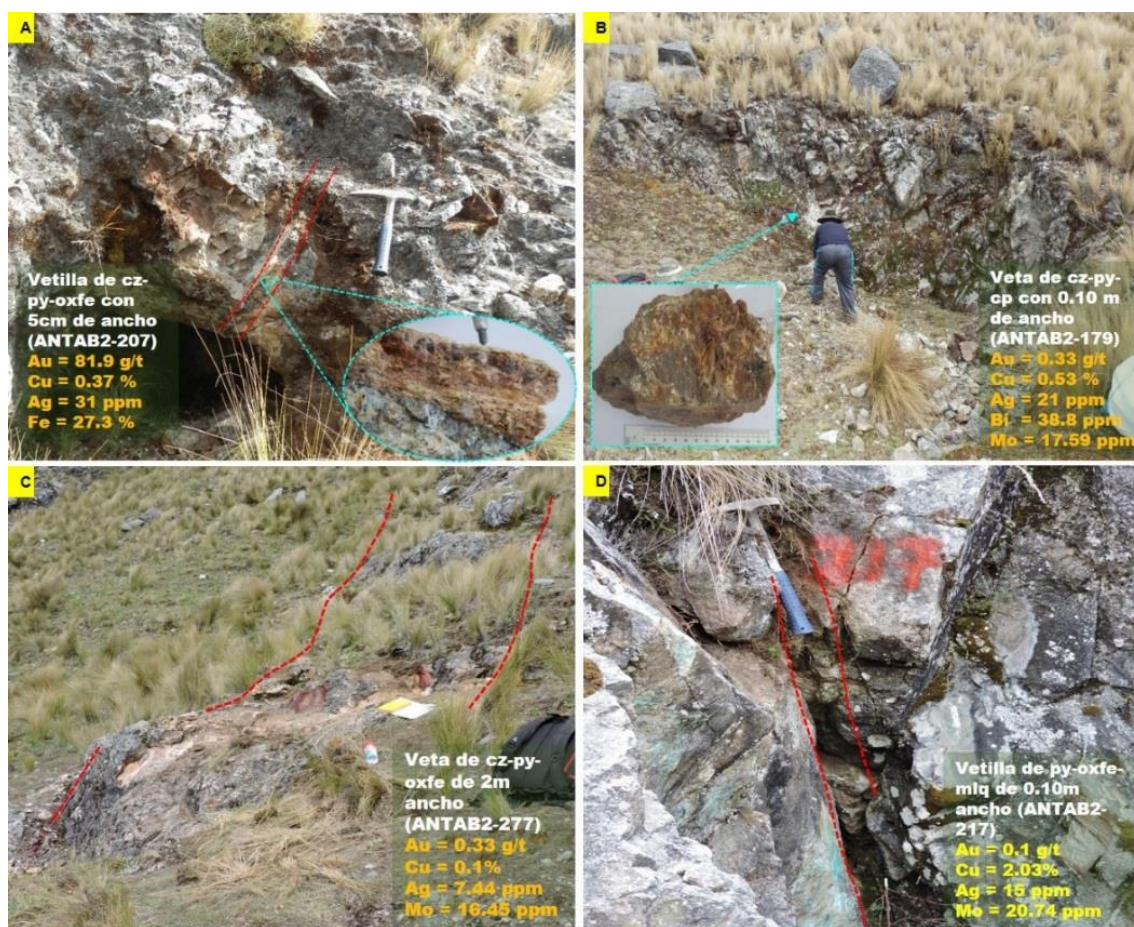


Foto 3.23. A) Vetilla de cuarzo-pirita-oxfe con halos de sericita gris verde, tiene 5cm de ancho con rumbo $N58^{\circ}E/58^{\circ}SE$ (Minasjata). Vista mirando al suroeste. B) Veta de cuarzo-pirita-calcopirita de 10cm de ancho y rumbo $S70^{\circ}E/75^{\circ}SO$ (Minasjata). Vista mirando al sureste C) Veta de cuarzo-pirita-oxfe de 2m de ancho y aproximadamente 100m de longitud (Azulccaca). Vista mirando al este. D) Vetilla de pirita-oxfe de 0.10m de ancho y 3m de longitud, además con malaquita en las paredes de la roca caja granodiorítica (Yahualja). Vista mirando al norte. Estas vetas/vetillas reflejan valores anómalos en Cu-Au y Ag del Sector Apacheta-Minasjata.

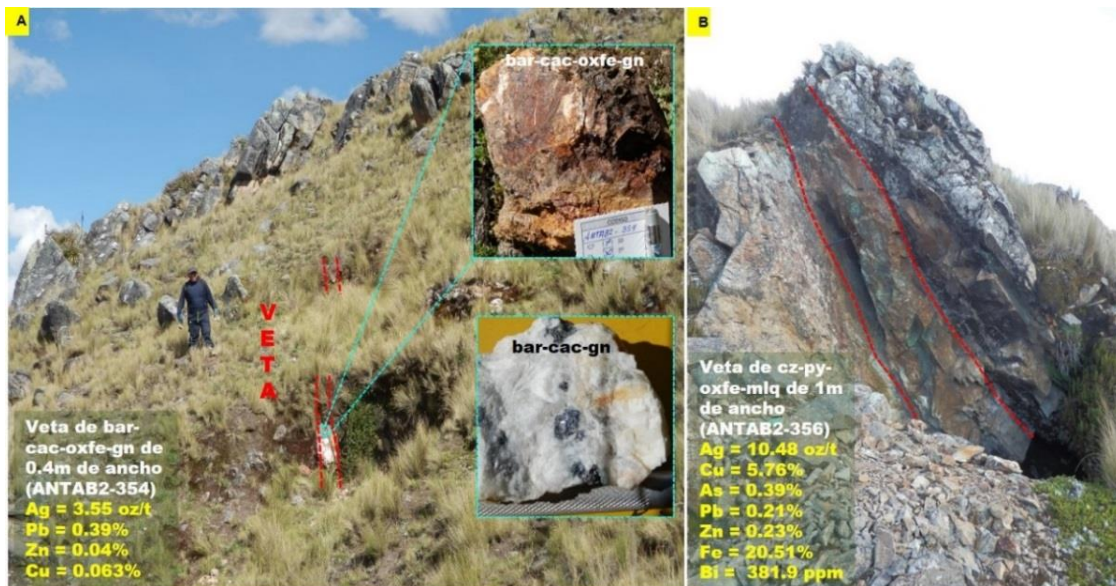


Foto 3.24. A) Veta de baritina-cuarzo-calcita-oxfe-galena y trazas de esfalerita. Vista mirando al sureste. B) Veta de cuarzo-oxfe-pirita-malaquita. Vista mirando al noroeste (Vetas Masatajra).

3.3.2.2. Brecha/Veta Azullccaca

Se ubica en las inmediaciones del cerro Azullccaca, se identificó a lo largo del corredor estructural N10°-15°E, el cual posiblemente se extienda hacia el proyecto Tumipampa. Esta estructura resalta por sus concentraciones de Ag-Pb-Mo-Zn? (Figura 3.4). Se trata de una veta cuya textura se asemeja a la de una brecha, debido a la presencia de cuarzo “craquelado” junto a óxidos de hierro (hematita, goethita y poca jarosita) con pirita y trazas de calcopirita. Asimismo, presenta una alteración dominante de cuarzo-sericita que al parecer es sobreimpuesta por argílica intermedia, esto por la presencia de arcillas (caolinita-esmectita?) (Foto 3.25). Por lo observado en campo, sus dimensiones son considerables y cuenta con una potencia que varía de 3 a 5 metros y 850 metros de longitud, con geoforma positiva de hasta 6 metros de altitud. Esta estructura podría extenderse tanto hacia el sur como al norte. Tiene un rumbo N15°-20°E y con buzamientos 60° y 75° hacia el sureste.

Por otra parte, es importante mencionar que esta veta/brecha se emplaza cercano al contacto entre la granodiorita y la cuarzo monzodiorita, asociada a ella se pudo identificar una pequeña estructura tipo “*stockwork*” muy restringida (5x3m superficiales) representada por venillas de cuarzo-pirita y alteración fílica asociada, trabajos a más

detalle es ese sector serán necesarios (Foto 3.26).

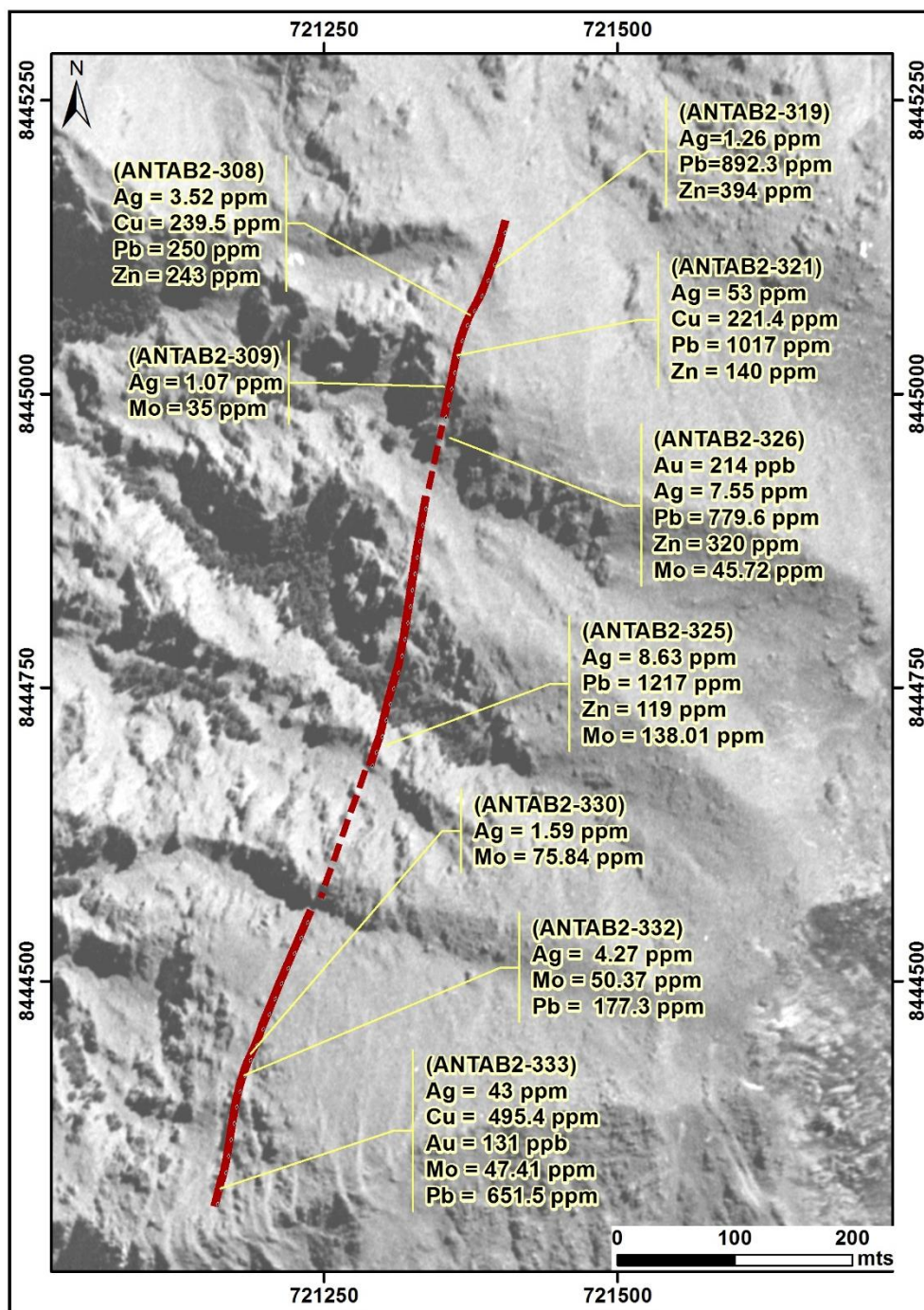


Figura 3.4. Detalle de la brecha/veta de Azulccaca con algunos resultados importantes donde se realizaron el muestreo.

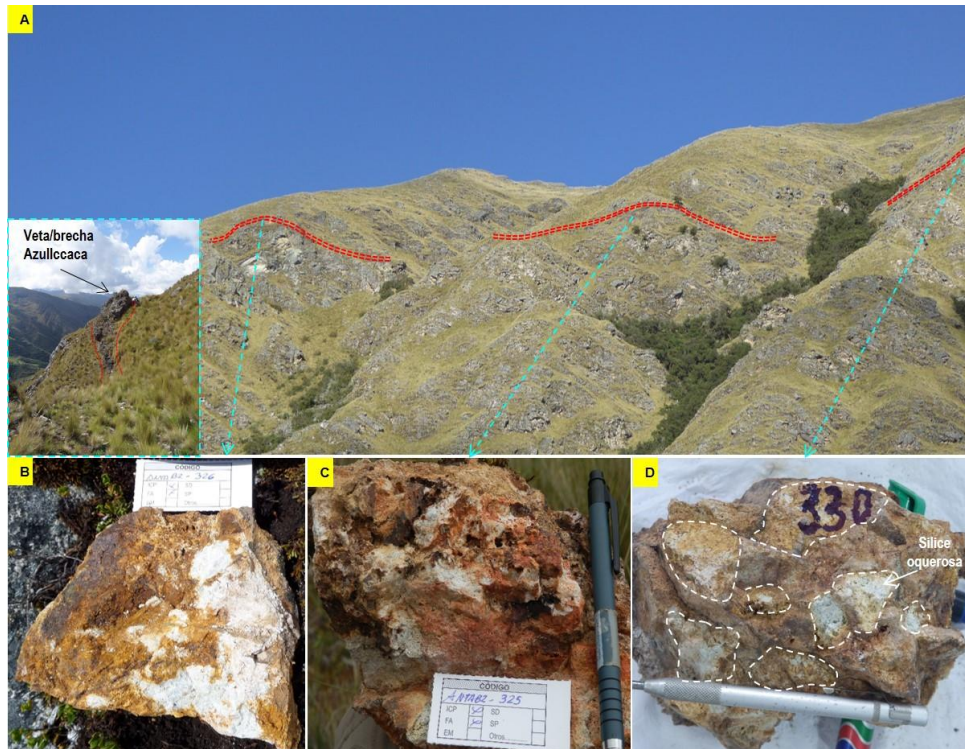


Foto 3.25. A) Se aprecia la estructura tipo brecha de Azullccaca. Vista mirando al este. B y C) Detalle de la veta-brecha de cuarzo y óxidos de hierro con alteración filica-argílica. D) Se puede apreciar con mas detalle de la brecha con algunos fragmentos alterados a sílice oquerosa.



Foto 3.26. A) Estructura tipo "stockwork" con una dimensión de 5x3 metros, en las coordenadas 721348E; 8444902N (Azullccaca), vista mirando al este. B y C) Detalle de las venillas de cuarzo con impregnaciones de pirita y halos sericíticos, roca caja cuarzo monzonita? con alteración cuarzo-sericita fuerte.

3.3.2.3. Venillas

Este estilo de mineralización, es sin duda el más importante ya que se ha identificado en sectores como; Marcapata, Apacheta, Minasjata y Yahualja. Sin embargo, en Yahualja se muestra un interés prospectivo bastante más relevante, debido a que estas venillas pudieron ser reconocidas en una franja de 1000 metros de longitud y ~400 metros de ancho, controlada por la intersección de dos fallas; Yahualja y Chaupimonte, con rumbos NNO-SSE y NE-SO respectivamente. Consta de manifestaciones de calcopirita diseminada, trazas de molibdenita junto a malaquita en venillas, asimismo, venillas de cuarzo con calcopirita. Las venillas de calcopirita son ligeramente rectilíneas menores a 2 milímetros de espesor emplazadas con un espaciamiento de 1 a 3 centímetros, llegando a formar estructuras con anchos promedio a 0.30 metros en la roca caja granodiorítica, que a su vez presenta alteración débil de clorita-sericita con malaquita en fracturas, a simple vista es difícil observar halos de alteración sin embargo éstas se dan (Foto 3.27). Mientras que las venillas de cuarzo con calcopirita presentan una forma sinuosa a rectilínea de 0.5 a 1 centímetro de espesor, ocasionalmente se bifurcan observándose halos de 5 mm de feldespato potásico con sobreimposición de sericita gris verde, otro detalle es que, la calcopirita se ubica en las paredes o en la parte central de la venilla (Foto 3.28). La mayoría de estas venillas tienen un rumbo preferencial de N160° con buzamientos variables de 50 a 70° al noreste. Los resultados analíticos demuestran valores que oscilan entre los 800 ppm hasta 2448 ppm Cu, que sin duda representa una perspectiva interesante para un muestreo superficial.

Similar a esto se observa en el cerro Minasjata donde se aprecia como “estructura-venilla”, la cual, consiste de calcopirita con malaquita en microvenillas de 1 mm de espesor, equidistantes de forma subparalelas entre 1 a 2 cm, esta estructura se desarrolla con un ancho total de 40 cm, como roca caja se tiene a la granodiorita con leve argilización y sericitización de sus feldespatos. De manera puntual y menos llamativa se manifiestan en el cerro Huashuasagua.

En el Sector Marcapata se observa venillas irregulares de cuarzo con trazas de calcopirita menores a 2 cm de espesor, mientras que en el cerro Apacheta se puede observar venillas casi rectilíneas de cuarzo gris con calcopirita, pirita y trazas de bornita, asimismo, pátinas de malaquita hacia las cajas (Sistema de Venillas Apacheta) (Foto 3.29).



Foto 3.27. A) Venilla con molibdenita e impregnaciones de hematita (muestra, ANTAB2-281). B y C) Calcopirita diseminada junto a malaquita (muestras, ANTAB2-282 y ANTAB2-348). D) Sistema de venillas de calcopirita. Sector Yahualja.

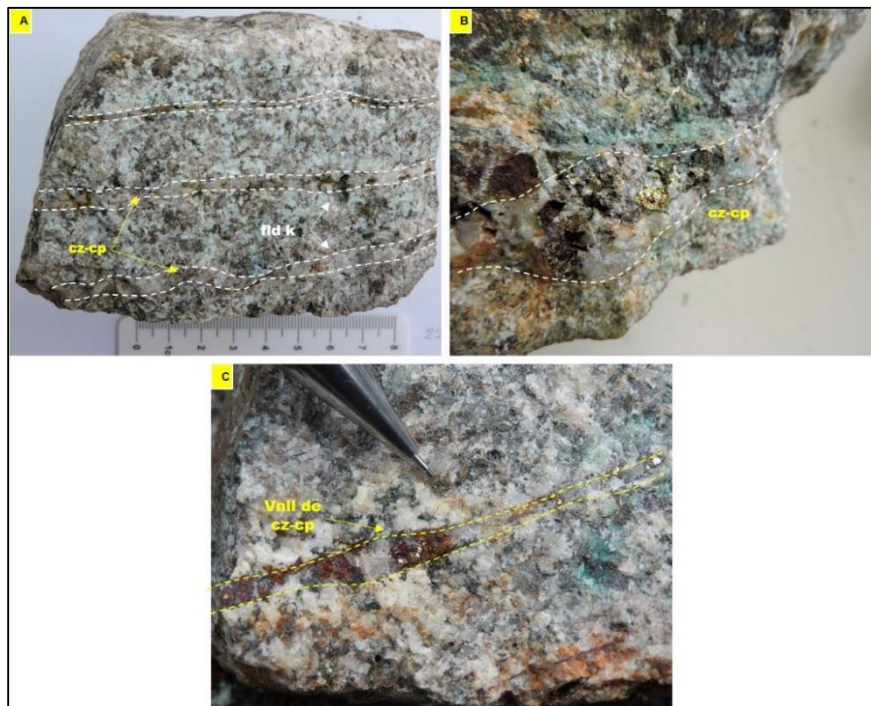


Foto 3.28. A) Venillas irregulares subparalelas de cuarzo con calcopirita, nótese la tonalidad rosácea en halos (feldespato potásico) con sobreimposición de sericita gris verde y además con malaquita (muestra, ANTAB2-221). B) Venilla irregular de cuarzo-calcopirita con malaquita y óxidos de manganeso (muestra, ANTAB2-217). C) Venilla irregular de cuarzo con parches de calcopirita junto a óxidos de hierro, de 3 a 5 mm de ancho con halo sericítico hacia la caja (muestra, ANTAB2-295). Sector Yahualja.

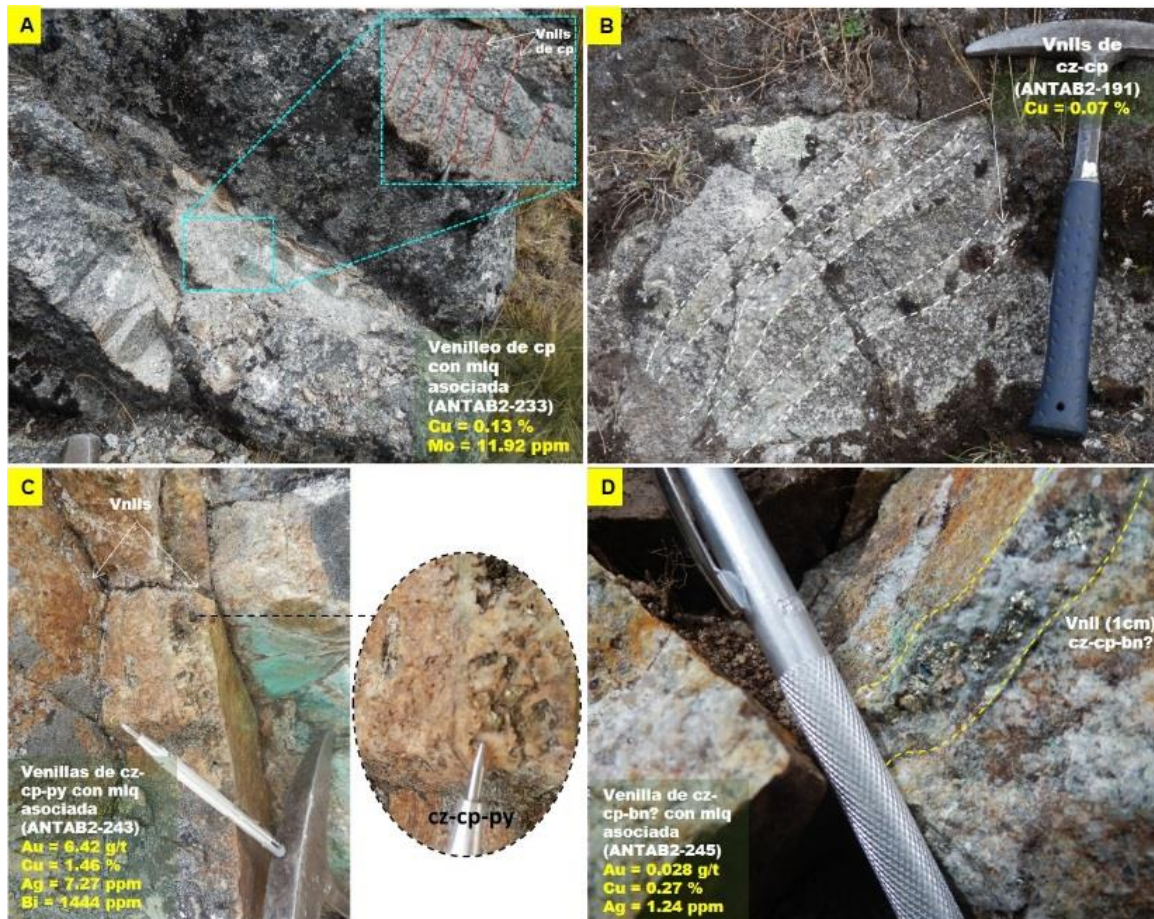


Foto 3.29. A) Estructura venilla de calcopirita con malaquita asociada en la granodiorita (muestra ANTAB2-233, ubicada en las coordenadas 723996E; 8443795N). Vista mirando al oeste. Minasjata. B) Venillas de cuarzo-calcopirita y malaquita, de rumbo N15°E/82°NO (muestra, ANTAB2-091, ubicada en las coordenadas 722614E; 8446091N. Marcapata). C y D) Sistema de Venillas Apacheta, de composición cuarzo-calcopirita-pirita con trazas finas de bornita? y rumbo EO/65°N (muestras, ANTAB2-243 y ANTAB2-245).

3.3.2.4. Fracturas

Esencialmente es la malaquita que se manifiesta en fracturas de las rocas intrusivas, identificadas en la cuarzo monzonita al sur de Yahualja, coordenadas 721556 E; 8443539 N y 721591 E; 8443514 N, mientras que en Masatajra, la malaquita se manifiesta en las fracturas del dique porfírico con alteración fílica fuerte y presencia de óxidos de hierro, coordenada 719531 E; 8444369 N, asimismo en la cuarzo monzodiorita con leve alteración de clorita - epidota $\pm$ sericita asociada con venillas de calcopirita de 1 mm de espesor, coordenada 719100 E; 8443927 N (Foto 3.30).



Foto 3.30. A y B) Ocurrencia de malaquita en fracturas de la cuarzo monzodiorita (izquierda) y en la cuarzo monzonita (derecha), con fuerte diaclasamiento (Área prospectiva Yahualja).

Cuadro 3.3. Resumen de las estructuras vetiformes con algunos resultados importantes del área prospectiva Yahualja.

Código	Este	Norte	Sector	Tipo	Roca caja (simb)	Pot. (m)	Az	Bz	Au_ppb	Cu_ppm	Fe_%	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Mo_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
ANTAB2-108	725150	8444464	Sausayoc	Veta	Gr	0.8	58°	80°SE	209	6827	6.69	25	12	28.5	10100	32.3	24
ANTAB2-179	723357	8443575	Minasjata	Vetilla	Gr/Czmz	0.1	110°	75°SO	338	5293	9.97	21	77	38.8	17.59	123	116
ANTAB2-182	723336	8443773	Minasjata	Vetilla	Gr/Czmz	0.08	170°	80°E	22	393.5	2.13	2.93	3	103.7	1.23	40.2	42
ANTAB2-187	722806	8446584	Marcapata	Vetilla	Gr/Czmz	0.05	285°	76°SO	67	2549	13.14	83	24	146.7	71.35	141.6	38
ANTAB2-207	723245	8443632	Minasjata	Vetilla	Gr/Czmz	0.08	40°	58°SE	81900	3734	27.33	31	22	53.7	20.4	131.1	22
ANTAB2-209	723474	8444238	Minasjata	Vetilla	Gr/Czmz	0.05	132°	60°NE	31	12.9	7.37	0.39	4	3.6	14.33	5.7	75
ANTAB2-215	722272	8443582	Yahualja	Estructura-veta	Gd/Czmz?	0.1	337°	75°SO	50	613.2	2.61	0.4	26	3.12	4.87	22.1	65
ANTAB2-217	722271	8443582	Yahualja	Veta	Gd/Czmz?	0.25	298°	63°NE	103	20290	7.44	15	3	5.1	20.74	263.4	51
ANTAB2-223	722324	8443992	Yahualja	Estructura-veta	Gd/Czmz?	0.35	180°	47°E	476	784.3	4.74	0.34	3	2.23	8.78	21.7	45
ANTAB2-234	723871	8443760	Minasjata	Vetilla	Gr/Czmz	0.03	176°	80°E	4860	1399	5.03	7.94	17	3.12	9.37	55.6	30
ANTAB2-235	723730	8443701	Minasjata	Vetilla	Gr/Czmz	0.02	180°	75°E	115	149.1	2.51	0.33	2	1.84	5.7	13.7	28
ANTAB2-236	723600	8443655	Minasjata	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.5	164°	80°SO	10	60.7	3.83	0.45	2	1.66	32.18	10.9	19
ANTAB2-237	723219	8444818	Apacheta	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.15	10°	76°E	68	16.2	5.71	0.27	13	7.51	3.65	11.5	36
ANTAB2-238	723647	8444620	Apacheta	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.3	10°	75°E	3307	124.9	4.41	1.28	14	35.1	13.93	13.6	16
ANTAB2-240	723066	8444761	Apacheta	Vetilla	Gr/Czmz	0.03	90°	65°N	9130	9147	5.57	12	23	281.2	6.4	25.1	24
ANTAB2-243	723065	8444752	Apacheta	Estructura-vetilla	Gr/Czmz	0.4	280°	60°NE	6420	14670	3.68	7.27	13	1444	2.5	56	21
ANTAB2-245	723090	8444747	Apacheta	Estructura-Vetilla	Gr/Czmz	0.3	270°	62°N	28	2789	2.25	1.24	6	1.48	1.16	12.2	47
ANTAB2-249	722858	8444854	Apacheta	Vetilla	Gr/Czmz	0.05	47°	66°SE	21920	20230	22.6	77	53	2774	5.44	604.4	48
ANTAB2-251	723108	8444852	Apacheta	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.15	62°	68°SE	88	283.8	7.08	1.04	40	59.2	3.5	41.6	33
ANTAB2-252	723231	8444896	Apacheta	Estructura-veta	Gr/Czmz	1	30°	77°SE	13	80.4	8.35	0.17	18	7.76	22.66	9.5	37

ANTAB2-261	723428	8444549	Apacheta	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.3	210°	70°SE	42	1443	11.18	0.5	65	1.29	2.86	21.4	41
ANTAB2-262	723440	8444560	Apacheta	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.1	250°	90°	134	1185	6.91	8.65	405	241.4	4.2	36.7	26
ANTAB2-266	723651	8444635	Apacheta	Vetilla	Gr/Czmz	0.08	15°	75°SE	226	69.7	6.72	1.53	43	87.3	2.02	17.5	9
ANTAB2-269	723660	8444654	Apacheta	Vetilla	Gr/Czmz	0.08	170°	75°E	279	63.4	12.84	0.91	56	8.74	3.37	18.7	35
ANTAB2-272	721595	8443953	Azulccaca	Veta	Gd/Czmz?	0.2	345°	35°NE	252	1451	4.09	4.66	15	7.45	49.9	132.9	125
ANTAB2-275	721477	8444553	Azulccaca	Veta	Gd/Czmz?	0.5	310°	73°NE	152	652	4.27	21	19	53.9	32.76	143.9	153
ANTAB2-277	721514	8444525	Azulccaca	Veta	Gd/Czmz?	2	290°	75°NE	334	1025	3.79	7.44	18	5.24	16.45	29.1	61
ANTAB2-308	721373	8445066	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	3-5	10°	50°SE	21	239.5	2.46	3.52	24	2.03	12.4	250.5	243
ANTAB2-309	721357	8445008	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	3-5	10°	50°SE	12	55	4.55	1.07	23	0.66	35	72.2	93
ANTAB2-312	723939	8444753	Jalasayhua	Veta	Gr/Czmz	0.15	152°	60°NE	5	2978	2.01	3.13	1	1.69	1.98	45.3	80
ANTAB2-314	724142	8445153	Jalasayhua	Vetilla	Gr/Czmz	0.1	25°	70°SE	46	119.3	15	3.83	96	23.6	10.23	63.6	26
ANTAB2-318	723988	8445210	Jalasayhua	Estructura-veta	Gr/Czmz	0.1	210°	75°SE	16	23.7	4.56	0.67	10	2.21	7.26	27.1	32
ANTAB2-319	721395	8445107	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	3	20°	25°SE	<5	70.6	2.31	1.26	5	0.45	3.42	892.3	394
ANTAB2-321	721361	8445034	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	3-5	180°	40°SE	40	221.4	2.23	53	98	40.4	18.63	1017	140
ANTAB2-325	721294	8444702	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	5	10°	50°SE	59	142.9	5.44	8.63	40	1.59	138.01	1217	119
ANTAB2-326	721367	8444965	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	5	180°	25°SE	214	54	6.65	7.55	28	3.48	45.72	779.6	320
ANTAB2-330	721186	8444436	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	5	15°	70°SE	12	42	4.05	1.59	46	2.86	75.84	151	115
ANTAB2-332	721180	8444419	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	5	15°	50°SE	25	33.5	2.5	4.27	28	2.61	50.37	177.3	30
ANTAB2-333	721158	8444325	Azulccaca	Veta-Brecha	Czmz/Czmdi	5	15°	65°SE	131	495.4	4.44	43	191	3.5	47.41	651.5	140
ANTAB2-352	719670	8443975	Masatajra	Veta	Czmz/Czmdi	0.4	160°	68°SO	106	305.4	2.76	28	118	9.04	26.07	1048	246
ANTAB2-354	719673	8443968	Masatajra	Veta	Czmz/Czmdi	0.4	154°	70°SO	126	633.4	4.86	112	234	5.42	11.52	3961	402
ANTAB2-356	719713	8444501	Masatajra	Veta	Czmz/Czmdi	1	140°	72°NE	720	57620	20.51	330	3942	381.9	9.77	2136	2286
ANTAB2-358	720000	8444228	Masatajra	Veta	Czmz/Czmdi	0.3	308°	58°NE	159	581.6	5.72	102	347	18.4	67.68	1282	430

ANTAB2-359	720011	8444211	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.15	325°	55°NE	36	833.5	2.98	35	87	6.75	18.62	427.7	1107
ANTAB2-361	719716	8444495	Masatajra	Brecha	Czmm/Czmdi	1.5	320°	63°NE	398	240.5	2.28	3.01	9	1.01	7.21	221.5	73
ANTAB2-362	719690	8444453	Masatajra	Estructura-veta	Czmm/Czmdi	0.5	10°	45°NO	3344	8632	9.77	139	107	444.7	111.81	1394	89
ANTAB2-369	720005	8444217	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.4	130°	70°NE	146	670.8	3.59	85	238	3.91	17.08	395	566
ANTAB2-372	719827	8444621	Masatajra	Veta-Brecha	Czmm/Czmdi	2.5	130°	50°NE	170	679.4	7.6	38	117	2.91	26.23	1892	999
ANTAB2-373	719718	8444489	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.2	192°	70°SE	767	162.2	2.86	3.44	15	3.72	232.35	73.2	34
ANTAB2-374	721598	8443437	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.5	120°	55°NE	216	1988	5.49	16	126	8.76	11.29	236.8	267
ANTAB2-375	721605	8443945	Yahualja	Estructura-vetilla	Czmm/Czmdi	0.3	130°	80°NE	1069	20560	6.47	8.93	4	5.67	277.12	47.5	84
ANTAB2-377	721567	8443530	Yahualja	Veta	Czmm/Czmdi	0.4	120°	78°NE	1788	513	4.56	5.74	39	54.2	87.09	77.9	35
ANTAB2-385	719669	8443947	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.15	310°	70°NE	111	2204	5.89	7.68	102	19.6	25.21	1701	227
ANTAB2-386	719940	8444404	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.2	342°	66°NE	30	114.1	4.09	0.92	8	3.33	13.9	43.9	66
ANTAB2-387	721249	8443636	Yahualja	Estructura-vetilla	Czmm/Czmdi	0.2	35°	70°SE	7	11.9	2.57	0.19	2	0.29	10.08	14.1	57
ANTAB2-388	721313	8443681	Yahualja	Estructura-veta	Czmm/Czmdi	0.4	152°	75°NE	69	516.9	2.61	0.76	14	5.74	56.49	30.1	81
ANTAB2-390	721047	8444088	Yahualja	Veta-brecha	Czmm/Czmdi	1.5	130°	55°NE	15	18.9	2.95	0.56	14	0.7	20.13	193.2	54
ANTAB2-391	719708	8444521	Masatajra	Veta	Czmm/Czmdi	0.5	20°	75°SE	167	2663	6.38	28	35	36.9	9.18	201.5	66
ANTAB2-397	720170	8444730	Masatajra	Estructura-vetilla	Czmm/Czmdi	0.1	340°	62°NE	<5	33.3	2.73	0.48	1	0.44	5.85	16.2	45
ANTAB2-405	720202	8444390	Masatajra	Estructura-veta	Czmm/Czmdi	0.1	160°	56°NE	6	51.4	1.71	0.35	2	0.37	12.59	15.6	34
ANTAB2-407	720176	8444908	Masatajra	Estructura-veta	Czmm/Czmdi	0.15	45°	65°NE	349	121.4	1.8	7.03	40	0.54	7.93	1066	123
ANTAB2-415	720879	8444483	Azullccaca	Estructura	Czmm/Czmdi	0.3	50°	75°SE	64	834.2	2.82	1.94	11	4.83	56.09	32.7	78

3.3.3. Área Prospectiva (Target) Pucacaullo-Queuñapujro

Se ubica en el sector noroeste del ANAP, donde se manifiestan mayormente vetas y vetillas con rumbos que siguen lineamientos muy marcados en la zona, se ha identificado también una brecha intrusiva de dimensión considerable (Figura 3.5), los detalles se detallan a continuación.

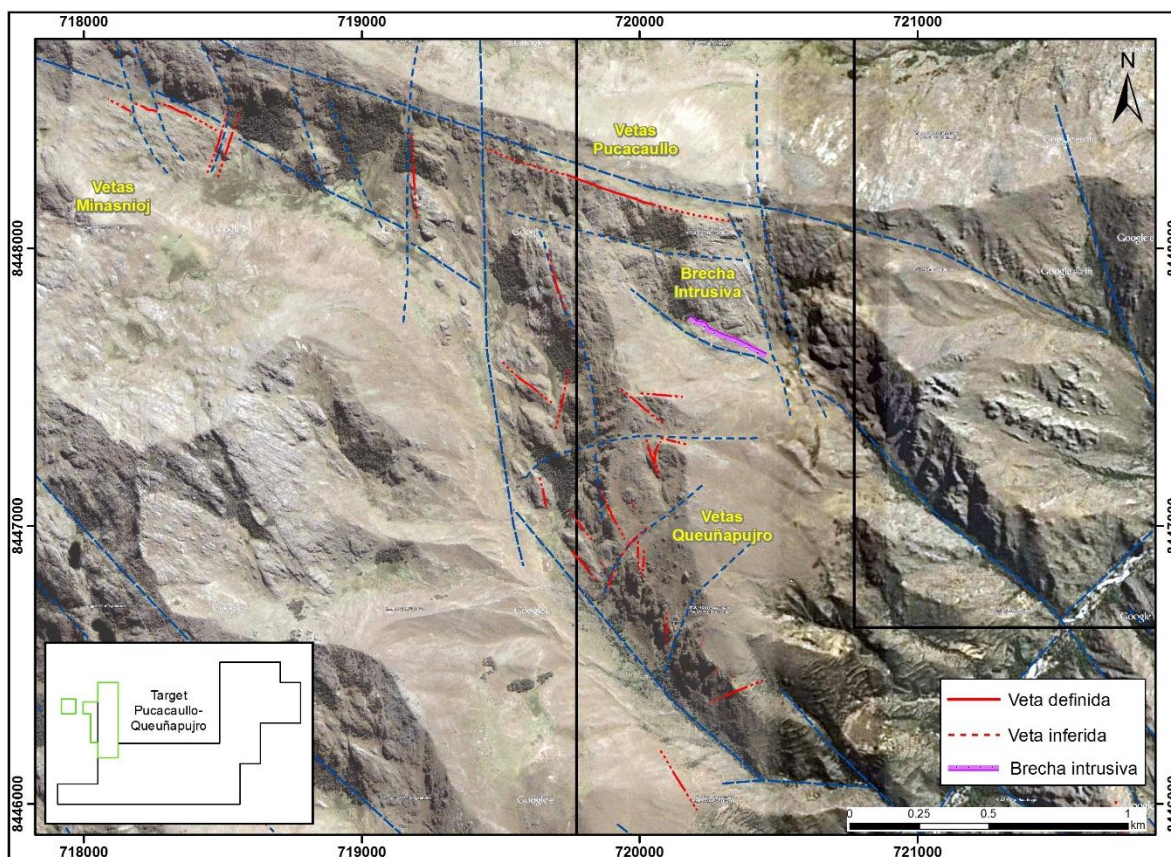


Figura 3.5. Mapa con la ubicación de vetas y vetillas del área prospectiva Pucacaullo-Queuñapujro.

3.3.3.1. Vetos y vetillas

Las vetas y vetillas se han identificado en sectores importantes como Pucacaullo y Queuñapujro donde muestran una mineralogía distinta.

Las vetas de Pucacaullo y Queuñapujro, corresponden a cuarzo con sulfuros (pirita-calcopirita) y óxidos de hierro, ocasionalmente con malaquita, sólo en Pucacaullo, estas vetas contienen specularita, se asocian con venillas de cuarzo hialino y clorita menores a

2 cm de espesor a manera de bifurcación. Con el emplazamiento de esta veta se corroboraría la extensión de la falla regional Huamansalcca ya que se manifiesta en el mismo corredor estructural hacia esta parte del sector del ANAP. Estas vetas se emplazan netamente en la granodiorita/cuarzo monzonita.

En total se tiene 30 datos de estructuras vetiformes en Pucacaullo-Queuñapujro, las cuales se pueden observar en el cuadro 3.4.

3.3.3.2. Brecha intrusiva mineralizada

La brecha intrusiva se localiza en el sector Puchungo, coordenadas 720322 E; 8447675 N, tiene una composición de clastos de cuarzo monzonita y de roca hipoabisal félsico con alteración cuarzo-sericita fuerte y diseminación de pirita fina, estos clastos tienen formas subangulosas a subredondeadas con diámetros entre 4 a 12 centímetros, presenta una matriz de clorita/actinolita y polvo de roca junto a una débil presencia de óxidos de hierro. Sin embargo, se ha evidenciado venillas de cuarzo con pirita y óxidos de hierro que se encuentran dentro de la estructura, más no en la roca caja adyacente que muestra una débil alteración propilítica (Foto 3.31). Esta brecha tiene un ancho irregular que varía de 2.5 a 10 metros con longitud de 300 aproximadamente, se emplaza con un rumbo S58°E y 70° buzando al suroeste.

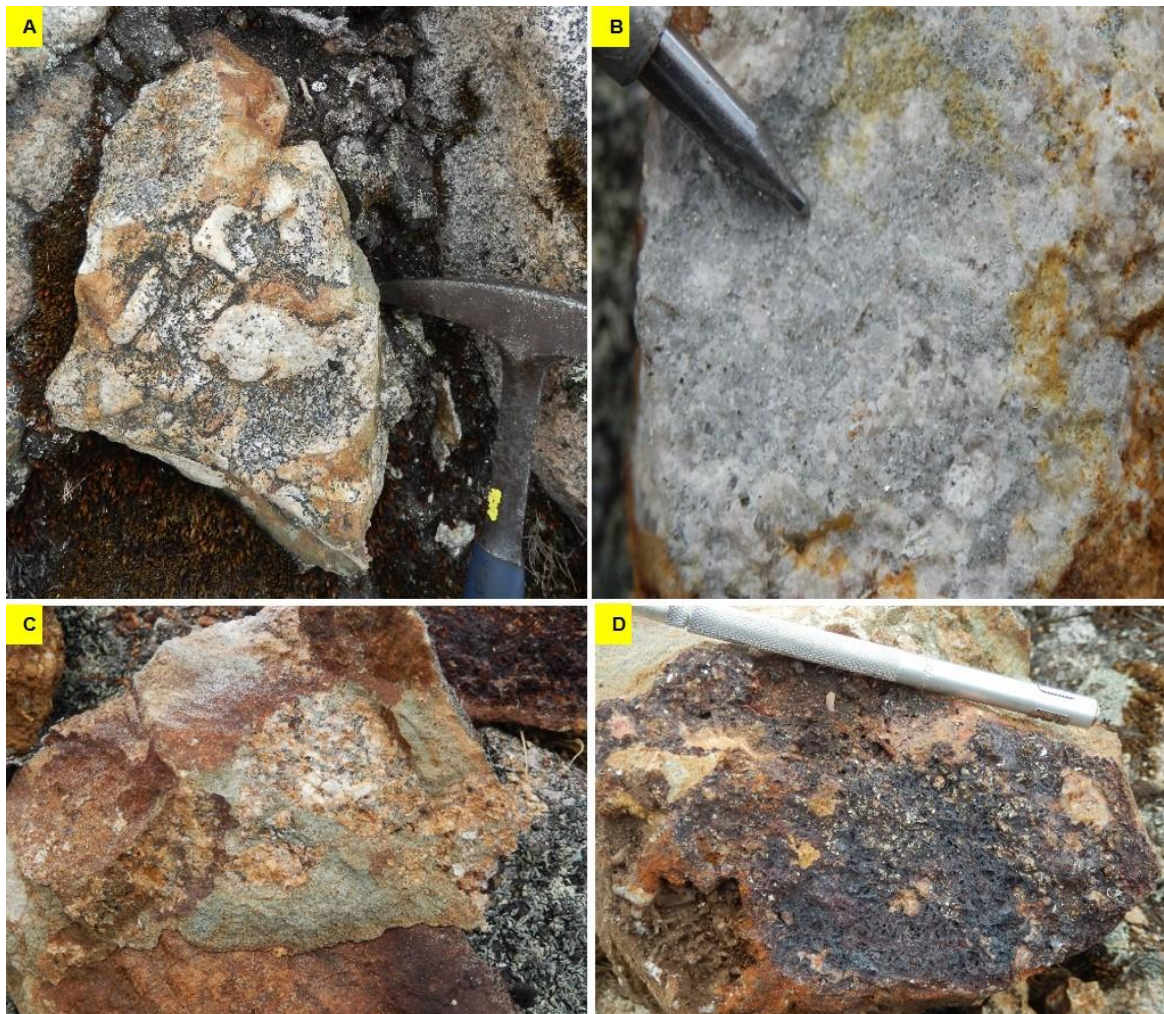


Foto 3.31. **A)** Detalle de la brecha intrusiva con clastos subangulosos a subredondeados de roca cuarzo monzonita e hipoabisal félsico. **B)** Clasto de roca hipoabisal fuertemente alterado a cuarzo-sericita con pirita fina, se logra observar algunos fenos de plagioclasas y cuarzo. **C)** Brecha con matriz de clorita junto a óxidos de hierro de intensidad débil y **D)** Detalle de la venilla de cuarzo con pirita y óxidos de hierro, también con boxwork de pirita.

Cuadro 3.4. Resumen de las estructuras vetiformes con algunos resultados importantes del área prospectiva Pucacaullo-Queuñapujro.

Código	Este	Norte	Sector	Tipo	Roca caja (simb)	Pot. (m)	Az	Bz	Au_ppb	Cu_ppm	Fe_%	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Mo_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm
ANTAB2-402	719584	8447520	Queuñapujro	Veta	Gd/Czmz?	0.4	315°	63°NE	285	3384	3.87	5.53	10	18.8	15.35	22.4	22
ANTAB2-403	719608	8447504	Queuñapujro	Veta	Gd/Czmz	0.4	315°	60°NE	52	10290	4.11	14	146	16.6	17.03	94.2	145
ANTAB2-404	719720	8447448	Queuñapujro	Estructura-veta	Gd/Czmz?	0.3	315°	55°SO	202	430.9	7.02	6.95	196	61.8	16.59	157.2	73
ANTAB2-409	720137	8446088	Queuñapujro	Vetilla	Gr/Czmz?	0.07	150°	75°NE	63	393.6	14.35	2.41	82	28.3	19.96	92	112
ANTAB2-420	719654	8447105	Queuñapujro	Vetilla	Gr/Czmz?	0.08	175°	52°E	51	402.4	3.05	0.67	4	3.61	15.02	27.2	32
ANTAB2-422	719885	8446854	Queuñapujro	Vetilla	Gr/Czmz?	0.05	138°	70°NE	100	137.7	6.19	0.57	37	8.55	75.55	26.3	45
ANTAB2-427	719183	8448254	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.3	350°	82°NE	501	360.1	6.19	18	44	38.3	16.67	1003	120
ANTAB2-428	719700	8447871	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.1	15°	80°SE	11	22.1	3.46	1.12	3	6.77	15.38	64.5	79
ANTAB2-429	719782	8447006	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	0.2	310°	70°NE	64	2932	3.27	6.54	5	89.4	17.5	38.1	48
ANTAB2-430	719970	8446942	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	0.3	35°	38°SE	11	2676	4.13	1.69	6	3.37	14.75	18.4	25
ANTAB2-433	719994	8446906	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	0.2	180°	50°E	118	918.6	24.85	2.61	54	23.9	252.58	46.8	83
ANTAB2-434	720008	8446866	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	0.15	5°	53°SE	100	1350	6.99	4.66	19	145.9	24.77	47.8	63
ANTAB2-435	720566	8447223	Puchungo	Veta	Gr/Czmz?	0.15	350°	55°SE	84	341.9	2.87	0.93	19	6.88	61.78	9	12
ANTAB2-437	720058	8447273	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.15	28°	75°SE	<5	16	1.92	0.3	3	1.15	7.49	7.3	81
ANTAB2-438	720055	8447242	Pucacaullo	Vetilla	Gr/Czmz?	0.1	175°	62°E	21	51.4	3.47	0.48	6	1.63	18.62	14.2	76
ANTAB2-439	720046	8447246	Pucacaullo	Vetilla	Gr/Czmz?	0.06	28°	60°SE	19	26.7	7.43	0.83	14	6.35	17.11	18.1	68
ANTAB2-442	719906	8447024	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	0.8	140°	40°NE	282	715.8	5.76	3.44	41	44.2	20.05	59.1	58
ANTAB2-443	719890	8447057	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	1	145°	50°NE	9	481.2	3.19	0.92	4	0.46	7.15	13.3	109
ANTAB2-444	720235	8447726	Puchungo	Brecha	Gr/Czmz?	0.2	90°	73°N	14	48.1	3.59	0.54	12	6.37	34.11	19.1	69
ANTAB2-445	720322	8447675	Puchungo	Brecha	Gr/Czmz?	10	118°	56°SO	24	8854	6.43	11	14	131.9	30.65	42.1	49
ANTAB2-446	720260	8447703	Puchungo	Brecha	Gr/Czmz?	1	318°	52°NE	21	41.8	3.29	0.51	21	5.9	18.13	22	25
ANTAB2-447	720298	8447686	Puchungo	Brecha	Gr/Czmz?	10	118°	56°SO	16	411.8	5.69	2.28	15	147	21.48	56.8	43
ANTAB2-448	720250	8447705	Puchungo	Brecha	Gr/Czmz?	3	310°	30°NE	13	170.4	3.12	0.79	18	7.23	20.23	19	51
ANTAB2-454	720335	8446400	Queuñapujro	Veta	Gr/Czmz?	0.2	60°	50°SE	19	38	9.45	0.68	12	18.5	9.22	17.6	33
ANTAB2-455	720016	8448208	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.15	115°	68°NE	6372	368.9	11.09	5.03	37	17.3	67.72	56.4	35
ANTAB2-456	720380	8447650	Puchungo	Brecha	Gr/Czmz?	1.5	295°	60°NE	7	35.9	3.68	0.32	5	5.07	21.45	14.4	48
ANTAB2-457	719923	8448196	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.25	130°	64°NE	68	1347	3.5	6.44	11	4.56	15.81	4.8	32
ANTAB2-458	720004	8447435	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.2	110°	64°NE	11	272.3	5.65	0.67	3	1.1	9.13	4.8	67
ANTAB2-459	719834	8448229	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.15	125°	80°NE	6	27.2	2.09	0.34	1	0.17	9.89	3.3	50
ANTAB2-460	720035	8447270	Pucacaullo	Veta	Gr/Czmz?	0.2	166°	60°NE	141	11.8	6.77	0.68	16	7.12	9.17	22	50

3.3.4. Otras ocurrencias minerales fuera del ANAP

Como parte del recorrido y reconocimiento geológico, se han identificado en 4 sectores estructuras mineralizadas fuera de los límites del ANAP Antabamba Bloque 2 que corresponden a algunos cateos antiguos; el primero, se ubica en el extremo noreste del área (coordenadas, 728401E; 8451090N) consta de una veta de cuarzo con pirita, calcopirita y óxidos de hierro así como pátinas de malaquita y crisocola en los bordes, emplaza a la diorita con un rumbo N35°E y buza 82°NO, con 55 cm de ancho y 5 m de longitud.

El segundo, se ubica al sureste del área zona denominada Challaccasa (coordenadas, 728433E; 8441909N) se trata de una brecha tectónica con clastos subangulosos de composición cuarcítica y de areniscas cuarzosas soportados por una matriz de polvo de roca y óxidos de hierro, esta estructura se emplaza en las areniscas cuarzosas de la Fm. Hualhuani con un rumbo N 8°O y buza 54°NE de 1.5 m de ancho y aproximadamente 150 m de longitud, asociada a una alteración argílica.

El tercero, se ubica al este del área (coordenadas, 730389E; 8446273N), se trata de una brecha hidrotermal? cuyos clastos son subredondeados a subangulosos consistentes de cuarzo y otros clastos no distinguibles por lo intensa de la alteración argílica y sericita que presenta, son soportados por una matriz de óxidos de hierro, esta estructura se emplaza en la diorita con rumbo N80°E subvertical con 40-60 cm de ancho y 5m de longitud (Foto 3.32

Finalmente el cuarto sector corresponde a las Vetas Minasnoj, se diferencian por presentar características mineralógicas donde se observan cuarzo con sulfuros, pirita, calcopirita, proustita?, galena y bornita, asimismo, óxidos de hierro como hematita, jarosita y goethita, cabe señalar que la galena y la bornita hacen que se les diferencie de otras estructuras vetiformes del sector. Estas vetas se emplazan con potencias que varían de 0.15 a 0.4m y longitudes considerables; por ejemplo, la veta de rumbo N60°O tiene una corrida de ~250m desplazadas por fallas sinestrales de rumbo N15°O, intersectadas por otras de rumbo N20°E con corridas de 5m que al parecer se extenderían hacia el sur y norte (Foto 3.33). Se observa claramente que tienen un fuerte control estructural NO-SE. Con las estructuras reconocidas fuera y dentro del área de estudio descritas en capítulos anteriores, se demuestra que se trata de una zona muy favorable para el generación de ocurrencias mineras.



Foto 3.32. A, B y C) Estructuras mineralizadas que se han reconocido fuera del ANAP.

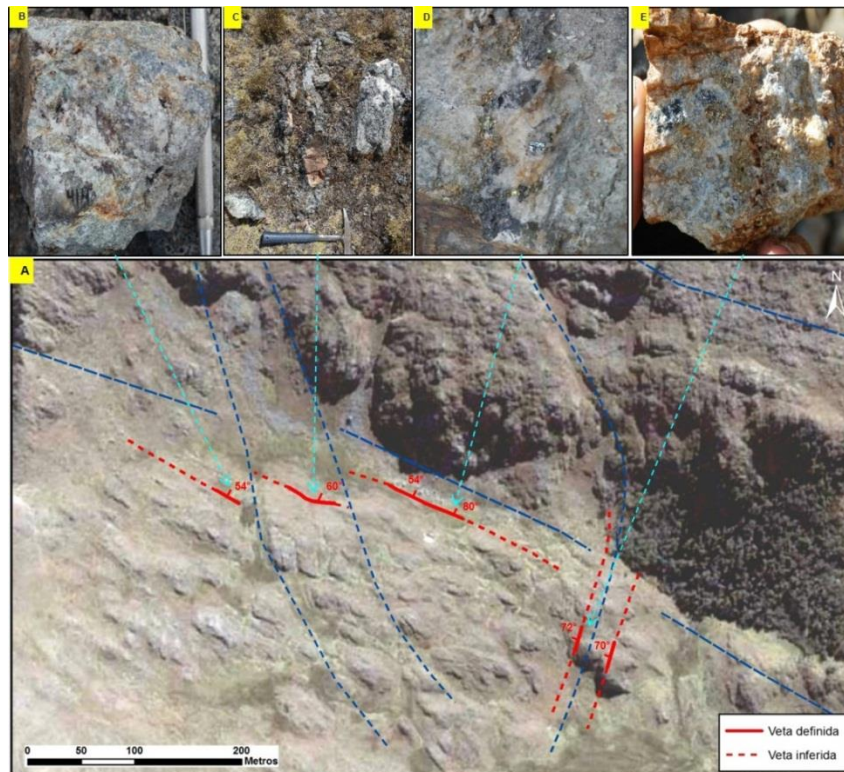


Foto 3.33. A) Se observa el manifiesto de las vetas Minasioj. B, C, D y E) Se muestra el detalle de la mineralogía de las vetas, consistentes en cuarzo con pirita, calcopirita, galena, proustita?, bornita y óxidos de hierro.

3.4. CONTROLES DE LA MINERALIZACIÓN

Los factores que controlan la mineralización en el ANAP, son estructural, litológico y mineralógico respectivamente. Considerando al primero el de mayor importancia.

Por ejemplo, en el Sector Aysacocha las estructuras mineralizadas que bordean la parte oriental de la laguna Aysacocha estarían siendo controladas por las **estructuras circulares** que afectaron esta parte del área y que cumplen un rol fundamental en el emplazamiento de estructuras-vetas con un patrón NO-SE y NE-SO. Lo mismo ocurre con el emplazamiento del “Sistema de Vetas Huamansalcca” principalmente controlada por la falla Tinajaya, de componente dextral inversa, el cual pone en evidencia estructuras vetiformes con un rumbo de dirección N50°-60°E y buzamiento de 70° al NO.

En los sectores Apacheta-Minasjata y Azulccaca-Yahualja el **control estructural** es igualmente fuerte generando zonas de permeabilidad secundaria, donde, se emplazaron fluidos mineralizantes, estas fallas corresponden a rumbos N30°O, N40°-50°E y N10-20°E, respectivamente.

Otro factor importante es el **control litológico**, donde las estructuras vetiformes presentan mineralizaciones tipo Cu-Au-Ag-Pb-Zn-Mo? emplazadas en rocas intrusivas de composición intermedia a ácidas como; diorita - cuarzodiorita, granodiorita, cuarzo monzodiorita y cuarzo monzonita.

El **control mineralógico** resalta por los minerales asociados que la componen, por ejemplo las vetas con Cu-Au-Ag-Bi tiene al cuarzo como principal portador de sulfuros, seguida de óxidos de hierro, mientras que, para las vetas con Ag-Pb-Zn se tiene a la baritina, calcita, galena y pirita junto a óxidos de hierro.

3.5. TIPO DE DEPÓSITO

Como se sabe, las vetas con concentraciones de metales base asociada a pórfidos cupríferos aún es incierta y es materia de especulación (Lowell y Guilbert, 1970; Sillitoe, 1973; Einaudi, 1982; Lang y Eastoe, 1989; Einaudi et. al., 2003; etc.). Pero con observaciones de campo, características de alteración y estilos de mineralización, así como resultados analíticos expuestos dentro del ANAP Antabamba Bloque 2, nos permitimos clasificar e interpretar de la siguiente manera:

En **Aysacocha-Huamansalcca** las estructuras mineralizadas relacionadas a estructuras de depresión circular y a diques porfíricos emplazados hacia los bordes de la laguna Aysacocha, tendrían una fuente primaria, en ese contexto, correspondería a un intrusivo con mineralización diseminada en profundidad (Pórfido Cu-Au-Mo), con sus bordes distales asociadas a vetas *mesotermales*? de Cu-Au-Ag-Bi identificadas superficialmente. Esta ocurrencia cubre una superficie de 3.2 km de largo por 2.5 km de ancho en sentido NE-SO.

Mientras que en **Yahualja**, zona central y oeste del ANAP respectivamente, configuran una relación geológica, alteración, mineralización y geoquímica de un posible emplazamiento de un sistema pórfido Cu-Au-Mo en profundidad. Marcado por una zona central con anomalías de Cu-Mo (Apacheta y Yahualja) con bordes distales de estructuras vetiformes de Cu-Au-Ag-Bi hacia el este (Apacheta y Minasjata) y Ag-Pb-Zn?-Cu hacia el oeste (Azulccaca y Masatajra). Cabe indicar que parte de esta anomalía se extendería hacia el suroeste y quedaría fuera del límite del ANAP.

Sin duda, esto es sustentado por la presencia de venillas de calcopirita, cuarzo-calcopirita que cortan a estos intrusivos identificados en Apacheta y Yahualja, lo cual, evidenciaría la posible existencia de mineralización diseminada en profundidad. Asimismo, las vetas de calcita-galena-pirita identificadas en Masatajra corresponderían a facies distales de un foco hidrotermal mineralizado (pórfido?) no visible.

Podría interpretarse que las estructuras de cuarzo sean eventos hidrotermales posteriores al sistema porfírico o sus últimos estadios.

Es importante resaltar la equidistancia entre estas tres áreas prospectivas (targets) identificadas dentro del ANAP. El área Aysacocha-Huamansalcca ubicada al noreste, se encuentra a una distancia aproximada de 5.5 km del área Yahualja y a 6.5 km del área Pucacaullo-Queuñapujro en dirección este.

En general el área del ANAP se encuentra a 6.5 km del proyecto Tumipampa (skarn de Cu-Au-Ag) hacia el suroeste y a 10.5 km del proyecto La Yegua (pórfido Cu-Au-Mo) hacia el noroeste respectivamente.

IV. MARCO ESTRUCTURAL

4.1. SISTEMAS ESTRUCTURALES

Estructuralmente el área donde se encuentra el ANAP está controlada por sistemas de fallas y lineamientos mayores con rumbos NO-SE (coincidente con el rumbo andino) y por lineamientos/fallas menores con rumbos que van de NE-SO, NS y EO. Afectan por lo general a rocas intrusivas que afloran en el área, lo cual se puede verificar con la interpretación de fotografías aéreas, imágenes áster y google earth, sobre todo con la cartografía geológica realizada como parte de la evaluación geológica minera del área local (Figura 4.1).

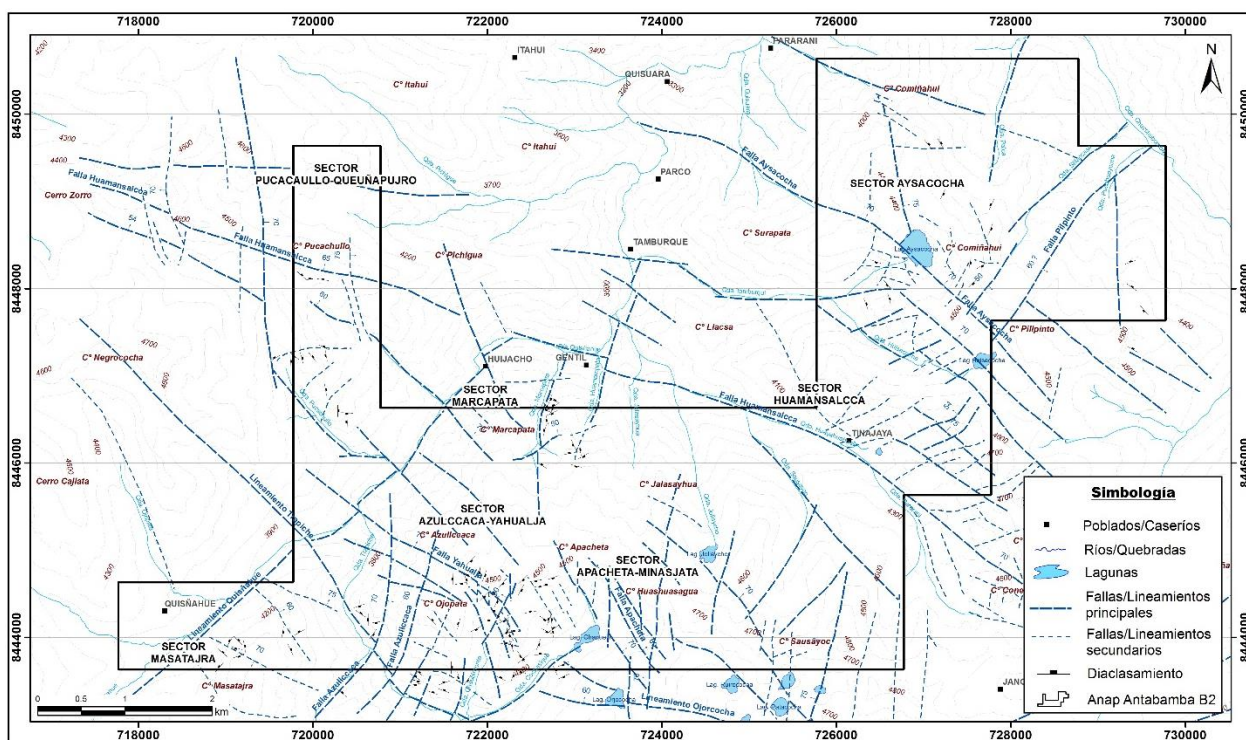


Figura 4.1. Mapa estructural local del ANAP Antabamba Bloque 2.

4.1.1. Fallas locales

Falla Huamansalcca.- Se hace evidente por su gran notoriedad en las imágenes áster y de google earth que cruza prácticamente todo el ANAP. Se manifiesta a lo largo de las quebradas Huamansalcca y Pararani. Afecta a la granodiorita/cuarzo monzonita y tiene un

rumbo general NO-SE de dirección N125°, que coincide con el rumbo andino, además tiene un alcance de 15 km de longitud aproximadamente, el mismo que se extendería hacia el proyecto La Yegua (pórfido Cu-Mo-Au). Se asume que, es el principal sistema y con mayor desarrollo en el área, ya que gran parte del ANAP es afectada por lineamientos del mismo rumbo.

Si bien es cierto no se ha observado estrías que podrían determinar el arreglo estructural de esta falla, sin embargo hacia el sureste del área (fuera del ANAP), existe un afloramiento de ~400m de diámetro de caliza marmolizada, que serviría para su interpretación, puesto que al rededor de este afloramiento (coordenadas 727539 E; 8446321 N), se observa alteración argílica con una débil mineralización de malaquita con óxidos de hierro. Se postula que este bloque de caliza debió ser levantado y arrastrado, considerándose una falla dextral inversa con un buzamiento promedio de 54° SO (Foto 4.1). Otro dato que corroboraría la extensión de esta falla, es el emplazamiento de las vetas Pucacaullo, que es controlada a lo largo de 350m de longitud con rumbo N60°O y buzamiento 65° al NE, se observa en el sector noroeste del ANAP.

Falla Aysacocha.- Falla importante en Aysacocha-Huamansalcca; se manifiesta muy cerca a la laguna del mismo nombre. Se muestra subparalela a la falla Huamansalcca, separadas entre sí por ~2 km. Tiene un rumbo N40°-50°O y tiene un alcance de 4 km de largo, y se extiende hacia la localidad de Parco. Esta falla se hace evidente por que controla la alteración argílica y propilítica reconocidas en campo; esto puede observarse en las coordenadas 727377 E; 8447940 N. También se relacionan a este sistema estructural, diques dacíticos hipoabisales que se emplazan en la granodiorita/cuarzo-monzonita, coordenadas 726575 E; 8448600 N (Foto 4.2). Se interpreta que la falla es del tipo sinistral.

Falla Pilpinto.- Es otra falla importante en el sector Aysacocha-Huamansalcca, se ubica cerca al caserío Pilpinto, tiene un rumbo general NE-SO, extendiéndose hasta la quebrada Chucchubamba. Fue verificada en dos sectores; (1) ubicado en las coordenadas 728015 E; 8448687 N, con rumbo N34°E y buzamiento 50°SE, donde se observan estrías que marcan un “pitch” de 50°NE, (2) en las coordenadas 727872 E; 8448285 N, sigue un rumbo N30°E y buzamiento 50° SE, con estrías que marcan un “pitch” de 52°NE. Asimismo, pone en contacto a la diorita y la granodiorita/cuarzo

monzonita?, adicionalmente existen vetas y estructuras que siguen el rumbo dominante de la falla.

Falla Tinajaya.- Falla importante en el Sector Huamansalcca, identificada en el cerro Tinajaya coordenadas 727340 E; 8446445 N, con rumbo N60°E y buzamiento 54°NO, estrías que marcan un “pitch” de 60°NE, se le interpreta como una falla inversa dextral (Foto 4.3) y se relacionan a ésta, vetas de cuarzo, pirita, calcopirita con OxFE (Sistema de Vetas Huamansalcca).

Falla Apacheta.- Ubicada en el área prospectiva Yahualja (centro sur del ANAP) al este de la laguna Chaquelli, se le identifica en dos sectores en ambos casos con relleno de cuarzo y óxidos de hierro (estructuras); (1) coordendas 723474 E; 8444431 N, tiene un rumbo N48°O y buzamiento 65°NE con relleno de cuarzo-OxFE no mayor a 10 cm, en su plano de falla se observan estrías que marcan un “pitch” de 60° NE. El ancho total de la falla es de 5 m y se extiende ~1.3 km de longitud. (2) en el extremo sureste de la falla, coordenadas 723837 E; 8443737 N, se reconoce una veta de cuarzo, pirita y OxFE de rumbo N56°O y buzamiento 52°NE de 8 cm de ancho (Foto 4.4).

Fallas Yahualja-Chaupimonte.- Se ubica en el área prospectiva Yahualja, tiene un rumbo N32°E y buzamiento 60° NO con un “pitch” de 55°NE, intersecta a la falla Yahualja de rumbo N35°-50°O y buza 70°NE. Se presume que, la intersección de estas fallas sean probablemente los responsables del la alteración y el emplazamiento de sistema de venillas de cuarzo-calcopirita en esta parte del sector.

Fallas Azulccaca.- Estas fallas forman un corredor estructural muy importante en la zona oeste del ANAP, ya que controla el emplazamiento de la veta/brecha Azulccaca con una longitud de 850m y 5m de espesor, asimismo, controla el contacto entre la cuarzo monzodiorita y la granodiorita en ese sector. Estas fallas tienen un rumbo N5°-15°E y buza 60°E con un “pitch” de 30°NE y se extendería hasta el proyecto Tumipampa en un tramo de 6 km aproximadamente.

Fallas Masatajra.- Se han verificado dos fallas importantes las que controlan el emplazamiento de vetas en el sector oeste del ANAP; la primera se ubica en las

coordenadas 719531 E; 8444369 N y se observa claramente su desplazamiento dextral, sus estrías marcan un “pitch” de 15°NE y rumbo N40°O buzando 60°NE, mientras que la segunda se ubica en las coordenadas 719710 E; 8444499 N, donde se demuestran una reactivación, inicialmente presentó un desplazamiento normal con rumbo N45°O buzando 65°NE y un “pitch” 75°SE, luego se reactiva mostrando un desplazamiento dextral con “pitch” subhorizontal de 15°SE (Foto. 4.5).

Fallas Pucacaullo-Queuñapujro.- Estas fallas se ubican al noroeste del ANAP y son las responsables de generar apertura en la roca intrusiva y el ingreso de fluidos mineralizantes, generando vetas y vetillas de cuarzo con sulfuros, la alteración hidrotermal se restringe a estas estructuras. Controla el emplazamiento de las vetas Minasnioj, Pucacaullo y Queuñapujro.

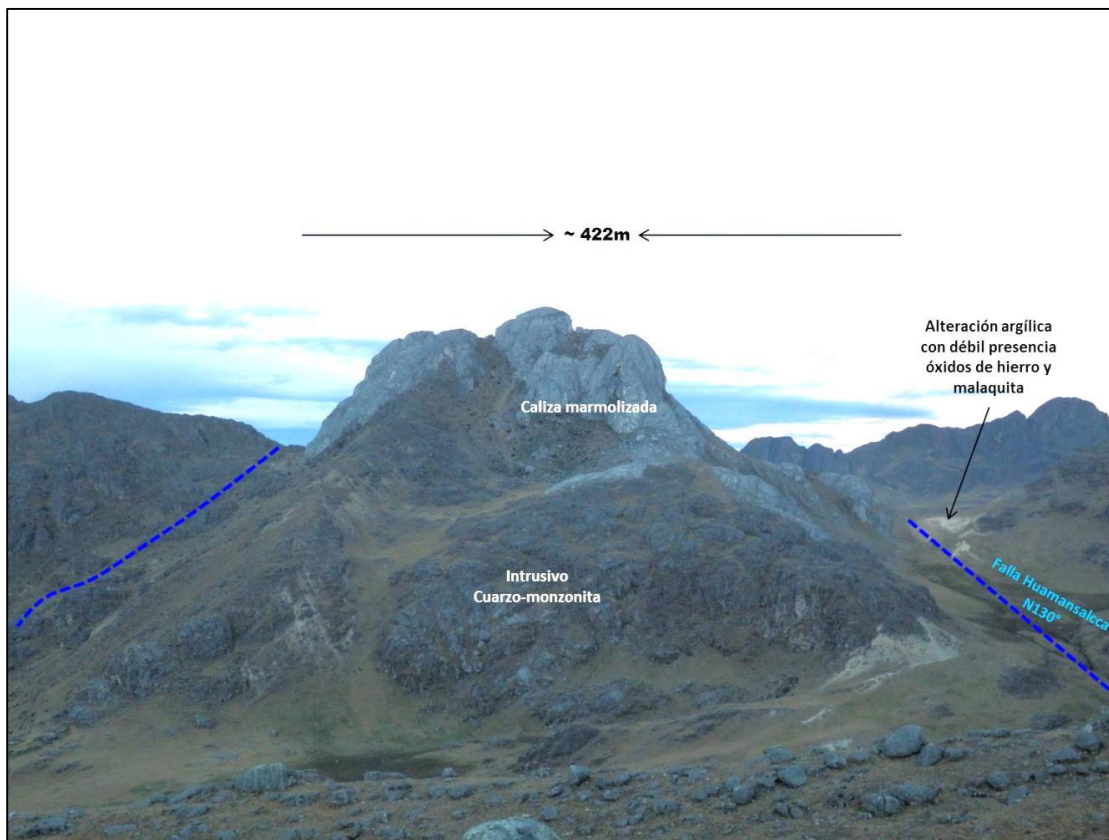


Foto 4.1. Al frente de la imagen se observa el bloque de caliza levantada e intruida por el intrusivo y hacia su flanco izquierdo se observa falla Huamansalcca de rumbo N50°O y la alteración argílica con malaquita y OxFe. Vista mirando al sureste.

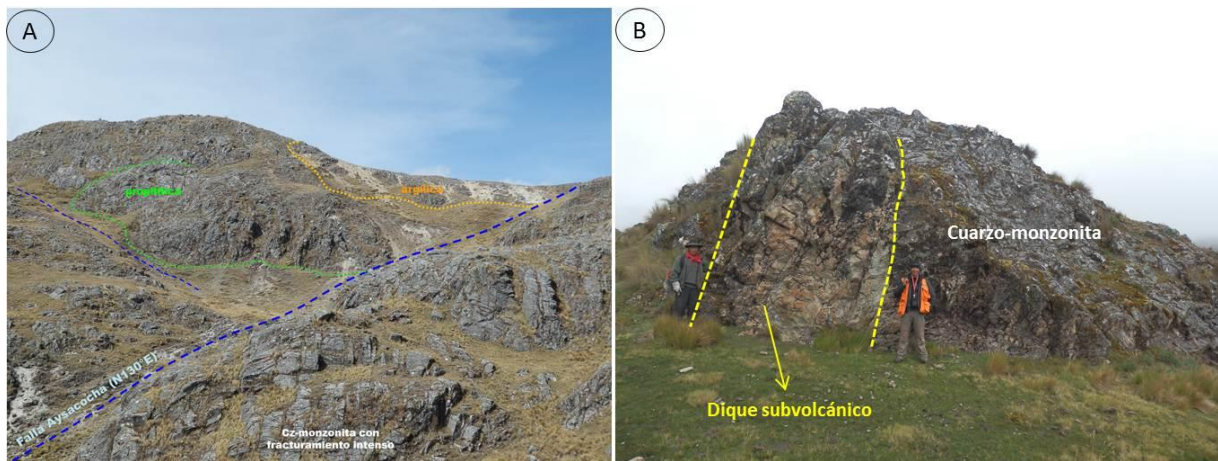


Foto 4.2. A) Detalle de la falla Aysacocha. Vista mirando al este. B) Dique hipoabisal emplazado en la granodiorita, tiene un rumbo N45°O y buzamiento 80°NE de ~4 m de ancho. Vista mirando al sureste.



Foto 4.3. Detalle de la falla Tinajaya (Sector Huamansalcca). Vista mirando al noreste.



Foto 4.4. Detalle de la falla Apacheta. Vista mirando al noroeste.

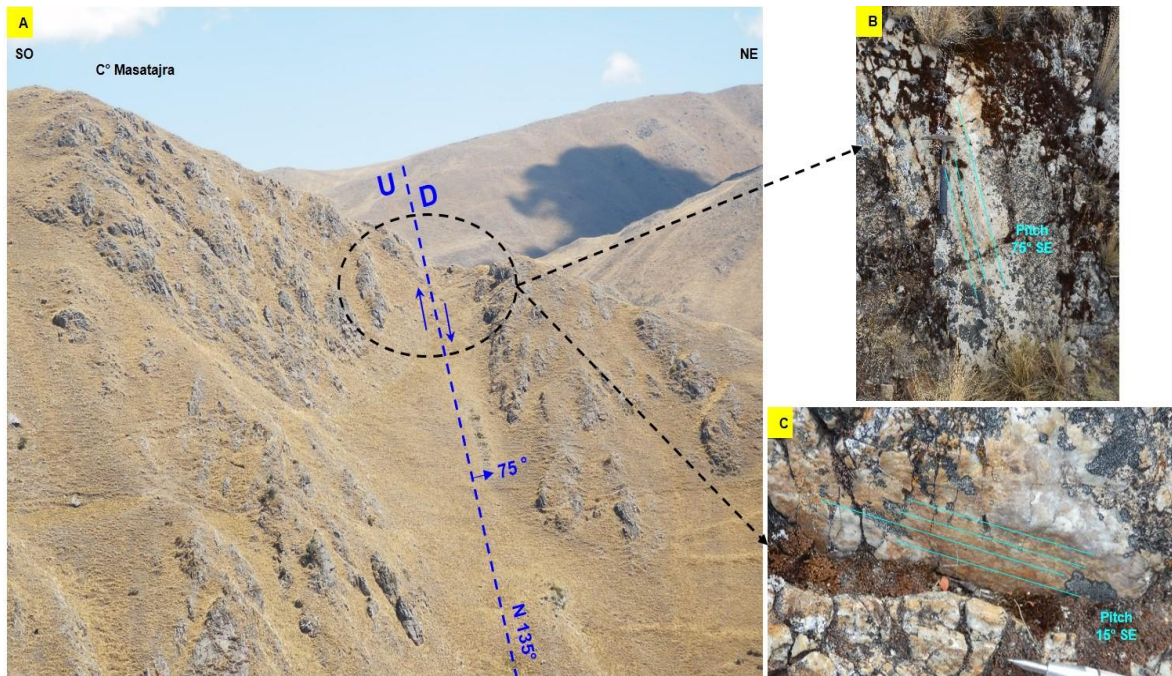


Foto 4.5. A) Frente de la falla normal de Masatajra. B) Detalle de la falla mostrando estrías con "pitch" 75° SE de sentido normal y C) Detalle de la falla mostrando su reactivación con estrías que marcan un "pitch" de 15° SE (subhorizontal).

4.1.2. Fracturas/Diaclasas

Las rocas intrusivas que afloran en el ANAP tienen fuerte fracturamiento, donde se emplazan diques aplíticos e hipoabisales, coordenadas 727257 E; 8446459 N donde se puede observar un dique aplítico de 4cm de ancho en la granodiorita/cuarzo monzonita (Sector Huamansalcca) de rumbo N65°E y buzamiento 72°NO. Asimismo alrededor del cerro Sausayoc, coordenadas 725205 E; 8444283 N, se puede observar un fuerte fracturamiento con orientación N60°E y buzamiento subvertical. Estos rasgos también se observan en los cerros Apacheta, Yahualja, Pilpinto, Comiñahue y Huashuasagua.

4.1.3. Lineamientos regionales

Existen cuatro sistemas de lineamientos estructurales de extensión regional y local en esta parte de área. Del más antiguo al más reciente se tiene; (1) a los lineamiento de rumbo NO-SE de tendencia andino, cortando al sistema anterior se tiene a (2) los lineamientos de rumbo NE-SO, (3) a los de rumbo N-S y (4) y a los lineamientos de rumbo E-O. Dentro del ANAP se han reconocido fallas y vetas que siguen estos patrones estructurales, las mismas que fueron descritas en los capítulos anteriores. En los proyectos más cercanos como La Yegua (pórfido Cu-Mo-Au) y Tumipampa (skarn Au-Cu-Ag), sus sistemas de vetas de Cu-Au y Au-Cu-Ag se relacionan a estos lineamientos regionales definidos (Figura 4.1). Sin duda han favorecido el emplazamiento de fluidos y formación de depósitos minerales.

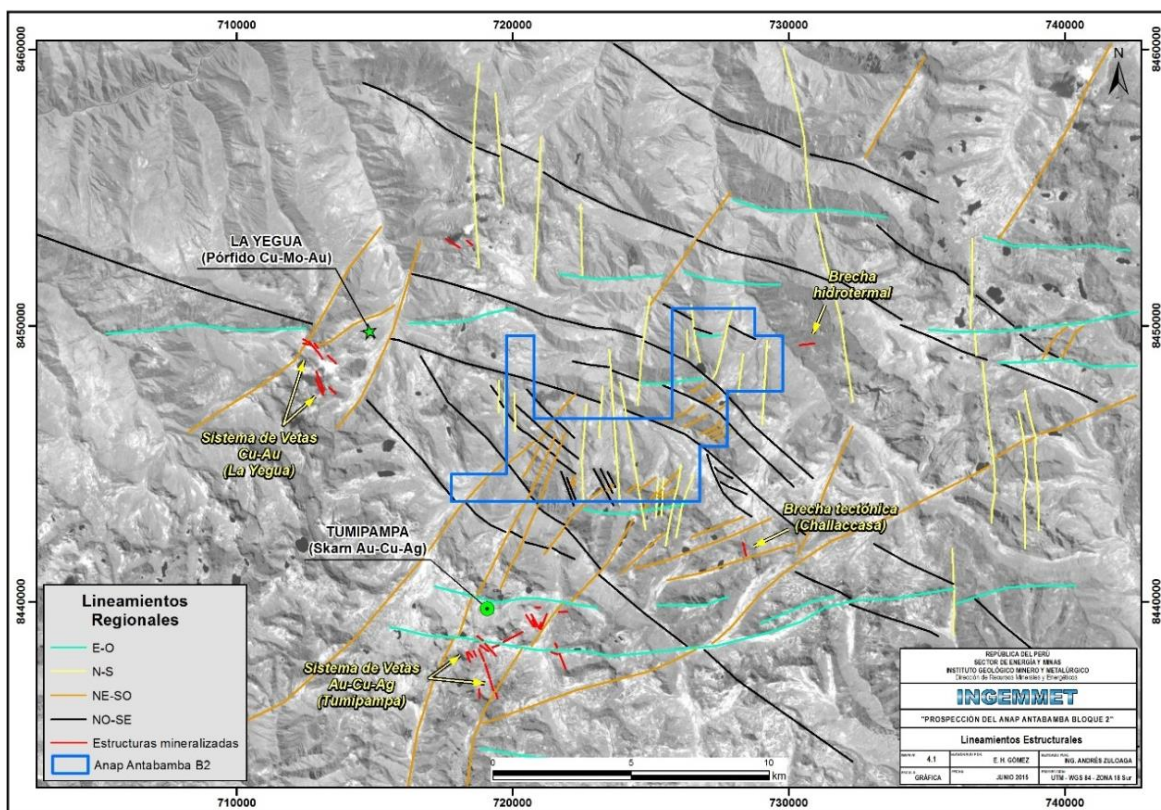


Figura 4.1. Lineamientos estructurales a nivel regional del ANAP Antabamba Bloque 2.

V. ESTUDIOS ESPECIALES

Para una mejor interpretación del marco geológico, mineralógico y alteraciones hidrotermales, se han realizado diferentes estudios complementarios como; petrografía, mineragrafía y Difracción de Rayos “X”. Para los estudios petromineragráficos se utilizaron 63 muestras y para los de DRx, 12 muestras.

5.1. ESTUDIO PETROGRÁFICO

Ayudan en la descripción microscópica y determinación de los minerales constituyentes de la roca, sus asociaciones, aspectos texturales, secuencias de formación mineral, porcentajes, alteraciones y finalmente la clasificación de la roca. Además, van acompañadas de fotomicrografías de los aspectos más relevantes, caso de las texturas, alteraciones y mineralización.

Para el ANAP Antabamba Bloque 2 se hicieron 50 estudios de sección delgada con el objetivo de caracterizar las rocas intrusivas emplazadas en el área, diorita, cuarzo diorita, cuarzo monzodiorita, granodiorita, cuarzo monzonita y diques hipoabisales. Asimismo, asociada a estas unidades intrusivas se desarrollan importantes alteraciones hidrotermales reconocidas en el campo y confirmadas con estos estudios, implicando la intensidad con la que se manifiestan, los tipos de alteración confirmados son: propilítica, sericitización, argílica, silicificación, puntualmente albitización y potásica. En el Anexo VI se entrega un resumen de este estudio y el detallado en el Anexo VI.1.

5.2. ESTUDIO MINERAGRÁFICO

Mediante este estudio se identifica los minerales presentes, rasgos morfológicos, tamaños, modo de ocurrencia, asociaciones entre ellos, reemplazamientos, texturas y porcentajes. Asimismo, se da una probable secuencia paragenética. En ese contexto, en el ANAP se hicieron 17 estudios de sección pulida con el objetivo de caracterizar el desarrollo de los minerales de mena y de ganga, asimismo, la identificación microscópica del Au en muestras de óxidos de hierro. Un ejemplo claro de lo mencionado, se da en las muestras ANTAB2-136 y ANTAB2-138, en la primera, el Au se manifiesta en finos granos

subhedral y anhedral entre 15-20 micras asociada a limolitas compactas, mientras que en la segunda, el Au se manifiesta con una singularidad distinta, puesto que, se observa un grano de Au con tamaño de ~8 micras que no presenta un color amarillo tan fuerte, tal vez debido a un contenido de Ag (Foto 5.1). Por otro lado, este estudio nos permitió identificar covelina como reemplazamiento de la calcopirita, sin duda esto se relaciona a los altos resultados de Cu en éstas muestras.

En el Anexo VI se muestra un resumen de este estudio y el detallado en el Anexo VI.2.

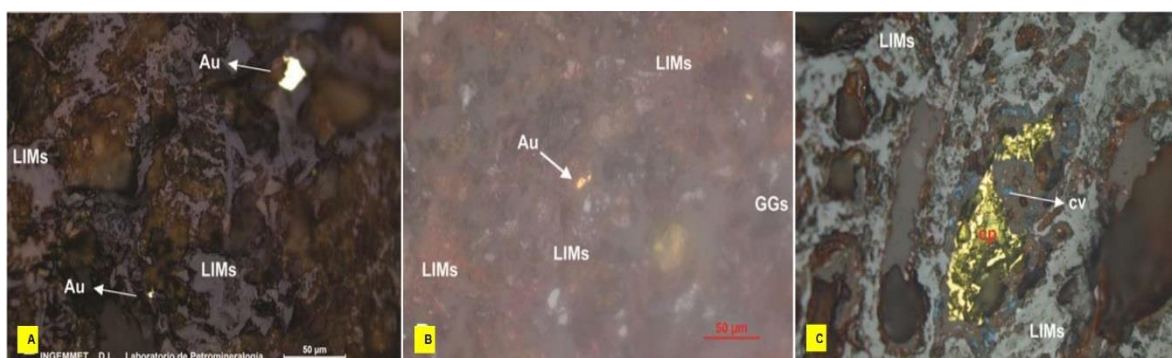


Foto 5.1. Fotomicrografías. A y B) Se observa el Au con tamaños entre 15-20 micras y 8 micras, asociadas a limonitas (LIMs) compactas y terrosas respectivamente. C) Molde subhedral oqueroso, pseudomorfo por limolitas (LIMs) con restos de calcopirita (cp) alterándose a covelina (cv).

5.3. ESTUDIO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS “X”

Este estudio nos permite analizar cualitativo y semicuantitativamente una muestra. El análisis cualitativo consiste en la relación de los minerales identificados en la muestra con su respectiva fórmula química y el análisis semicuantitativo consta del porcentaje de dichos minerales contenidos en la muestra.

Se realizó el estudio de 12 muestras por Difracción de Rayos “X”, para determinar la asociación mineralógica del tipo de alteración hidrotermal, porque algunos minerales no son posibles de indentificar con el estudio microscópico (tipo de arcillas, albita, fengita, entre otros). Un ejemplo claro se da en las muestras ANTAB2-075 y ANTAB2-214, la primera corresponde a una roca fuertemente alterada con asociación albita-sílice+pirita y en la segunda una asociación de cuarzo-albita-calcita-sericita-ferroactinolita que corresponde a una alteración del tipo propilítica (Fig 5.1). El estudio completo y resultados se encuentran en el Anexo VI.4.

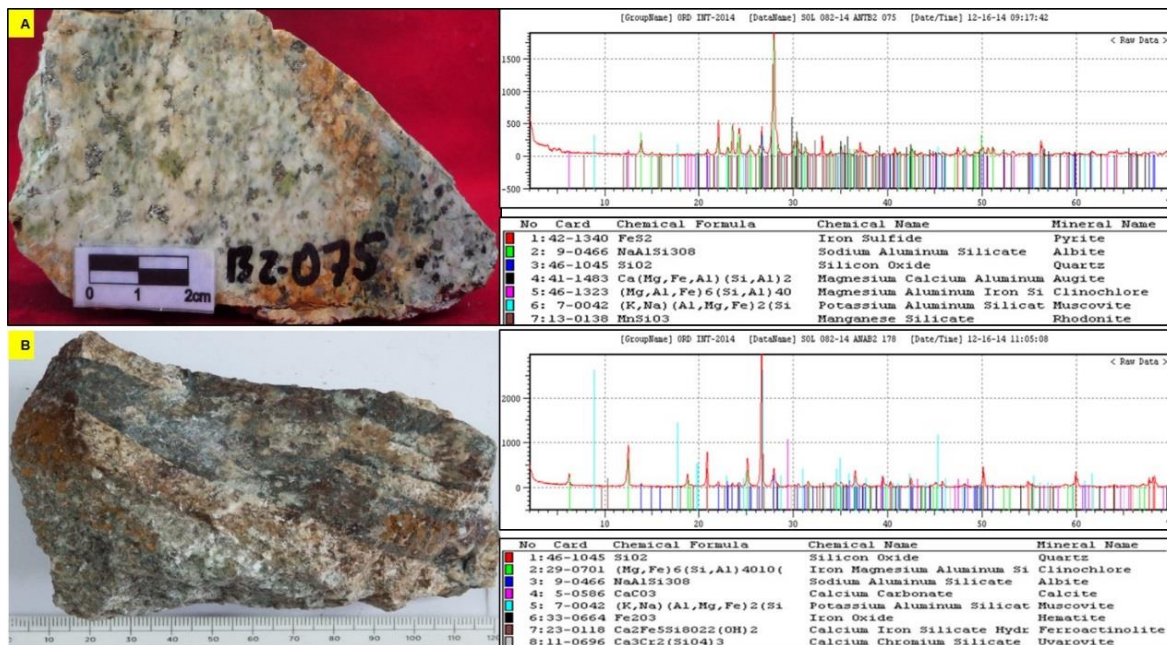


Figura 5.1. A) Roca alterada a silice-albita. B) Roca con alteración propilítica. Estudios de DRX.

5.4. ESTUDIO DE INCLUSIONES FLUIDAS

Se realizó el estudio de inclusiones fluidas en 4 muestras, el resumen que se explica líneas abajo ha sido tomado del reporte de Laboratorio de INGEMMET. Cabe resaltar que el estudio completo se puede observar en el Anexo VI.5.

El Estudio de inclusiones de fluidos consta de una descripción petrominerográfica y análisis microtermométrico.

La descripción microscópica consiste en la identificación de minerales presentes, rasgos morfológicos, tamaños, modo de ocurrencia, asociaciones entre ellos, reemplazamientos y texturas. Asimismo se da una secuencia de formación probable de los mismos. El análisis microtermométrico, se basa en la medida de las temperaturas producto del cambio de las fases en las inclusiones cuando se congelan y calientan de forma controlada. Las temperaturas de fusión dan valores indicativos sobre la composición de las sales en los fluidos atrapados. La temperatura de homogeneización es considerada la temperatura de atrapamiento de las inclusiones, siempre que la presión de captura no exceda la presión de vapor estimada mediante un geobarómetro o geotermómetro independiente.

Se seleccionaron muestras con inclusiones en cuarzo, para realizar los estudios. Luego, para elegir las inclusiones a medir, se describieron las características observadas como: forma, tamaño, tipo (primaria, pseudosecundaria, secundaria), grado de relleno, entre otros. Finalmente se tuvo que partir la superficie en fragmentos no mayores a 1cm^2 . El instrumento utilizado en este estudio es una platina de calentamiento y enfriamiento LINKAM THMSG 600, la platina está montada en un microscopio OLYMPUS BX60, con un objetivo de larga distancia de 40X con collar de corrección.

Resultados Analíticos

Los resultados obtenidos en el presente reporte pertenecen a cuatro (04) muestras del ANAP Antabamba Bloque 2.

Las características de las muestra se detalla a continuación.

Cuadro 5.1. Características de las muestras de inclusiones fluidas.

Muestra	Clasificación	Descripción
ANTAB2-287	Monzonita con cuarzo	Roca intrusiva ligeramente alterada (CLOs, ARCs, ser, OXs, CBs y ep). Asimismo, presenta venillas rectas y continuas, rellenas por cuarzo II, calcopirita II, goethita, bornita, magnetita y especularita.
ANTAB2-295	Granodiorita	Roca intrusiva con alteración, cloritización moderada y débil (ARCs, ser, ep, OXs y CBs). Presenta venillas rectas y continuas con espesores en promedio de 3 mm. Constituida por cuarzo II, cloritas, epidota, calcopirita y goethita.
ANTAB2-313	Granodiorita alterada	Roca ígnea intrusiva alterada; silicificación moderada y sericitización y argilización débil. Asimismo, presenta venillas milimétricas constituidas por cuarzo II, sericita, piritita y óxidos.
ANTAB2-356	Muestra de relleno	Relleno hidrotermal de aspecto brechoso, se encuentra constituido por tres generaciones de cuarzo; cuarzo I de los fragmentos líticos, cuarzo II relleno hidrotermal de grano medio y cuarzo III relleno hidrotermal de grano grueso.

Petrografía de inclusiones fluidas

Se identificó tres tipos principales de inclusiones fluidas según de Nash (1976).

Tipo Ia.

Inclusiones de altas temperaturas. Son inclusiones bifásicas ($L_{H_2O} + V_{H_2O}$) a temperatura ambiente ($\sim 25^\circ\text{C}$), las cuales se homogenizan a líquido a aproximadamente entre 300 y 400°C . Exhiben características de ser primarias por presentarse como unidades aisladas y de disposición tridimensional dentro del cuarzo. La relación entre vapor y vapor-líquido ($V_{H_2O} / L_{H_2O} + V_{H_2O}$) varían entre 60 y 90%. Presentan formas irregulares y tamaños que

varían de 8 a 20 μ m. Las temperaturas de fusión del hielo ($-T_f$) entre 6.7 a 7.5 °C y temperaturas de homogeneización varían desde 300 hasta 388°C (Figura 5.2).



Figura 5.2. Inclusiones Tipo Ia.

Tipo Ib.

Inclusiones de media a baja temperatura. Son inclusiones bifásicas con L_{H_2O} predominante. Son inclusiones de fluidos posiblemente pseudosecundarias, algunas aparecen en unidades aisladas sin ninguna orientación, lo que podría sugerir un carácter primario.

Temperatura media: inclusiones generalmente con salinidades menores a 10 % eq. peso NaCl, las cuales se homogenizan a líquido en un intervalo aproximado de 250 a 300 °C (Figura 5.3).

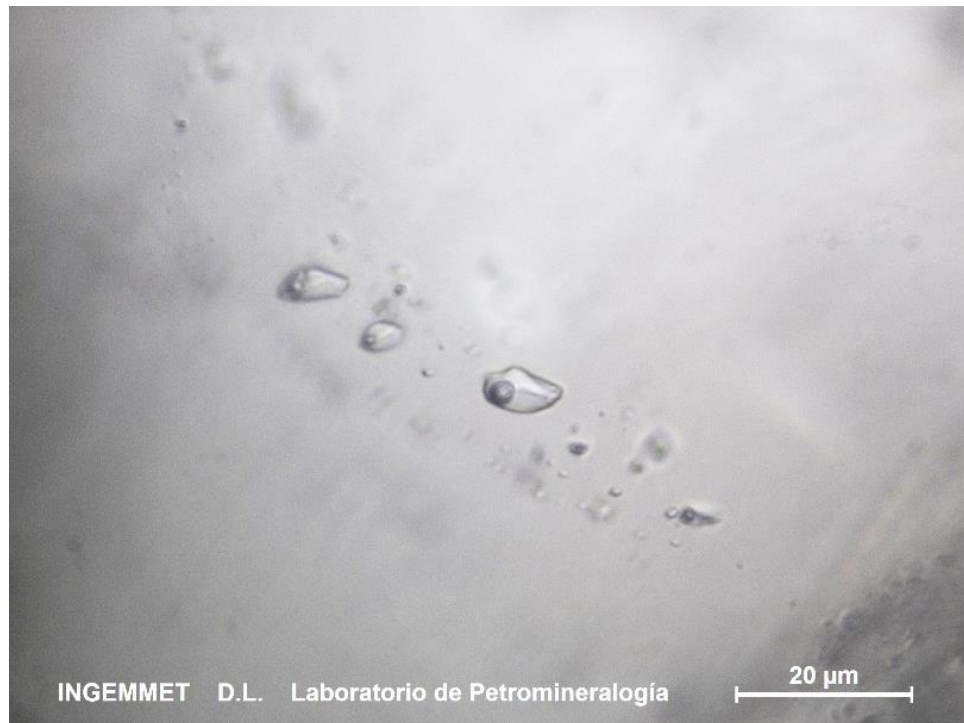


Figura 5.3. Inclusiones Tipo Ib-Temperatura media.

Temperatura baja: corresponde a la población de mayor distribución y ocurrencia de las muestras analizadas. Presenta una variación de salinidad entre 1.2 y 7.0 % eq. peso NaCl, con una recurrencia alrededor de 5.2 % eq. peso NaCl. La temperatura de homogeneización en un intervalo aproximado de 150 a 250 °C, son recurrentes alrededor de 220 °C (Figura 5.4).



Figura 5.4. Inclusiones Tipo Ib-Temperatura baja.

El cuadro 5.2. presenta un resumen de los resultados obtenidos en el presente reporte:

Cuadro 5.2. Resultados obtenidos en el estudio de inclusiones de fluidos.

Muestra	MIN	TIPO	NÚM. MEDIC.	Th min. (°C)	Th máx. (°C)	Th media. (°C)	NaCl(wt%)
ANTAB2-287	cz II	Ia	25	248.00	388.10	306.22	8.21
ANTAB2-295	cz II	Ia-Ib	23	221.40	298.20	266.57	7.91
ANTAB2-313	cz II	Ib	18	170.00	262.00	232.43	7.94
ANTAB2-356	cz III	Ib	16	200.00	304.00	241.03	6.19
Th = temperatura de homogeneización. cz = inclusiones en cuarzo. cac = inclusiones en calcita.				Tf = temperatura de fusión del hielo NaCl (wt%) = salinidad % eq. peso NaCl NÚM. MEDIC. = número de inclusiones medidas por muestra.			

Histogramas acumulados

Los datos de temperatura de homogeneización se encuentran distribuidos en una media de 226.18 °C. Asimismo, se observa que la muestra ANTAB2-287 presenta temperaturas altas entre los 300 y 400°C, a diferencia de la muestra ANTAB2-313, que presenta temperaturas de homogeneización menores a 250 °C. Respecto a los datos de salinidad correspondientes a las inclusiones encontradas en el cuarzo, se presentan tres poblaciones, **la primera** situada alrededor de 5% eq. peso NaCl, **la segunda** en 7.5% eq. peso NaCl y **la tercera** entre 10 y 12.5 % eq. peso NaCl (Figura 5.5).

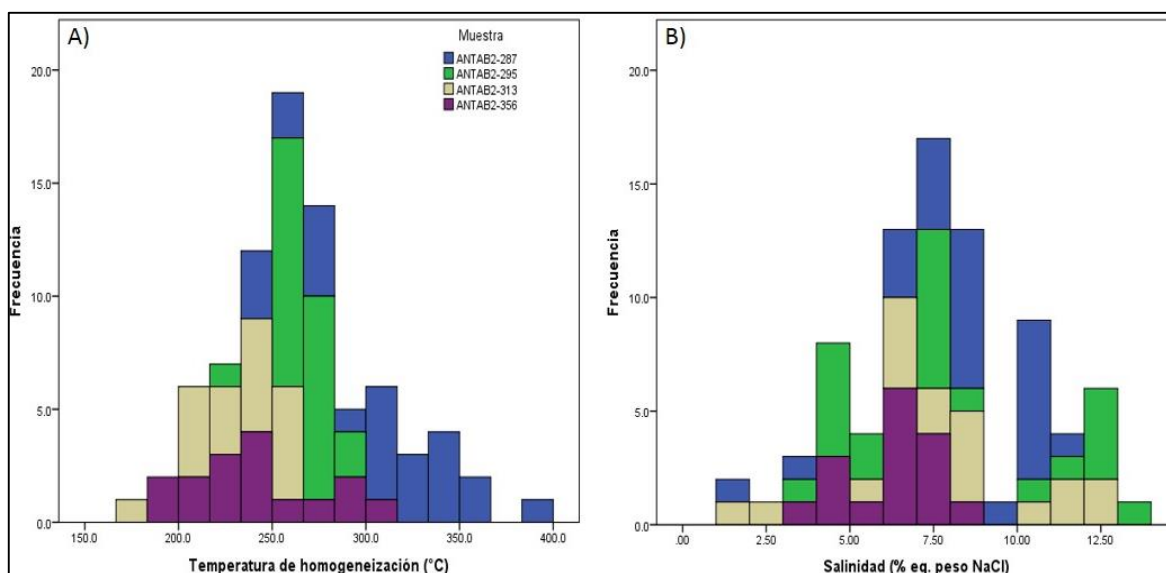


Figura 5.5. A y B) Histogramas acumulados de salinidad (% eq. peso NaCl) y temperatura de homogeneización (°C) correspondientes a las cuatro muestras del ANAP Antabamba Bloque 2.

Esquema interpretativo

Se muestra las posibles trayectorias seguidas por los datos de Salinidad vs Temperatura de homogeneización, el cual evidencia que las características de los fluidos cambiaron (Figura 5.6).

Se observan tres poblaciones de diferente salinidad, los cuales se desplazan de forma horizontal, lo cual responde a una **mezcla de fluidos**. Asimismo, se muestra un ligero desplazamiento vertical, lo que ocurre producto del **enfriamiento del sistema** (Tomado de Velasco, 2004).

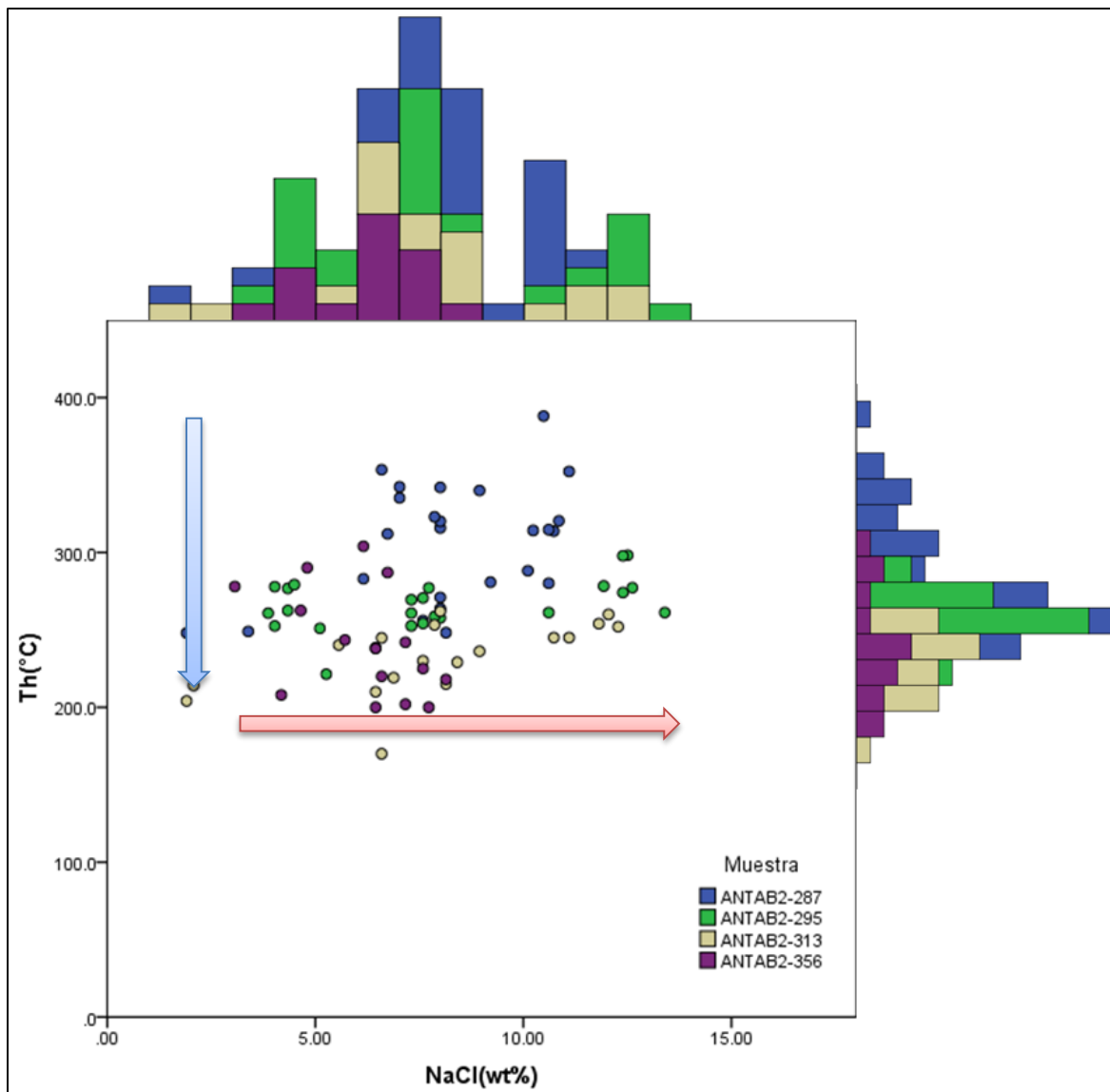


Figura 5.6. Diagrama de temperatura de homogeneización y salinidad, relacionado con los histogramas acumulados de las muestras.

Distribución esquemática de los principales yacimientos

Con los datos obtenidos para cada muestra estudiada se puede ver una distribución esquemática de temperatura de homogeneización vs. salinidad en el esquema de los principales yacimientos minerales. Los límites de los cuadros son aproximados para cada tipo de depósito (Figura 5.7).

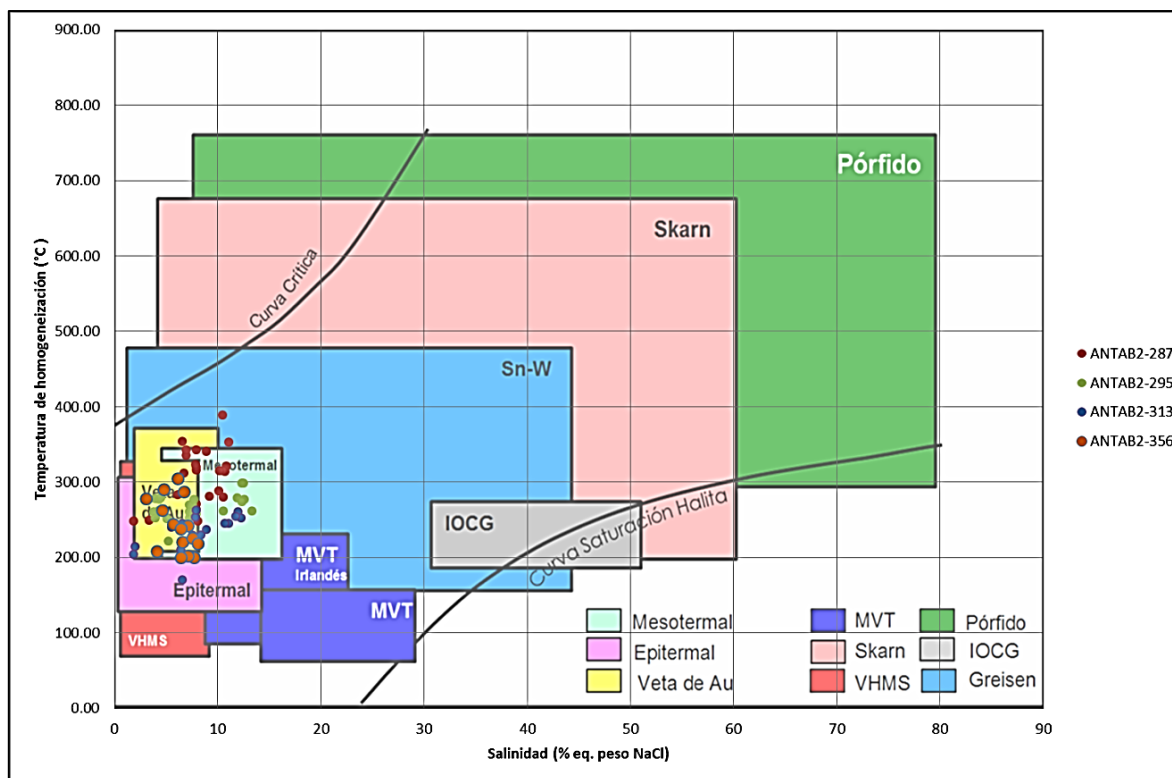


Diagrama de Temperatura de Homogeneización vs. Salinidad, modificado de Wilkinson (2001).

Figura 5.7. Temperaturas de homogeneización entre 170 y 388°C con respecto a la salinidad que presenta entre 1.9 a 13.4 % eq. peso NaCl.

Respecto a los resultados ploteados en la tabla de Wilkinson (2001), se aprecia que la mayoría de los fluidos del sistema corresponderían a las características que presenta un depósito mesotermal. Asimismo, podemos notar que la muestra ANTAB2-287 presenta salinidades y temperaturas altas, pudiéndose considerar como otro tipo de depósito (posible parte distal de un pórfido).

VI. PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

Como parte de los trabajos de evaluación geológica minera del ANAP Antabamba Bloque 2, durante el año 2014 y 2015, se han analizado geoquímicamente 489 muestras, distribuidas de la siguiente manera: 23 muestras de sedimentos de quebrada, 416 muestras de rocas-menas y 50 muestras de control analítico (blancos, estándares y duplicados). Las características de éstas, así como los resultados analíticos se adjuntan en los Anexos I y II.

Las 416 muestras de roca y menas han sido recolectadas de manera sistemática simple en tres áreas prospectivas (targets) a las que se han denominado Aysacocha-Huamansalcca, Yahualja y Pucacaullo-Queuñapujro (Fig 6.23).

El total de muestras fueron preparadas y analizadas en el Laboratorio de SGS Perú. Para el caso de las rocas y menas se empleó análisis de ensayo al fuego 50 gramos para el Au y análisis ICP-MS Digestión Multiácida 50 elementos, mientras que para el análisis de sedimentos se emplearon el ensayo Multielemental por ICP-MS Digestión Regia 52 elementos y ensayo al fuego 50 gramos. Los límites de detección para cada elemento se muestran en la tabla 6.1 y los reportes analíticos en el Anexo II.2.

Tabla 6.1. Límites de detección mínimos y máximos de análisis geoquímicos en el Laboratorio SGS.

Elemento	Lím. Det. Mínima	Lím. Det. Máxima
Au	5 ppb	5 ppm
Al	0.01%	15%
B	5 ppm	1%
Ba	5 ppm	1%
Ca	0.01%	15%
Cr	1 ppm	1%
Cu	0.5 ppm	1%
Fe	0.01%	15%
K	0.01%	15%
Li	1 ppm	5%
Mg	0.01%	15%
Mn	5 ppm	1%
Na	0.01%	15%
P	50 ppm	1%
S	0.01%	5%
Sr	0.5 ppm	1%
Ti	0.01%	15%
V	1 ppm	1%
Zn	1 ppm	1%
Zr	0.5 ppm	1%
Ag	0.02 ppm	10 ppm
As	1 ppm	1%
Be	0.1 ppm	100 ppm
Bi	0.04 ppm	1%
Cd	0.02 ppm	1%
Ce	0.05 ppm	0.10%

Elemento	Lím. Det. Mínima	Lím. Det. Máxima
Co	0.1 ppm	1%
Cs	0.05 ppm	0.10%
Ga	0.1 ppm	500 ppm
Ge	0.1 ppm	1%
Hf	0.02 ppm	500 ppm
Hg	0.01 ppm	1%
In	0.02 ppm	500 ppm
La	0.1 ppm	1%
Lu	0.01 ppm	0.10%
Mo	0.05 ppm	1%
Nb	0.1 ppm	0.10%
Ni	0.5 ppm	1%
Pb	0.5 ppm	1%
Rb	0.2 ppm	1%
Sb	0.05 ppm	1%
Sc	0.1 ppm	1%
Se	2 ppm	0.10%
Sn	3 ppm	0.10%
Ta	0.05 ppm	1%
Tb	0.05 ppm	1%
Te	0.05 ppm	500 ppm
Th	0.2 ppm	1%
U	0.1 ppm	1%
W	0.1 ppm	1%
Y	0.1 ppm	1%
Yb	0.1 ppm	1%

Para los trabajos de muestreo de sedimentos y rocas en el ANAP Antabamba Bloque 2, se implementó un riguroso protocolo de aseguramiento y control de calidad (QA/QC), en donde 12.02% de muestras analizadas corresponden a muestras de control, éstas se clasifican en blancos de control (finos y gruesos) para monitorear la contaminación en las etapas de chancado y pulverización, material de estándares (Au y Metales Base) para monitorear la exactitud analítica, asimismo a duplicados campo para monitorear la representatividad de muestreo.

Los blancos de control, finos y gruesos, corresponden a arena silícea (~0.5mm) y esquirlas de cuarzo (1" de diámetro) respectivamente, adquiridos de un proveedor local. Cabe indicar que estos blancos no están certificados.

Los estándares certificados empleados en el ANAP proceden de los laboratorios GEOSTATS PTY LTD, de Australia (ver Anexo III). Los límites mínimos y máximos de tolerancia para los estándares, han sido calculados considerando el promedio certificado ± 2 desviaciones estándar a excepción del estándar GBM313-7 cuyo cálculo para el Cu corresponde al promedio certificado ± 2.5 desviaciones estándar (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Resumen de valores certificados de los estándares.

Código Estándar	Elemento	Promedio	Desviación Estándar	Límite Mínimo	Límite Máximo
Ag alto GBM313-7	Ag (ppm)	2.4	0.3	1.8	3
Ag medio GBM913-4	Ag (ppm)	2	0.2	1.6	2.4
Ag bajo GBM313-4	Ag (ppm)	2.7	0.2	2.3	3.1
Au alto G913-9	Au (ppb)	4910	340	4570	5250
Au medio G913-4	Au (ppb)	1370	80	1290	1450
Au bajo G313-3	Au (ppb)	510	30	450	570
As alto GBM313-7	As (ppm)	1131	42	1047	1215
As medio GBM913-4	As (ppm)	255	12	231	279
As bajo GBM313-4	As (ppm)	385	13	359	411
Cu alto GBM313-7	Cu (ppm)	2976	81	2773.5*	3178.5**
Cu medio GBM913-4	Cu (ppm)	1556	43	1470	1642
Cu bajo GBM313-4	Cu (ppm)	342	9	324	360
Pb alto GBM313-7	Pb (ppm)	103	6	91	115
Pb medio GBM913-4	Pb (ppm)	291	13	265	317
Pb bajo GBM313-4	Pb (ppm)	110	8	94	126
Zn alto GBM313-7	Zn (ppm)	367	18	331	403
Zn medio GBM913-4	Zn (ppm)	282	14	254	310
Zn bajo GBM313-4	Zn (ppm)	337	18	301	373

* Promedio – 2.5 Desviación estándar Cu

**Promedio + 2.5 Desviación estándar Cu

Los duplicados de campo recolectados para las muestras de rocas, corresponden a la mitad del material recolectado de la roca. Lo empleamos para monitorear la reproducibilidad analítica del laboratorio de SGS Perú.

La evaluación de los duplicados ha sido efectuada en base al valor absoluto de la diferencia porcentual relativa (RPD), definida por la fórmula:

$$|RPD| = \frac{\bar{x} - x_1}{\bar{x}} \times 100\%$$

Dónde:

$\bar{x}$ = (Valor original + Valor duplicado)/2

x_1 = Valor original

La metodología empleada para el análisis de resultados se inicia con la elaboración de histogramas a fin de evaluar la distribución y contraste de resultados analíticos por cada elemento, derivando en la identificación de elementos con concentraciones anómalas en el ANAP Antabamba Bloque 2.

El cálculo de los valores de fondo o “background y de umbral o “threshold” partió del ajuste de los resultados a distribuciones normales o de log-normales dependiendo de cada caso. El background corresponde a la media de la población normalizada para cada elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

El threshold empleado corresponde a la media ± 2 veces la desviación estándar por elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

Los rangos de anomalías geoquímicas han sido definidos en base a la segmentación natural que describen los resultados analíticos, empleando el total de resultados para cada elemento.

6.1. PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE SEDIMENTOS DE QUEBRADA

Durante los meses de abril y setiembre del 2014, así como en abril del 2015, se realizó el muestreo de sedimentos activos en quebradas de primer, segundo y tercer orden en el ANAP Antabamba Bloque 2 y sus alrededores, cubriendo un 75% del área de estudio.

6.1.1. Recolección de muestras o método de muestreo y enfoque

Se recolectaron 23 muestras de sedimentos de quebrada a la malla -30, acumulando ~5 kg de material por muestra. La longitud de muestreo a lo largo de la quebrada fue de ~30m.

La ubicación de muestras se presenta en la figura 6.1, asimismo, la descripción y resultados analíticos de cada muestra de sedimentos se pueden ver en los Anexos I.1 y I.2.

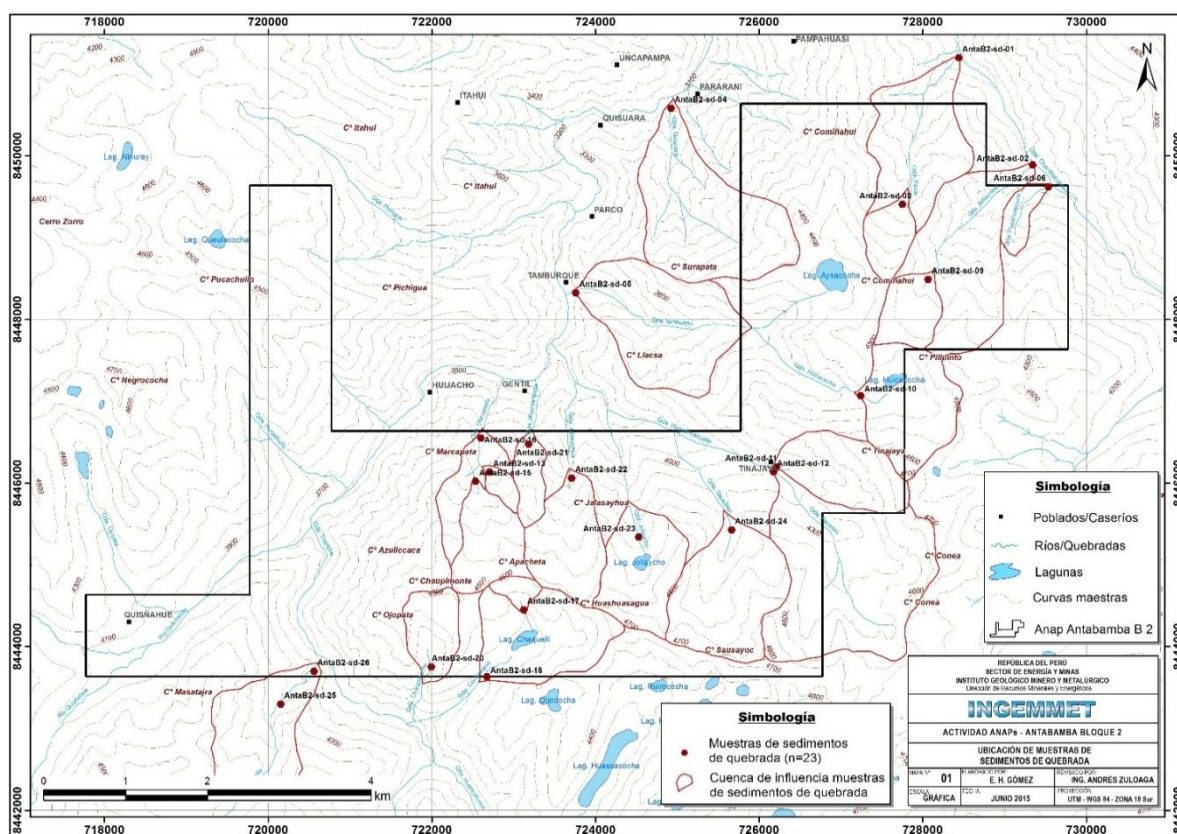


Figura 6.1. Ubicación de muestras de sedimentos de quebrada.

6.1.2. Aseguramiento y control de calidad

Adicional a las 23 muestras de sedimentos de quebradas recolectadas en el campo, se incluyeron 5 muestras de control (1 blanco, 2 estándares de Au, 1 estándar de Cu y 1 duplicado) como parte del programa de Aseguramiento y Control de Calidad (QA/QC)

empleado en el ANAP, sumando un total de 28 (Tabla 6.3).

Tabla 6.3. Muestras de control para sedimentos de quebrada.

N° Reporte Analítico (Lab. SGS)	Total Muestras	Muestras Sedimento	Muestras Control	Tipo Control	Detalle	N°	Total
GQ1403370	9	8	1	Estándar	SRM Au bajo G313-3	1	1
GQ1404343	12	10	2	Blancos	Arena silícea (~0.5mm)	1	1
				Estándar	SRM Au bajo G313-3	1	1
GQ1502036	7	5	2	Estándar	SRM Cu bajo G313-4	1	1
				Duplicado	Duplicado campo	1	1
Total	28	23	5			5	5

6.1.2.1. Análisis de control de calidad de blancos gruesos y finos

Se adicionó solo una muestra con material de blancos fino con el que se monitoreó la contaminación en la etapa de pulverizado. El resultado analítico obtenido está cerca o son valores correspondientes a los límites de detección inferior para los elementos empleados en la interpretación geoquímica. En los casos del As y Cu tienen 29ppm y 35.4ppm respectivamente. Se observa en la tabla 6.4 y Figura 6.2.

Tabla 6.4. Resultado de muestra de control blanco fino.

Orden	Código	Tipo muestra	Au	As	Ag	Ca	Cd	Co	Cu	Hg	Mo	Pb	Sb	Zn
			ppb	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	ANTAB2-sd-014 *	BLK Fino 0.5mm	<5	29	0.02	0.03	0.09	2.1	35.4	0.01	6.52	4.2	1.68	10

* Reporte Analítico: GQ1404343.

6.1.2.2. Análisis de control de calidad para estándares y duplicado campo

Se ha procesado en total 3 estándares con el que representa una tasa de inserción de 10.71% para el análisis y estudio respecto a la exactitud analítica del laboratorio del SGS Perú.

Con los resultados analíticos nos permite concluir que los niveles de exactitud analítica del laboratorio del SGS Perú para los informes analíticos GQ1403370, GQ1404343 y GQ1502036 son aceptables para el Au y Cu respectivamente; tal como lo demuestran las

Figura 6.3 y Figura 6.4.

Para el duplicado de campo se muestra representatividad en el muestreo tal como se puede observar en la tabla 6.5 y en la figura 6.5.

Tabla 6.5. Resultados analíticos de muestras duplicadas.

Orden	Muestras	Control	Au	RPD Au	Cu	RPD Cu	Pb	RPD Pb	Zn	RPD Zn
1	ANTAB2-sd-026	Original	7		29.7		10		32	
1	ANTAB2-sd-027	Dup. Campo	7	0.00	32	-3.72	10.7	-3.38	35	-4.48

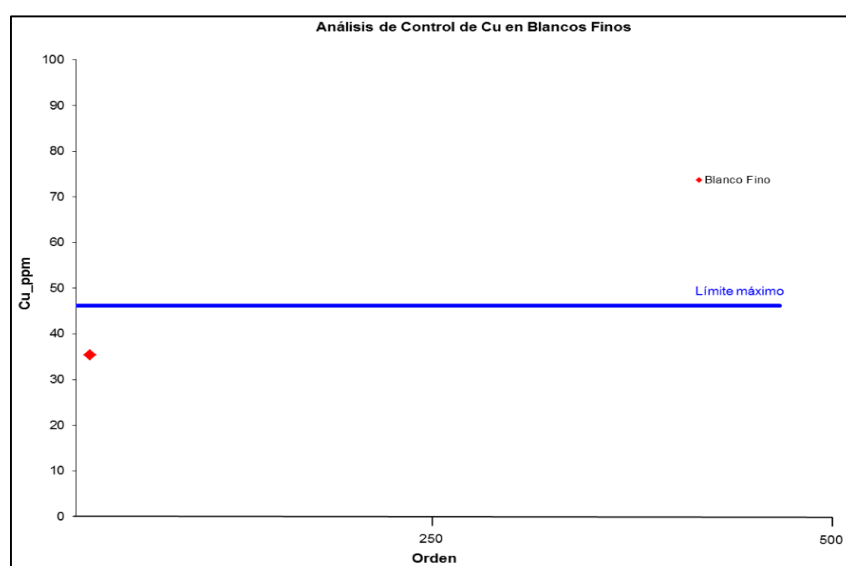
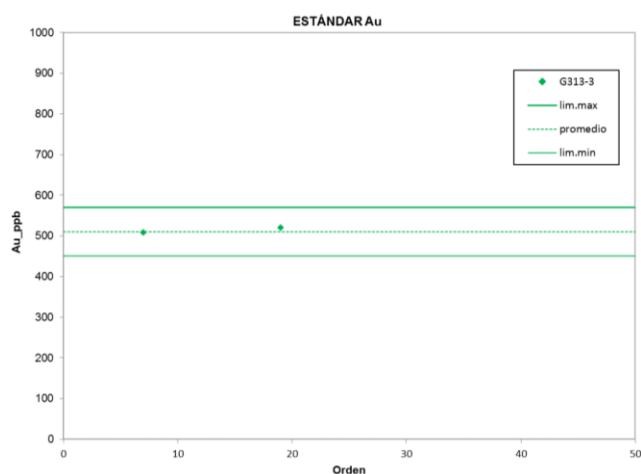


Figura 6.2. Resultado de blanco fino.



Figura

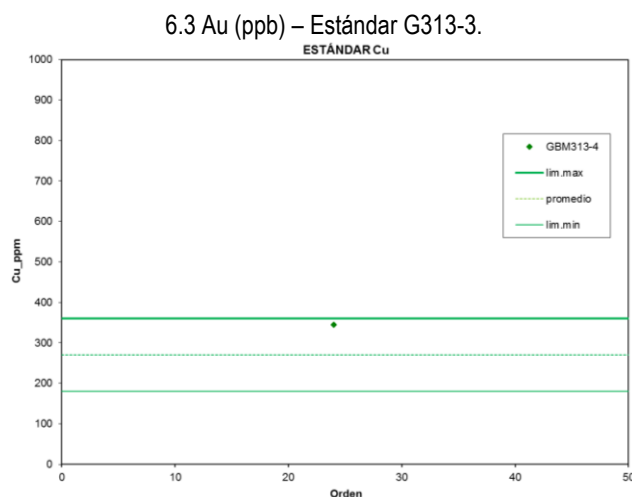


Figura 6.4 Cu (ppm) – Estándar de GBM313-4.

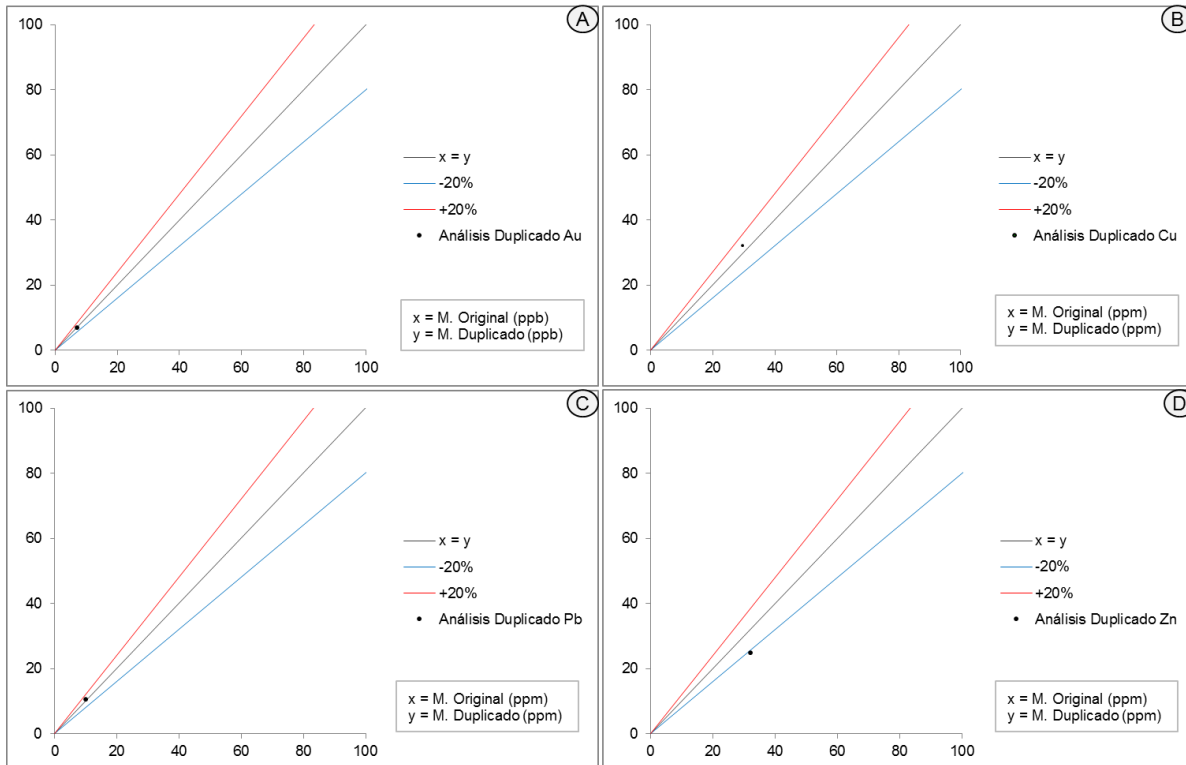


Figura 6.5. A) Análisis duplicado Au (ppb). **B)** Análisis duplicado Cu (ppm). **C)** Análisis duplicado Pb (ppm). **D)** Análisis duplicado Zn (ppm).

6.1.3. Conclusiones

Se concluye que los resultados correspondientes a los reportes analíticos de GQ1403370, GQ1404343 y GQ1502036 (28 sedimentos) son confiables, con niveles de exactitud analítica aceptables y carentes de contaminación para los principales elementos empleados para la interpretación geoquímica de este informe.

6.1.4. Interpretación geoquímica de sedimentos de quebrada

Los sedimentos activos de corrientes nos permiten ubicar valores anómalos en las concentraciones de elementos químicos de interés, dando indicios de áreas prospectivas y caracterizando dispersiones primarias y secundarias.

En consecuencia, para el ANAP Antabamba Bloque 2 se ha determinado principalmente cuatro (4) elementos anómalos, estos son; Au, Cu, Mo y Zn (Figura 6.6 y Figura 6.7). Asimismo, es muy importante precisar que todos los puntos de muestreo se encuentran enmarcadas por rocas intrusivas, tales como; diorita, granodiorita, cuarzo monzonita y diques porfídicos que pertenecen al Batolito Andahuaylas-Yauri, la misma que representa el 100% del área en el ANAP.

6.1.4.1. Anomalías de Oro

Anomalía moderada de Oro (74 – 111 ppb Au)

Las muestras analizadas no muestran este rango de anomalía.

Anomalía fuerte de Oro (111 – 148 ppb Au)

Esta representada por dos zonas en el ANAP, una de mayor proyección (3.4 km²) ubicada al este y se extiende por todo el sureste del ANAP, mientras que el otro tiene una área mucho más pequeña y se ubica en la parte central del ANAP. El área anómala de mayor proyección que representa >50% fuera del ANAP, se encuentra en un afluente de la quebrada Pararani (ANTAB2-sd-12) en donde se reportó 166 ppb Au, que incluiría como posibles fuentes el cerro Conea (afloramiento de calizas marmolizadas fuera del ANAP), por lo que, en gran parte de la cuenca anómala no se realizaron trabajos de prospección ni tampoco muestreo referencial de rocas, quedando abierta la anomalía y pendiente su estudio.

El área de la cuenca anómala de menor tamaño se ubica en un afluente de la quebrada Chaquelli, la misma que es afectada por un fuerte fallamiento. En este punto de muestreo ANTAB2-sd-17 se reporta 129 ppb Au que se corroboraría con la identificación de estructuras vetiformes de cuarzo, pirita, calcopirita y O_xFe que se evidencian en el cerro Apacheta.

Anomalía muy fuerte de Oro (>148 ppb Au)

Se ubica en la zona central sur del ANAP, en un afluente de la quebrada Cochasi que (muestra, ANTAB2-sd-18), en este punto de muestreo se ha reportado 379 ppb Au enmarcando una cuenca anómala muy interesante, que tiene un área de 1.5 km cuadrados. Dentro y alrededor de esta cuenca anómala, se identificaron estructuras vetiformes de cuarzo-pirita-OxFe y vetillas de cuarzo-calcopirita, que se evidencian en los cerros Apacheta, Huashuasagua y Minasjata, respectivamente.

La elevada concentración de esta anomalía sugiere una relación directa a sistema de vetas-vetillas de Cu-Au identificadas en los cerros Apacheta y Minasjata, lo cual nos permite postular la posible existencia de un cuerpo mineralizado a profundidad.

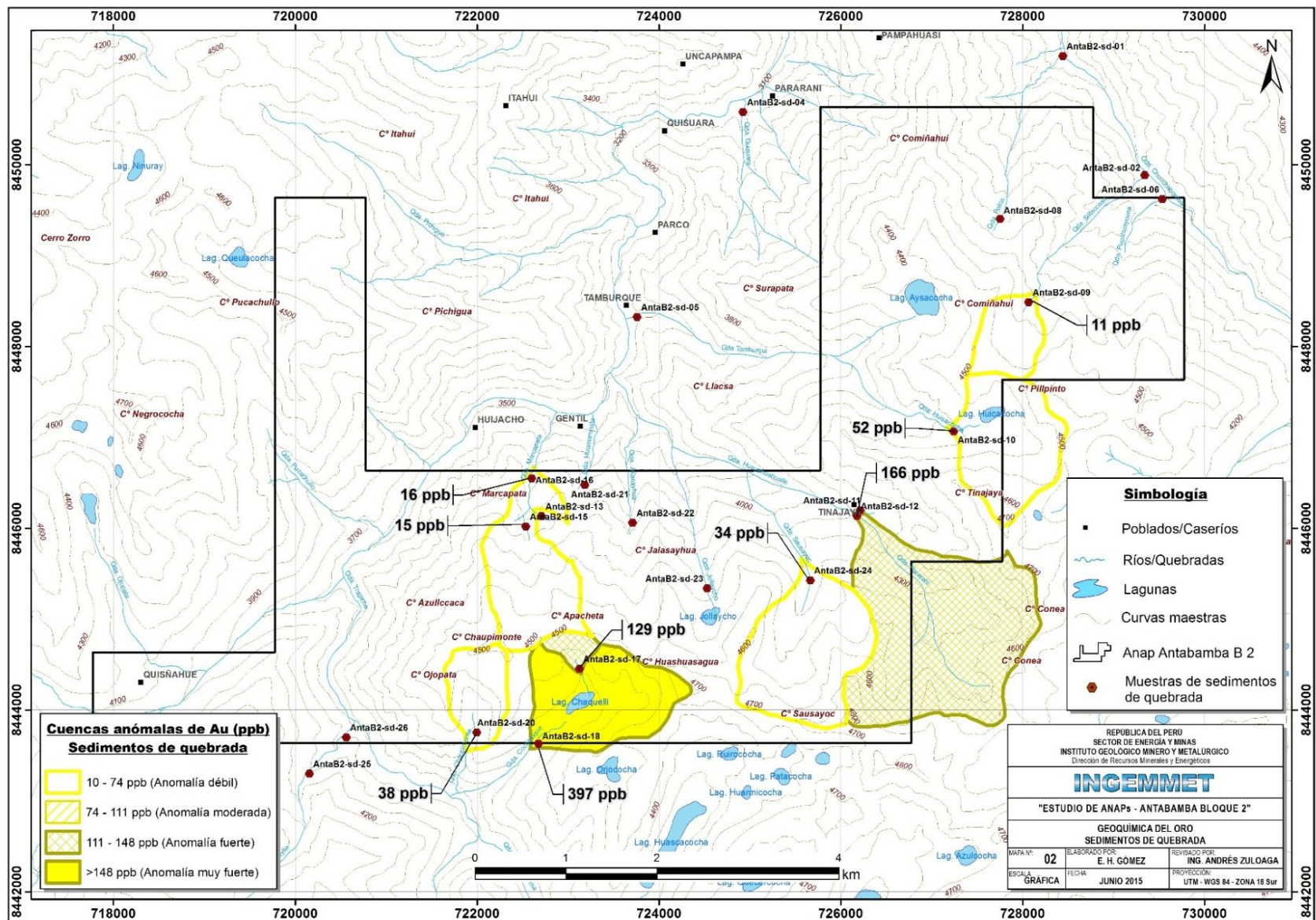


Figura 6.6. Resumen de anomalías de Au_ppb en muestras de sedimentos de quebrada.

6.1.4.2. Anomalía de Cobre

Anomalía débil de Cobre (70 – 140 ppm Cu)

Hacia la zona norte del ANAP, gran parte de esta cuenca anómala (70%) se encuentra fuera del ANAP cuenta con un área de 2.5 km², ubicada en un afluente de la quebrada Quisuara. Este punto de muestreo reporta 83 ppm Cu (ANTAB2-sd-04) y como posible fuente, se tiene el cerro Surapata.

Mientras que en la zona central sur del ANAP, ubicadas en las quebradas Chaupimonte y Cochasiq, los puntos de muestreo reportan 133 ppm Cu y 116 ppm Cu en las muestras ANTAB2-sd-20 y ANTAB2-sd-18 respectivamente y ambas cuencas suman un total de 3 km², ya que se encuentran muy cercanas. Así como las anomalías de Au en estas cuencas son interesantes, con las de Cu se hacen mucho más aún. Dentro de esta cuencas se identificaron sistemas de vetas, vetillas y venillas de cuarzo-pirita-calcopirita, sugiriendo que a profundidad exista un cuerpo mineralizado (pórfido?).

6.1.4.3. Anomalía de Molibdeno

Anomalía moderada de Molibdeno (35.1 – 52 ppm Mo)

Se ubica como único afluente en la quebrada Cochasiq que reporta un valor de 38 ppm Mo en la muestra ANTAB2-sd-18, esta cuenca al igual que la del oro, tendría como principal fuente los cerros Apacheta y Minasjata, donde, se identificaron vetas de cuarzo-calcopirita-pirita con O_xFe y venillas de calcopirita.

6.1.4.4. Anomalía de Zinc

Anomalía débil de Zinc (77 – 153 ppm Zn)

Se han definido en la zona central sur (Yahualja) y en el extremo noreste del ANAP, esta última tiene mayor relevancia ya que representa un área de 4 km² y se ubica adyacente en dirección NE de las cuencas anómalas de Au, Cu y Mo del área prospectiva (target)

Aysacocha, considerando además, que se tratase de una zona periférica y que marcaría indicios de mineralización a profundidad (pórfido), el cual, se centraría en el área de Aysacocha. También, se ha registrado 82 ppm Zn (ANTAB2-sd-20) en el afluente de la quebrada Chaupimonte (área prospectiva Yahualja).

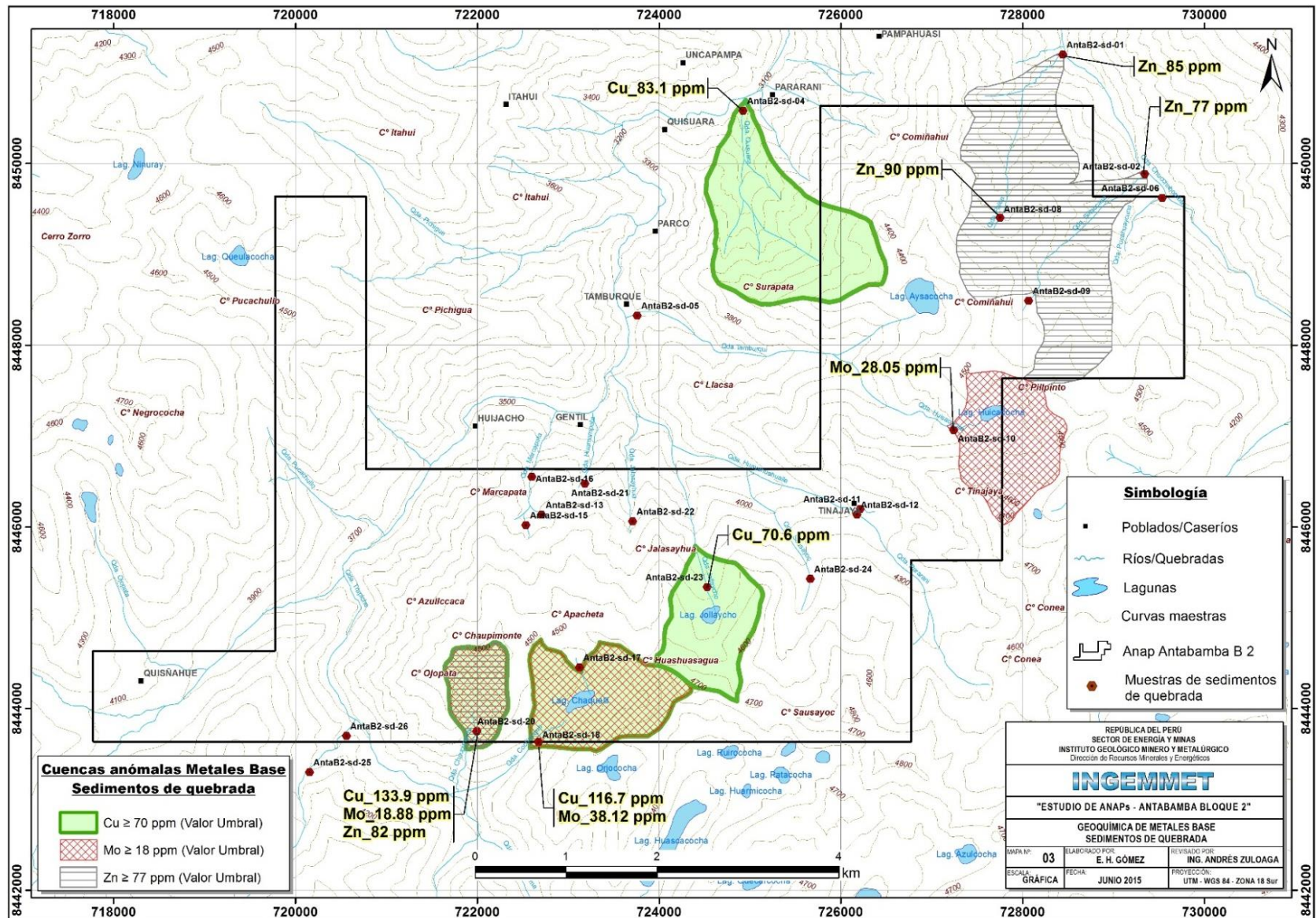


Figura 6.7. Resumen de anomalías geoquímicas de metales base en muestras de sedimentos de quebrada.

6.2. PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA DE ROCAS

Durante los trabajos de evaluación geológica en el ANAP Antabamba Bloque 2 se han recolectado un total de 416 muestras de rocas y menas (Figura 6.23).

La descripción de las características de estas muestras y junto a los resultados analíticos se presentan en los Anexos II.1 y II.2.

6.2.1. Recolección de muestras o método de muestreo y enfoque

Las muestras recolectadas correspondientes a esquirlas de roca dentro de un radio promedio de 5m por punto de muestreo y con respecto a muestras de estructuras vetiformes, se muestreo perpendicularmente a ella. El material acumulado fue de ~3 kg. Estas muestras han sido tomadas en zonas donde existen ocurrencias minerales, alteración hidrotermal y fracturamiento muy fuerte.

6.2.2. Aseguramiento y control de calidad

Adicional a las 416 muestras de rocas recolectadas en campo, se incluyeron 45 muestras de control analítico consistentes en 17 blancos, 17 estándares y 11 duplicados. El detalle de éstos se muestra en la tabla 6.6 y una copia de los certificados de los estándares en el Anexo III.

Tabla 6.6. Distribución de muestras de control en los reportes analíticos.

N° Reporte Analítico	Total Muestras	Muestras Roca	Muestras Control	Tipo Control	Detalle	N°	Total
GQ1403369	108	98	10	Blancos	Arena silícea (~0.5mm)	4	4
				Estándares	*SRM Cu alto GBM313-7	1	1
					SRM Cu medio GBM913-4	1	1
					SRM Cu bajo GBM313-4	1	1
					SRM Au medio G913-4	1	1
					SRM Au bajo G313-3	1	1
				Duplicados	Campo	1	1
GQ1404342	164	147	17	Blancos	Arena silícea (~0.5mm)	3	3
					Blanco grueso cuarzo (1cm)	2	2
				Estándares	SRM Cu alto GBM313-7	1	1
					SRM Cu medio GBM913-4	2	2
					SRM Cu bajo GBM313-4	1	1
					SRM Au alto G913-9	1	1
					SRM Au medio G913-4	1	1
					SRM Au bajo G313-3	1	1
				Duplicados	Campo	5	5
GQ1502035	86	78	8	Blancos	Arena silícea (~0.5mm)	1	1
					Blanco grueso cuarzo (1cm)	2	2
				Estándares	SRM Cu medio GBM913-4	1	1
					SRM Au bajo G313-3	1	1
				Duplicados	Campo	3	3
GQ1503674	103	93	10	Blancos	Arena silícea (~0.5mm)	2	2
					Blanco grueso cuarzo (1cm)	3	3
				Estándares	SRM Cu medio GBM913-4	1	1
					SRM Cu bajo GBM313-4	1	1
					SRM Au bajo G313-3	1	1
				Duplicados	Campo	2	2
Total	461	416	45			45	45

6.2.2.1. Análisis de control de calidad en blancos finos y gruesos

Se procesaron 17 muestras de blancos fino y gruesos, que representan una tasa de inserción de 3.69% y los resultados analíticos de los blancos de control insertados en las muestras de rocas son para el total de casos del orden del límite inferior para cada elemento analizado, o cercanos a éstos concluyendo que no se tienen niveles de contaminación tanto en la etapa de chancado (blancos gruesos) como en la etapa de pulverización (blancos finos), tal como puede apreciar en la tabla 6.7 y las muestras se ubican por debajo del límite máximo en el caso del Cu (Figura 6.8). Los resultados de los elementos analizados en blancos son propios de la muestra.

Tabla 6.7. Resultados analíticos blancos finos y gruesos.

N°	Código	Tipo muestra	Au	As	Ag	Cd	Cu	Mn	Mo	Pb	Sb	Zn
			ppb	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	ANTAB2-010	BLK Fino 0.5mm	<5	30	0.53	0.07	38.8	264	11.6	16.5	1.9	10
2	ANTAB2-030	BLK Fino 0.5mm	<5	31	0.26	0.09	32.5	172	9.44	6.4	2.04	10
3	ANTAB2-070	BLK Fino 0.5mm	<5	29	0.07	0.05	31	241	8.65	5.1	1.78	6
4	ANTAB2-090	BLK Fino 0.5mm	<5	29	0.35	0.07	30.8	243	7.5	5.8	1.82	9
5	ANTAB2-140	BLK Fino 0.5mm	<5	25	0.04	0.08	36.3	304	6.88	4.6	1.62	8
6	ANTAB2-199A	BLK Grueso 1 cm	<5	3	0.02	0.08	8.7	79	6.22	2.8	0.6	4
7	ANTAB2-210	BLK Fino 0.5mm	<5	29	0.07	0.09	41.5	301	9.44	3.7	1.83	10
8	ANTAB2-241	BLK Fino 0.5mm	<5	31	0.02	0.09	45.4	353	8.58	4.6	1.94	12
9	ANTAB2-270	BLK Grueso 1 cm	6	4	<0.02	0.03	10.8	90	2.33	2.5	0.31	5
10	ANTAB2-289	BLK Fino 0.5mm	<5	15	0.37	0.06	28.9	234	16.1	5.5	2.91	7
11	ANTAB2-320	BLK Grueso 1 cm	5	3	0.3	<0.02	17.1	108	10.3	6.5	1.96	5
12	ANTAB2-350	BLK Grueso 1 cm	<5	1	0.06	<0.02	11.6	104	12.5	2.3	0.56	2

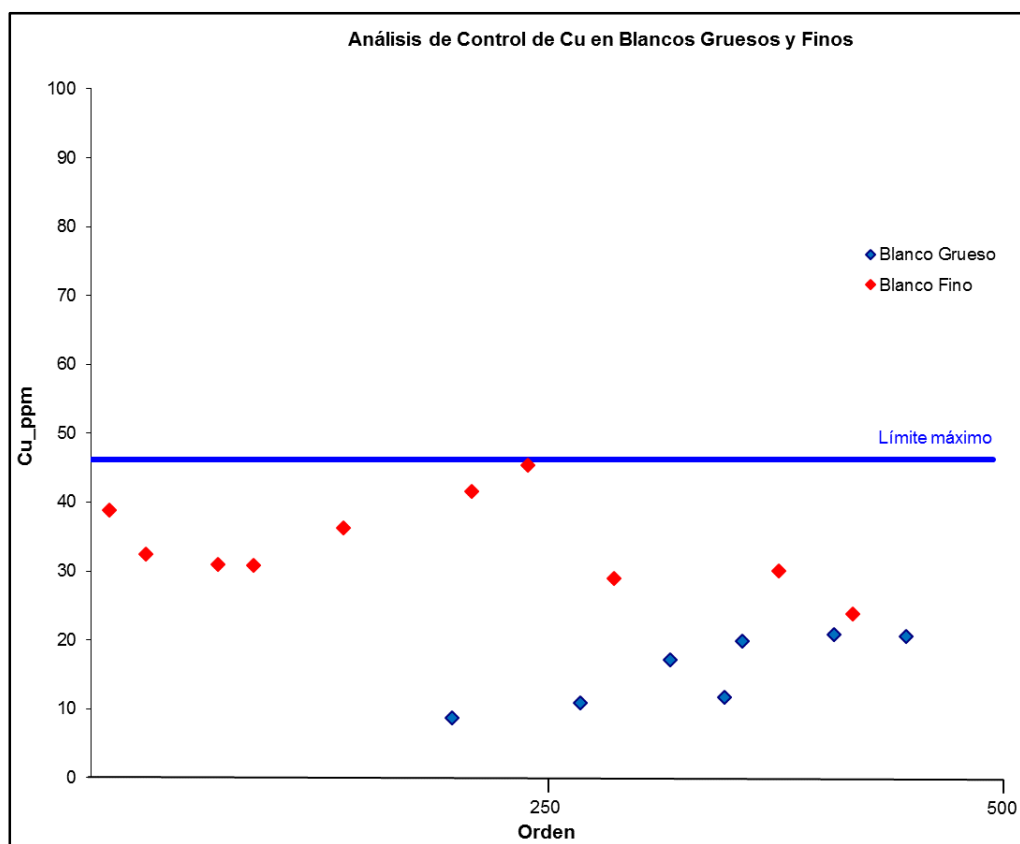


Figura 6.8. Análisis de control de Cu en blancos.

6.2.2.2. Análisis de control de calidad para estándares

Se ha procesado en total 16 estándares con el que representa una tasa de inserción de 3.47%. Las Figuras de 6.9 al 6.18 muestran los resultados analíticos para el Au, Cu, Ag, Pb y Zn; estos resultados se encuentran entre los límites de detección certificados para cada elemento, a excepción de 3 muestras que dan concentraciones de 1453 ppm Cu, 247.6 ppm Pb y 249 ppm Zn (Figura 6.10, Figura 6.15 y Figura 6.17) que son ligeramente bajas de su límite de tolerancia inferior (1470 ppm Cu, 265 ppm Pb y 254 ppm Zn), valor que sin embargo no tiene significancia interpretativa, porque se marcó para estos elementos niveles de anomalía > 100 ppm Cu y Zn > 90 ppm.

Se concluye que los niveles de exactitud analítica para el Au, Cu, Ag, Zn y Pb es aceptable, siendo confiables los resultados remitidos por el laboratorio de SGS Perú para estos elementos, el cual se demuestran en las siguientes figuras.

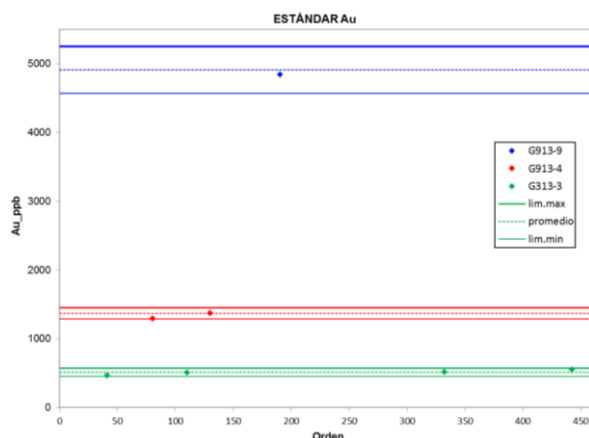


Figura 6.9. Au (ppb) – Estándar de G913-9, G913-4 y G313-3.

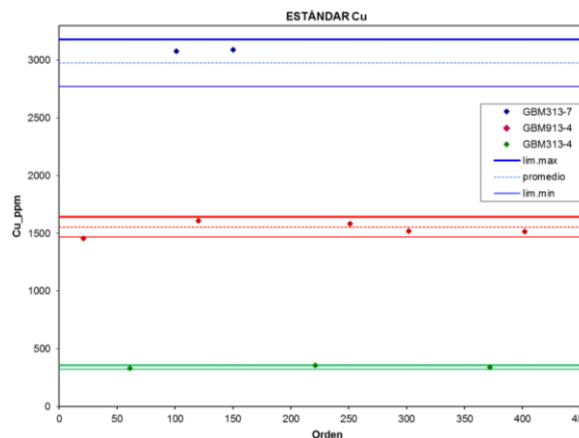


Figura 6.10. Cu (ppm) – Estándares GBM313-7, GBM913-4 y GBM313-4

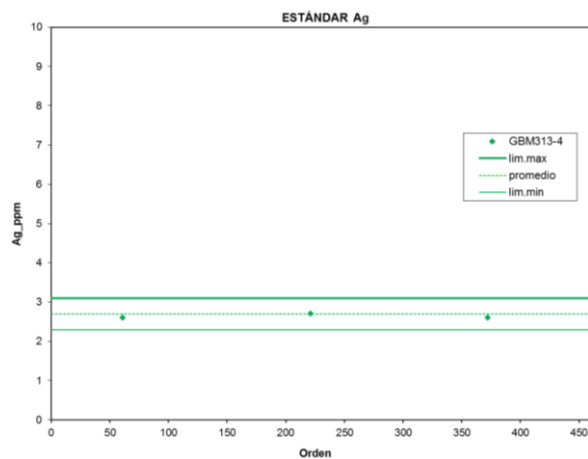


Figura 6.11. Ag (ppm) – Estándar GBM313-4.

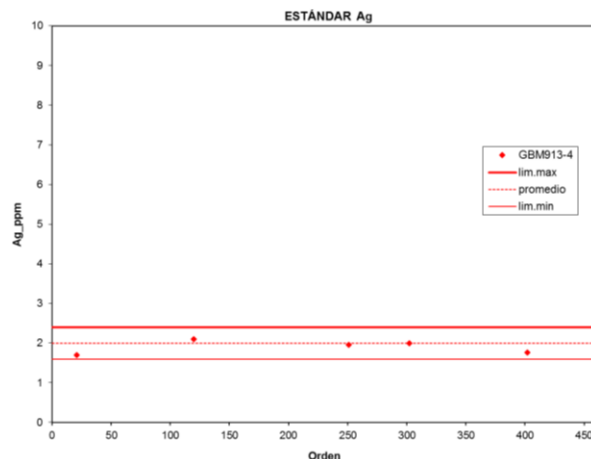


Figura 6.12. Ag (ppm) – Estándar GBM913-4.

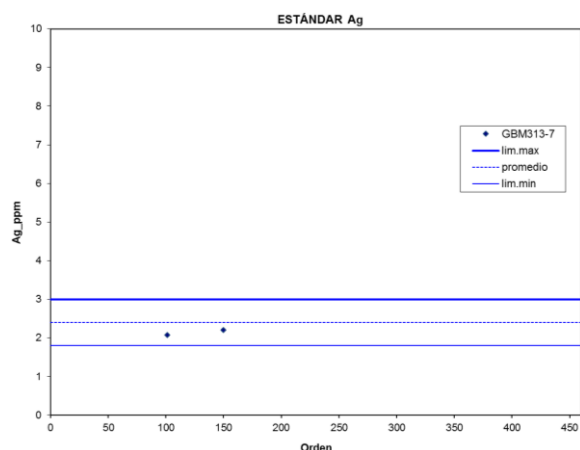


Figura 6.13. Ag (ppm) – Estándar GBM313-7.

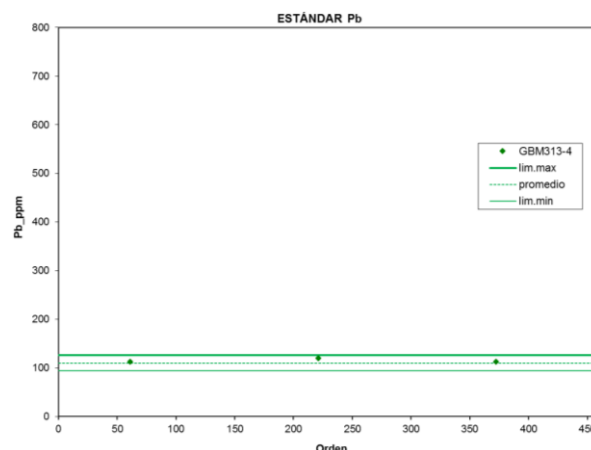


Figura 6.14. Pb (ppm) – Estándar GBM313-4.

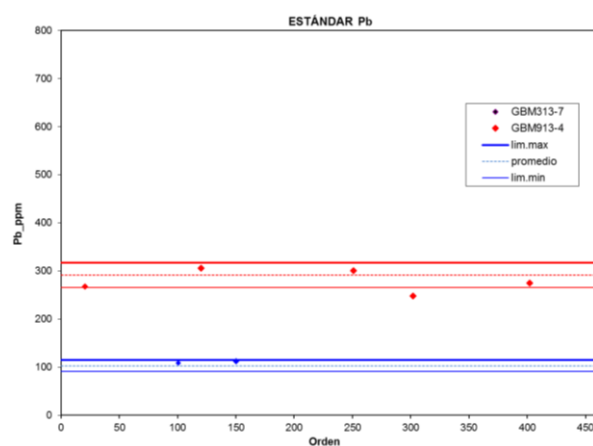


Figura 6.15. Pb (ppm) – Estándares GBM313-7 y GBM913-4.

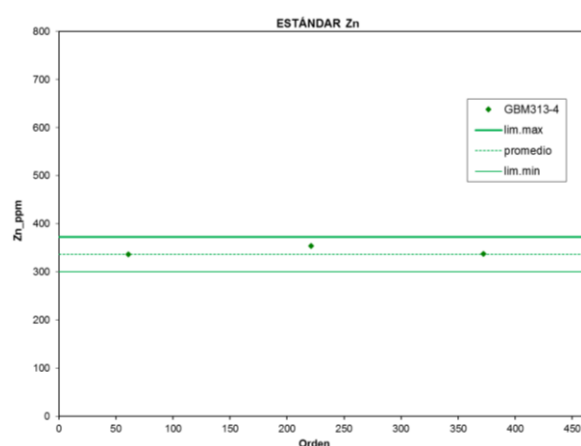


Figura 6.16. Zn (ppm) – Estándar GBM313-4.

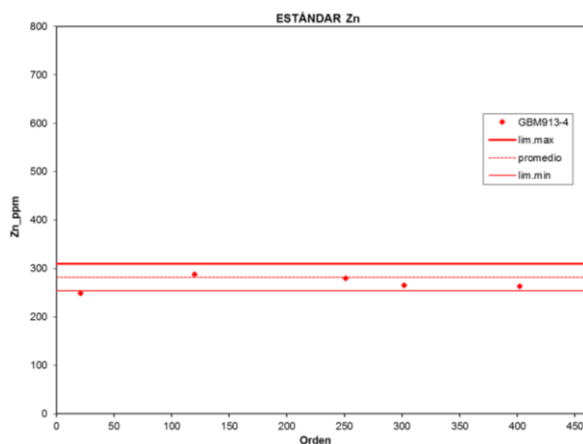


Figura 6.17. Zn (ppm) – Estándar GBM913-4.

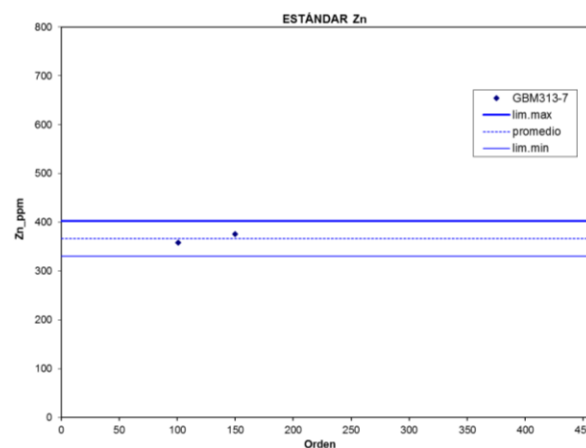


Figura 6.18. Zn (ppm) – Estándar GBM313-7.

6.2.2.3. Análisis de control de calidad para duplicados

Los resultados analíticos de las muestras originales y sus duplicados así como los valores de RPD (Diferencia Relativa Porcentual) se muestran en la tabla 6.8. Los análisis de duplicado de Au, Cu, Pb y Zn se muestran en las figuras 6.19 al 6.22.

$$RPD = \frac{\bar{x} - x_1}{\bar{x}} \times 100\%$$

Dónde:

$\bar{x}$ = (Valor original + Valor duplicado)/2.

x_1 = Valor original.

Los resultados obtenidos de las muestras duplicadas permiten concluir que la representatividad del muestreo es aceptable para las muestras recolectadas en el campo (duplicados de campo).

Tabla 6.8. Resultados analíticos de muestras duplicadas.

Orden	Muestras	Control	Au	RPD Au	Cu	RPD Cu	Pb	RPD Pb	Zn	RPD Zn
1	ANTAB2-049	Original	5	0.00	70.2	-8.6	22.7	2	22	-4.3
1	ANTAB2-050	Dup. Campo	5		83.4		21.8		24	
2	ANTAB2-159	Original	5	0.00	2075	-12.4	11.7	-3.3	29	-6.5
2	ANTAB2-160	Dup. Campo	5		2660		12.5		33	
3	ANTAB2-172	Original	5	0.00	12.8	1.9	15.7	2.9	51	6.25
3	ANTAB2-170	Dup. Campo	5		12.3		14.8		45	
4	ANTAB2-179	Original	338	15.8	5293	8.4	123	10.7	116	9.9
4	ANTAB2-180	Dup. Campo	246		4470		99.3		95	
5	ANTAB2-229	Original	5	0.00	12.1	2.1	16	-7.8	41	-3.5
5	ANTAB2-230	Dup. Campo	5		11.6		17.6		44	
6	ANTAB2-259	Original	6	9.10	11.4	-0.4	20.8	2.9	50	0.00
6	ANTAB2-260	Dup. Campo	5		11.5		19.6		50	
7	ANTAB2-279	Original	5	0.00	430.3	11.28	17.9	3.91	29	3.45
7	ANTAB2-280	Dup. Campo	5		332.9		16.5		27	
8	ANTAB2-310	Original	5	0.00	8.5	9.41	12.6	6.75	29	1.72
8	ANTAB2-311	Dup. Campo	5		6.9		10.9		28	
9	ANTAB2-340	Original	5	0.00	14.5	8.62	19.3	4.4	31	1.61
9	ANTAB2-341	Dup. Campo	5		12		17.6		30	
10	ANTAB2-391	Original	167	30.47	2663	9.05	201.5	6.16	66	-2.32
10	ANTAB2-392	Dup. Campo	89		3193		178.1		63	
11	ANTAB2-430	Original	11	4.76	2676	-11.96	18.4	45.45	51	-2.86
11	ANTAB2-431	Dup. Campo	10		3403		6.9		54	

6.2.3. Conclusiones

Se concluye que los resultados correspondientes a los reportes analíticos de GQ1403369, GQ1404342, GQ1502035 y GQ1503674 (461 muestras de roca, menas y de control) son confiables, con niveles de exactitud analítica aceptables y carentes de contaminación y pueden ser utilizadas para fines de procesamiento estadístico.

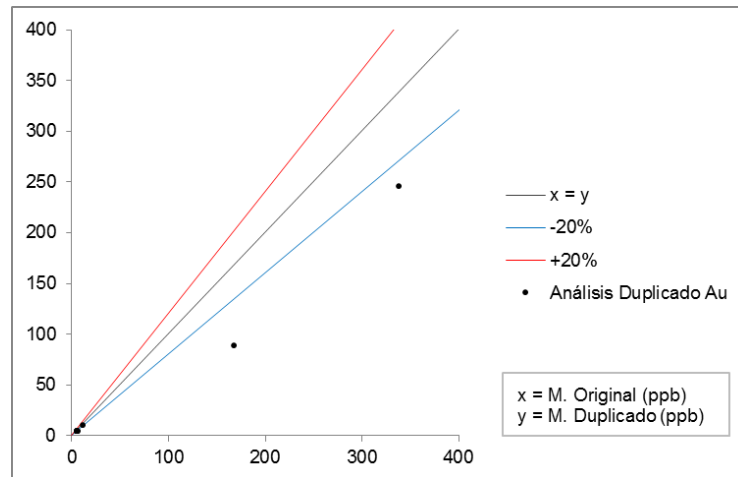


Figura 6.19. Análisis duplicado Au (ppb).

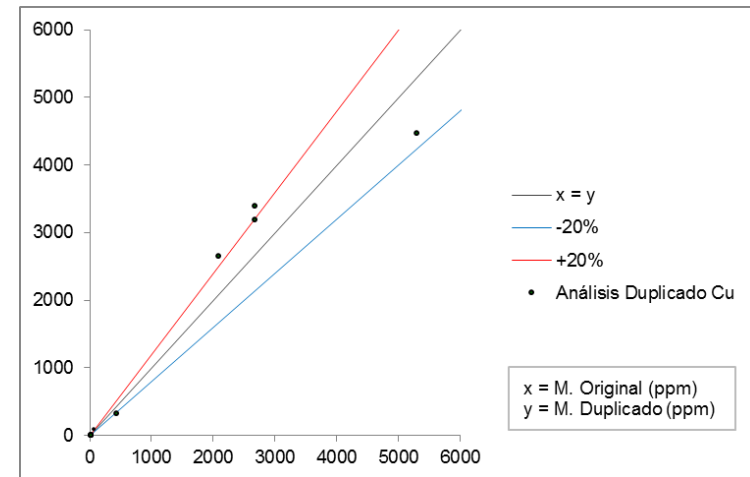


Figura 6.20. Análisis duplicado Cu (ppm).

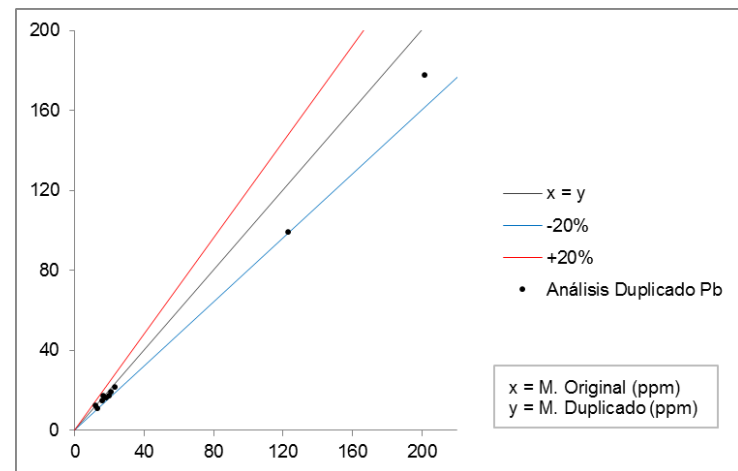


Figura 6.21. Análisis duplicado Pb (ppm).

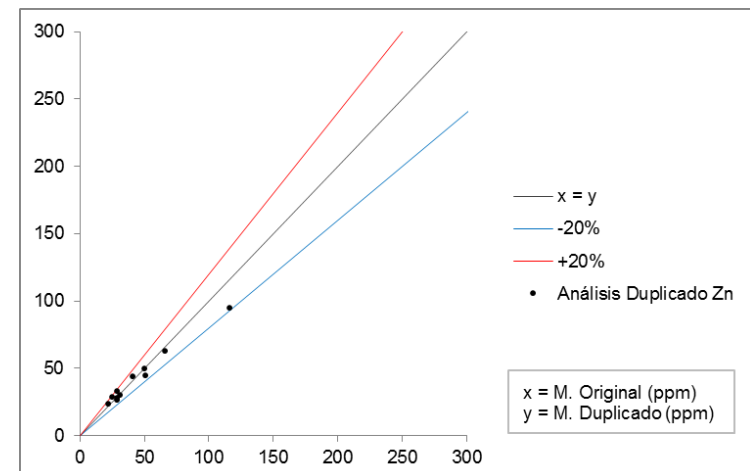
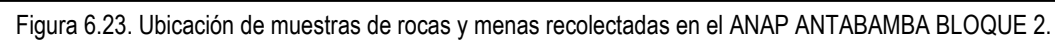


Figura 6.22. Análisis duplicado Zn (ppm).



6.2.4. Procesamiento geoquímico de rocas y estructuras

Para este presente estudio, del total de muestras analizadas (416) se ha considerado 402 datos que corresponden a resultados analíticos de muestras de rocas y estructuras vetiformes que se han recolectado dentro del límite del ANAP y zonas adyacentes no mayor a 400 metros fuera del área. En ese sentido, 266 datos corresponden a muestras de esquirlas de roca y 136 a muestras de menas (vetas), bajo esa premisa se procesó estadísticamente solo de rocas y más no de las estructuras vetiformes por que muestran una tendencia irregular.

Debido a que en el área del ANAP afloran rocas intrusivas de naturaleza diorítica, granodiorítica, cuarzo monzodiorita, cuarzo monzonita y pórfido dacítico, se prosigue a agrupar en una sola población.

6.2.4.1. Población intrusiva

El estudio del ANAP está orientado a la búsqueda de depósitos de cobre, por lo que los elementos que han sido tomados en cuenta para el análisis estadístico de datos son aquellos que presentan una importancia como indicadores de este tipo de depósito. Estos elementos corresponden a Au, Ag, Bi, Cu, Mo, Pb, W, Zn, entre otros (Tabla 6.9).

Tabla 6.9. Elementos importantes mostrando valores de fondo, valores de umbral, rangos, nivel de anomalía y número de muestras anómalas en rocas.

Elemento	Valor Fondo	Umbral	Rango de Anomalías	Valor máximo	Nivel Anomalía	Nº Muestras Anómalas
Au (ppb)	10	30	30 - 60 60 - 90 90 - 120 > 120	465	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	4 muestras 2 muestras - 3 muestras
Ag (ppm)	0.5	1	1 - 2 2.1 - 3 3.1 - 4 > 4	8.48	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	9 muestras 3 muestras 4 muestras 1 muestra
As (ppm)	15	25	25 - 50 50 - 75 75 - 100 > 100	54	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	4 muestras 1 muestra - -
Bi (ppm)	4	8	8 - 16 16 - 24 24 - 32 > 32	182.7	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	7 muestras 1 muestra 1 muestra 2 muestras
Cu (ppm)	50	100	100 - 200 200 - 300 300 - 400 > 400	3756	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	13 muestras 10 muestras 16 muestras 46 muestras
Mo (ppm)	8	15	15 - 30 30 - 45 45 - 60 > 60	490.7	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	7 muestras 3 muestras 5 muestras 3 muestras
Pb (ppm)	28	50	50 - 100 100 - 150 150 - 200 > 200	173.3	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	2 muestras 3 muestras 1 muestra -
W (ppm)	9	15	15 - 30 30 - 45 45 - 60 > 60	157.7	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	12 muestras 5 muestras 6 muestras 4 muestras
Zn (ppm)	60	90	90 - 180 180 - 270 270 - 360 > 360	2970	Débil Moderado Fuerte Muy fuerte	6 muestras 1 muestra - 2 muestras

6.2.4.2. Coeficiente de correlación

Se analiza las correlaciones entre los diferentes elementos guías. Los datos son transformados a logaritmo y luego es calculada la Matriz de Correlación de Pearson. En este caso se aplicó a datos que corresponden a 266 muestras de roca y 136 muestras de estructuras.

Los rangos de nivel de correlación se consideró de la siguiente forma; los valores de 0.2 a 0.4 es regular, los de 0.4 a 0.6 es buena y mayores a > 0.6 es alta (tomado de Suni, R., 1998).

Coeficiente de correlación en rocas

En la tabla 6.10, se puede mostrar los elementos correlacionables en rocas y se interpreta lo siguiente: se ha definido que el 2% del total de datos (266) representa alta correlación (> 0.6), dado por Cu-Ag, Cd-Zn-Sb (Pb) y Bi-Fe, seguida de correlación buena (0.4 – 0.6) que representa el 3.7%, tal es el caso de Cu-W, Mn-Co, Zn-Pb-As-Cd-Sb y Co-Ni y el resto del porcentaje corresponden a valores de correlación regular donde destaca Mo-W y otros como correlación nula y negativo.

Tabla 6.10. Coeficiente de correlación de rocas intrusivas.

	Au_ppb	Cr_ppm	Cu_ppm	Fe_%	Mn_ppm	Zn_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Cd_ppm	Co_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	Sb_ppm	W_ppm
Au_ppb	1.00															
Cr_ppm	0.12	1.00														
Cu_ppm	0.12	-0.11	1.00													
Fe_%	0.00	0.07	0.00	1.00												
Mn_ppm	0.03	0.02	-0.02	0.10	1.00											
Zn_ppm	0.00	-0.07	0.30	-0.01	0.07	1.00										
Ag_ppm	0.10	-0.18	0.65	0.06	-0.03	0.28	1.00									
As_ppm	0.01	-0.01	0.12	0.20	0.06	0.54	0.22	1.00								
Bi_ppm	0.00	-0.01	0.03	0.82	-0.06	-0.02	0.11	0.18	1.00							
Cd_ppm	-0.01	-0.08	0.30	-0.02	0.04	0.93	0.30	0.45	-0.01	1.00						
Co_ppm	0.02	0.22	0.17	0.28	0.42	0.00	0.05	0.06	-0.04	-0.02	1.00					
Mo_ppm	0.00	0.00	0.30	0.00	-0.01	-0.01	0.08	0.00	0.00	0.08	0.08	1.00				
Ni_ppm	-0.01	0.37	0.19	0.01	0.33	-0.05	-0.04	-0.16	-0.17	-0.04	0.51	0.08	1.00			
Pb_ppm	0.01	-0.12	0.17	0.00	-0.08	0.56	0.32	0.43	0.11	0.59	-0.08	0.02	-0.11	1.00		
Sb_ppm	0.02	-0.13	0.33	0.01	0.04	0.94	0.31	0.55	0.04	0.80	-0.01	0.00	-0.10	0.55	1.00	
W_ppm	-0.01	-0.07	0.51	0.05	-0.04	-0.03	0.18	-0.06	0.04	-0.01	0.09	0.25	0.12	-0.02	0.01	1.00

Rangos		
Regular	0.2 - 0.4	
Buena	0.4 - 0.6	
Alta	> 0.6	

Coeficiente de correlación en estructuras

En la tabla 6.12, se explica que el 8.8% del total de datos (136) muestran correlación alta (> 0.6), tales como Cu-Ag, Zn-Ag-As-Cd-Sb y Co-Ni. Los de correlación buena (0.4 - 0.6) corresponde al 9.55% del total, está dado por Au-Fe, Cu-Fe, Cu-As-Cd-Sb, Fe-Ag-Co, Zn-Pb-Ag-As, Pb-Sb, Cr-Ni y Bi-Ni y los 81.65% restantes corresponden a niveles de correlación regular, nula y negativo.

Tabla 6.11. Coeficiente de correlación de estructuras vetiformes.

	Au_ppb	Cr_ppm	Cu_ppm	Fe_%	Mn_ppm	Zn_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Bi_ppm	Cd_ppm	Co_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	Pb_ppm	Sb_ppm	W_ppm
Au_ppb	1.00															
Cr_ppm	0.19	1.00														
Cu_ppm	0.09	0.01	1.00													
Fe_%	0.42	0.13	0.57	1.00												
Mn_ppm	-0.05	-0.17	0.05	-0.06	1.00											
Zn_ppm	-0.04	-0.21	0.40	0.08	0.31	1.00										
Ag_ppm	0.09	-0.09	0.71	0.45	0.02	0.64	1.00									
As_ppm	-0.01	-0.09	0.53	0.23	0.09	0.75	0.76	1.00								
Bi_ppm	0.27	0.20	0.29	0.29	-0.01	0.03	0.25	0.11	1.00							
Cd_ppm	-0.02	-0.10	0.51	0.14	0.16	0.90	0.69	0.89	0.07	1.00						
Co_ppm	0.34	0.19	0.28	0.59	-0.03	-0.09	0.10	-0.02	0.30	-0.05	1.00					
Mo_ppm	-0.01	0.19	0.04	0.01	-0.04	-0.03	0.03	-0.02	-0.02	0.05	-0.02	1.00				
Ni_ppm	0.31	0.43	0.15	0.28	0.13	-0.16	-0.09	-0.12	0.52	-0.10	0.63	0.04	1.00			
Pb_ppm	0.00	-0.23	0.17	0.05	0.09	0.53	0.58	0.41	0.10	0.36	-0.09	-0.03	-0.22	1.00		
Sb_ppm	-0.02	-0.13	0.50	0.18	0.10	0.80	0.78	0.98	0.08	0.90	-0.06	-0.02	-0.16	0.46	1.00	
W_ppm	-0.01	0.07	-0.01	-0.05	-0.02	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	-0.01	-0.02	0.00	0.10	-0.05	-0.03	1.00

Rangos		
Regular		0.2 - 0.4
Buena		0.4 - 0.6
Alta		> 0.6

6.2.5. Distribución geoquímica de rocas y estructuras

La concentración de valores anómalos en rocas y menas se encuentran en proporción con la cantidad de muestras recolectadas en cada área prospectiva, por lo mismo que la mayoría de ellos corresponde a valores altos en el área de Yahualja, seguido por el área Aysacocha-Huamansalcca y en menor proporción en el área Pucacaullo-Queuñapujro. Líneas abajo se explican la distribución de los elementos más importantes.

6.2.5.1. Oro

En rocas: Se tiene 203 muestras que tienen valores por debajo del límite de detección < 5 ppb, que representa el 76.3% del total. Por lo tanto la media poblacional se encuentra entre los rangos de > 5 ppb a ≤ 50 ppb, lo que representa el 21.4% de los valores. Se demuestra que solamente se tiene valores altos muy puntuales con respecto al valor umbral (30 ppb). Por ejemplo, se tiene 455 ppb en la muestra ANTAB2-003 ubicada en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca, 187 ppb y 465 ppb en las muestras ANTAB2-393 y ANTAB2-242 ubicadas en el área de Yahualja, hacia los sectores oeste y este respectivamente. En el área prospectiva (target) Pucacaullo-Queuñapujro no se tiene ningún valor anómalo. Ver mapa en Anexo V.1.

En estructuras: Los valores anómalos de oro en vetas alcanzan niveles de mena, donde se registran valores altos en cada área prospectiva; por ejemplo en Aysacocha-Huamansalcca se tiene 11.82 ppm Au en la muestra ANTAB2-099, en Yahualja se tiene

81.9 ppm Au en la muestra ANTAB2-207 y en Queuñapujro se tiene 6.37 ppm Au en la muestra ANTAB2-455. Ver mapa en Anexo V.9.

6.2.5.2. Plata

En rocas: La distribución de la plata en las muestras de la población intrusiva está en el rango de 0.02 a 8.48 ppm, con una distribución Log Normal de todos sus valores, por lo que podemos definir que el valor umbral (*threshold*) corresponde a 1 ppm y los que se encuentran mayor a este, representan el 6% del total de muestras. Asimismo, en cada área prospectiva destacan valores máximos: en Aysacocha-Huamansalcca se tiene 3.3 ppm Ag en la muestra ANTAB2-089, en Yahualja hacia el oeste se tiene 2.67 ppm Ag en la muestra ANTAB2-393 y en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene 8.48 ppm Ag en la muestra ANTAB2-408. Ver mapa en Anexo V.2.

En estructuras: La distribución de la plata en vetas alcanzan niveles de mena, como se puede verificar en las tres áreas prospectivas; por ejemplo: en Aysacocha-Huamansalcca se tiene un valor máximo de 67 ppm Ag en la muestra ANTAB2-008, sin embargo es en Yahualja donde se se tienen valores máximos, que van desde 31 ppm Ag (muestra ANTAB2-207) hasta los 330 ppm Ag (muestra ANTAB2-356). Por otra parte en Pucacaullo-Queuñapujro se registra un valor máximo de 14 ppm Ag. Ver mapa en Anexo V.10.

6.2.5.3. Bismuto

En rocas: La distribución de bismuto en rocas intrusivas se encuentra en el rango de 0.04 a 182.7 ppm, con una distribución Log Normal de todos sus valores, por lo que podemos definir que el valor de fondo es 4 ppm y los que superan este valor son 20 muestras que representa el 7.5% del total. En las tres áreas prospectivas se han registrado estos valores altos; en Aysacocha-Huamansalcca se tiene 27.8 ppm en la muestra ANTAB2-048, en Yahualja se tiene 182.7 ppm Bi en la muestra ANTAB2-197 y en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene 145.3 ppm Bi en la muestra ANTAB2-449. Ver mapa en Anexo V.3.

En estructuras: La distribución de bismuto en vetas destacan valores máximos en las áreas prospectivas del ANAP, por ejemplo: en Aysacocha-Huamansalcca se ha reportado un valor de 611.4 ppm Bi en la muestra ANTAB2-099, en Yahualja se tiene 2774 ppm Bi en la muestra ANTAB2-249 y en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene 147 ppm Bi en la muestra ANTAB2-447, relacionada a la brecha intrusiva de Puchungo. Ver mapa en Anexo V.11.

6.2.5.4. Cobre

En rocas: La distribución de cobre en las muestras de la población de rocas intrusivas está en el rango de 3.9 a 3756 ppm, con una distribución Log Normal de todos sus valores. La mayor población de valores se encuentra dentro de los rango de 3.9 a 50 ppm, lo cual representa el 58.3% de esta. Por lo que podemos distinguir que la media poblacional intrusiva posee un valor de 50 ppm.

En consecuencia, nos permitimos definir que el 41.7% de datos analíticos corresponden a valores que se encuentran sobre el valor de fondo (background), es decir que dentro de este conjunto, existen anomalías geoquímicas muy significantes. Por ejemplo, en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca se tiene un valor máximo de 1116 ppm (muestra ANTAB2-088), en Yahualja un valor máximo de 3521 ppm (ANTAB2-393), mientras que en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene un valor máximo de 3756 ppm (muestra ANTAB2-408). Los valores máximos en estas muestras, están asociadas principalmente a mineralización de venillas de calcopirita, en la granodiorita y cuarzo monzonita con alteración propilítica de tipo clorita – epidota $\pm$ sericita. Ver mapa en Anexo V.4.

En estructuras: La distribución de cobre en las vetas que se emplazan dentro del límite del área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca, alcanzan niveles de mena, donde cinco estructuras principales muestran lo siguiente; en la muestra ANTAB2-138 con 1% Cu, en ANTAB2-099 con 1.5% Cu, en ANTAB2-002 con 1.6% Cu, en ANTAB2-139 con 2.9% Cu y en ANTAB2-008 con 6.7% Cu. Otros valores máximos se dan en el área de Yahualja, que alcanzan 5.76% Cu en la muestra ANTAB2-356 y 2% Cu en las muestras ANTAB2-217, ANTAB2-249 y ANTAB2-375 respectivamente y en Pucacaullo-Queuñapujro, se tiene un valor máximo de 1.03% Cu en la muestra ANTAB2-403. Ver mapa en Anexo V.12.

6.2.5.5. Molibdeno

En rocas: La distribución de molibdeno en las rocas intrusivas esta en el rango de 0.33 a 490.7 ppm, con una distribución Log Normal de todos sus valores. Para este elemento se define un valor umbral de 15 ppm y los valores que superan a este, corresponden a 21 muestras que representa el 7.9% del total. Los valores máximos de molibdeno en las tres áreas prospectivas son los siguientes; en Aysacocha-Huamansalcca hacia el extremo sureste se tiene 187.4 ppm Mo en la muestra ANTAB2-124, en Yahualja se tiene 490.7

ppm Mo en la muestra ANTAB2-206 y en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene 31.82 ppm Mo en la muestra ANTAB2-436. Ver mapa en Anexo V.5.

En estructuras: La distribución de molibdeno en vetas muestran valores máximos en cada área; por ejemplo, en Aysacocha-Huamansalcca se tiene 152.82 ppm Mo en la muestra ANTAB2-115, en Yahualja hacia el extremo este se tiene 1.01% Mo en la muestra ANTAB2-108 y en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene 252.58 ppm Mo en la muestra ANTAB2-433. Ver mapa en Anexo V.13.

6.2.5.6. Plomo

En rocas: La distribución de plomo en las rocas intrusivas están en el rango de 2.6 a 173.3 ppm y algunos valores son puntuales, por lo que la mayor población de valores se encuentran por debajo del valor de fondo “*background*” que representa el 75.6% del total de muestras. Asimismo, solamente 5 muestras superan el valor umbral (52 ppm), estas se ubican en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca con 80.7 ppm Pb en la muestra ANTAB2-048 y en Yahualja con valores de 89.5 ppm, 113.9 ppm, 144.9 ppm y 173.3 ppm en las muestras ANTAB2-328, ANTAB2-324, ANTAB2-370 y ANTAB2-276, respectivamente. Ver mapa en Anexo V.6.

En estructuras: En las vetas, el plomo se distribuye en cada área mostrando los valores más altos; por ejemplo, en Yahualja hacia el oeste se tienen los valores máximos que van desde 1017 ppm (muestra ANTAB2-321) hasta 3961 ppm Pb (muestra ANTAB2-354), en Aysacocha-Huamansalcca se tiene 782.7 ppm Pb en la muestra ANTAB2-002 y en Pucacaullo-Queuñapujro se tiene 157.2 ppm Pb en la muestra ANTAB2-404. Ver mapa en Anexo V.14.

6.2.5.7. Zinc

En rocas: La distribución de zinc al igual que el plomo, la mayor población de valores se encuentran por debajo del valor de fondo que es 60 ppm, esto representa el 82.2% del total de muestras y, solamente 9 muestras superan el valor umbral (90 ppm), todas ellas corresponden al “Target” Yahualja, y tienen valores que van desde 93 ppm (muestra ANTAB2-214) hasta 2970 ppm (muestra ANTAB2-370). Ver mapa en Anexo V.7.

En estructuras: Son puntuales los valores de zinc en las vetas, se tiene los valores máximos en el lado oeste del área prospectiva Yahualja, estos corresponden a 999 ppm en la muestra ANTAB2-372, 1027 ppm en la muestra ANTAB2-359, 1284 ppm en

ANTAB2-154 y 2286 ppm en ANTAB2-356. Ver mapa en Anexo V.15.

6.2.5.8. Arsénico

En la población de las rocas intrusivas, el arsénico muestra que el 97.4% corresponden a valores por debajo del background (valor de fondo = 15 ppm), por lo que su distribución es irregular. Mientras que en las estructuras vetiformes, el arsénico solamente muestra un valor significativo, corresponde a la muestra ANTAB2-356 con 3942 ppm y se ubica en el sector oeste del área prospectiva Yahualja.

6.2.5.9. Wolframio

La distribución del wolframio en las rocas intrusivas está en el rango de 0.2 a 157.7 ppm con una distribución Log Normal de todos sus valores. Solamente el 10% de muestras son mayores al valor umbral (15 ppm). Los valores con anomalías muy fuertes (> 60 ppm) se ubican principalmente en el área prospectiva Yahualja; 60.5 ppm en la muestra ANTAB2-286, 60.6 ppm en la muestra ANTAB2-363, 95.1 ppm en ANTAB2-376 y 157.7 ppm en la muestra ANTAB2-233. Mientras que la distribución de wolframio en vetas es apenas puntual, donde, se tiene 865.3 ppm W registrado en la muestra ANTAB2-115, ubicada en el sector sur del área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca.

6.2.6. Interpretación geoquímica de rocas

Las anomalías geoquímicas corresponden a muestras obtenidas en zonas de alteración y mineralización que se desarrollan en las rocas intrusivas del ANAP.

En Rocas:

El valor de umbral o "*threshold*" en rocas que se obtuvieron con un muestreo sistemático simple son; para el Au = 30 ppb, Ag = 1 ppm, Bi = 8 ppm, Cu = 100 ppm, Mo = 15 ppm, Pb = 50 ppm, W = 15 ppm y Zn = 90 ppm. Para una mejor presentación, en la tabla 6.12 se puede observar un resumen de las anomalías geoquímicas.

Área Prospectiva (Target) Aysacocha-Huamansalcca

Hacia el sector sur las anomalías de Cu-Mo se muestran puntualmente, muchas de ellas se restringen a venillas de calcopirita con óxidos de hierro y a la alteración propilítica, asimismo estas anomalías corresponderían a halos lejanos del sistema de Vetas Huamansalcca que a su vez están controlados por la falla Tinajaya y lineamiento NO-SE.

Similarmente se denota en la parte central y norte de esta área, donde se tiene anomalías de Cu-Ag con Zn-Au subordinados esparcidas puntualmente, estas se relacionan principalmente a la alteración propilítica con parches y venillas de calcopirita, controladas por la intersección de las fallas Aysacocha y Pilpinto que habrían servido como conductos de fluidos hidrotermales derivados de un cuerpo en profundidad. Pero lo que llama la atención es la presencia de la anomalía de Wolframio que se encuentra a lo largo de la falla Aysacocha, lo que nos permitiría sugerir la presencia de intrusivos más diferenciados en los sistemas de mineralización porfídica, ya que este elemento se presenta en la etapa final de la cristalización magmática.

Área Prospectiva (Target) Yahualja

Se distinguen tres sectores diferentes, hacia el sur, la persistencia de la anomalía de Cu-Mo con Ag puntualmente, nos orientaría a un foco central de un sistema porfídico, con mineralización diseminada de Cu en profundidad, sin duda esto sustentado por la presencia de venillas de calcopirita con cuarzo en una franja de 400x1000m en sentido NO-SE, esta anomalía se manifiesta en el contacto de la granodiorita con la cuarzo monzonita relacionada a la intersección de las fallas Yahualja y Chaupimonte. Asimismo, la presencia de W lo hace mucho más relevante por lo mencionado anteriormente. Por otro lado, hacia el este se tienen anomalías de Cu que se restringen a la falla Apacheta. Hacia el sector norte de Yahualja se presentan anomalías de Cu y puntualmente W, Au y Zn, esto obedece a la intersección de la falla Marcapata con el lineamiento N-S, donde se manifiestan esporádicamente venillas de óxidos de hierro, trazas de calcopirita y malaquita, asociadas con la alteración propilítica en la roca granodiorítica. Mientras que hacia el sector oeste del área, también se manifiestan anomalías en Cu, Au y Zn, pero lo que si llama la atención es que hacia el extremo oeste, en la muestra ANTAB2-393 existe alta asociación en Cu-Au, el Cu con 3521 ppm y el Au con 187 ppb, las mismas que corresponden a mineralización de venillas de calcopirita y malaquita en fracturas del intrusivo cuarzo monzodiorítico con alteración propilítica moderada.

Área Prospectiva (Target) Pucacaullo-Queuñapujro

Se distingue dos anomalías, la primera en Cu-Ag con Bi subordinado, asociada a mineralización de malaquita en fracturas del intrusivo granodiorítico y a diques dacíticos y la segunda, corresponde a la anomalía de Mo con 31.82 ppm identificada en el intrusivo

dacítico. Estos, se restringen a lineamientos NO-SE y NE-SO.

El resumen de estas anomalías geoquímicas de rocas se puede observar en el Anexo V.8.

Tabla 6.12. Resumen de las anomalías geoquímicas en rocas del ANAP Antabamba
Bloque 2.

Elemento	Rangos Anomalías	Nivel Anomalía	N° Muestras Anómalas	Targets				
				Pucacaullo-Queuñaupujro	Aysacocha-Huamansalcca	Yahualja		
				NO	NE	Oeste	Central norte	Central sur
Au (ppb)	30 - 60	Débil	4 muestras				x	x
	60 - 90	Moderado	2 muestras					x
	90 - 120	Fuerte	-					
	> 120	Muy fuerte	3 muestras		x	x		
Ag (ppm)	1 - 2	Débil	9 muestras	x	x			x
	2.1 - 3	Moderado	3 muestras			x		x
	3.1 - 4	Fuerte	4 muestras		x	x		
	> 4	Muy fuerte	1 muestra	x				
Bi (ppm)	8 - 16	Débil	7 muestras		x	x	x	x
	16 - 24	Moderado	1 muestra				x	
	24 - 32	Fuerte	1 muestra		x			
	> 32	Muy fuerte	2 muestras	x			x	
Cu (ppm)	100 - 200	Débil	13 muestras	x	x		x	x
	200 - 300	Moderado	10 muestras		x		x	x
	300 - 400	Fuerte	16 muestras	x	x	x	x	x
	> 400	Muy fuerte	46 muestras	x	x	x	x	x
Mo (ppm)	15 - 30	Débil	7 muestras		x			x
	30 - 45	Moderado	3 muestras					x
	45 - 60	Fuerte	5 muestras		x			x
	> 60	Muy fuerte	3 muestras		x			x
Pb (ppm)	50 - 100	Débil	2 muestras		x			
	100 - 150	Moderado	3 muestras			x		x
	150 - 200	Fuerte	1 muestra					x
	> 200	Muy fuerte	-					
W (ppm)	15 - 30	Débil	12 muestras		x		x	x
	30 - 45	Moderado	5 muestras		x			x
	45 - 60	Fuerte	6 muestras					x
	> 60	Muy fuerte	4 muestras					x
Zn (ppm)	90 - 180	Débil	6 muestras			x	x	x
	180 - 270	Moderado	1 muestra					x
	270 - 360	Fuerte	-					
	> 360	Muy fuerte	2 muestras			x		x

6.2.7. Interpretación geoquímica de estructuras

Si nos centramos en el modelo de alteración y mineralización de Lowell y Guilbert (1970) en su clásico trabajo sobre pórfidos cupríferos, ellos establecieron que la distribución de los sulfuros cambia hacia arriba y hacia la periferia con respecto al cuerpo intrusivo mineralizador, desde una diseminación en su núcleo, hacia microvenillas, venas y finalmente vetas en los bordes extremos (Figura 6.24). En ese sentido, tomamos con mucho interés este contexto, ya que el área del ANAP Antabamba Bloque 2 se encuentra dentro del Batolito Andahuaylas-Yauri, considerado como un metalotecto para depósitos tipo pórfidos de cobre.

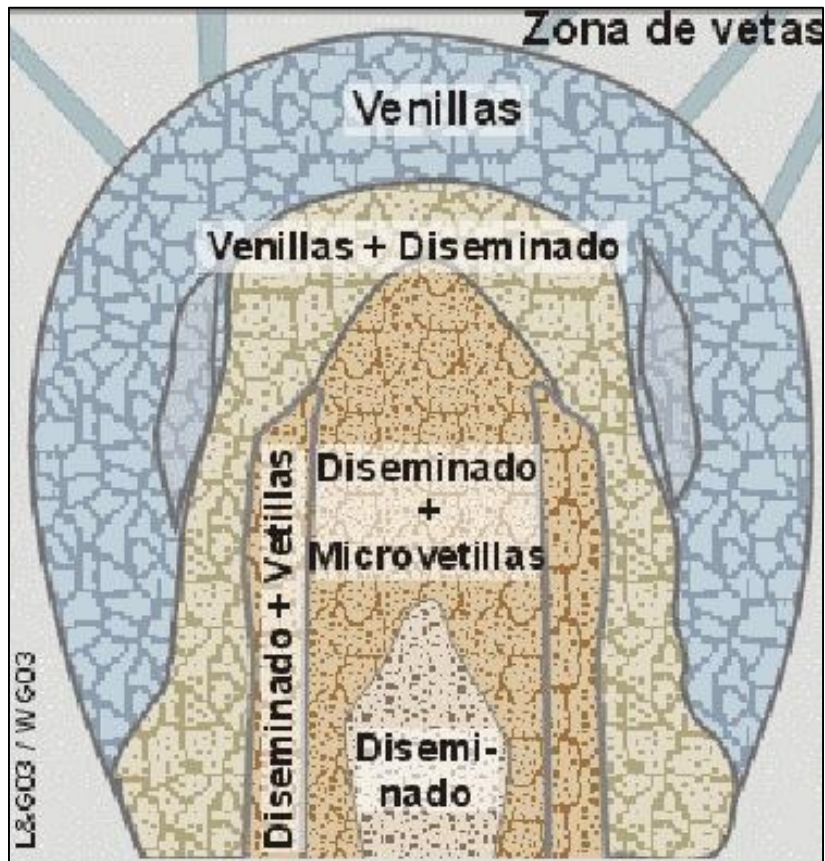


Figura 6.24. Zona de alteración y mineralización según Lowell y Guilbert, 1970.

Bajo esta premisa tomamos en consideración las anomalías geoquímicas de las vetas emplazadas en el ANAP; por ejemplo en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca corresponden a vetas mesotermales con firma geoquímica en Cu-Au-Ag-Bi (Vetas Aysacocha y Huamansalcca), estas estructuras están relacionadas a un sistema hidrotermal tipo pórfido en profundidad con un fuerte control estructural de las fallas Aysacocha y Pilpinto, tal como se corrobora en los reportes geofísicos.

Similarmente, hacia el sector este del área prospectiva Yahualja se evidencia una mineralización de Cu-Au-Ag-Bi (Vetas Apachetay Minasjata), hacia el oeste se muestra una mineralización de Ag-Cu-Pb-Zn (As-Sb) (Vetas Azullccaca y Masatajra) característico de una firma geoquímica polimetálica, asimismo la presencia muy puntual de As esta probablemente relacionada a un sistema epitermal y como elemento guía para vetas auríferas. De manera puntual, hacia el extremo este de Yahualja se manifiesta una veta con mineralización en Mo-Cu, con un valor de 1.01% Mo y 0.68% Cu.

La evidencia y la diferenciación con respecto a la zonación de estas anomalías geoquímicas en las vetas, demuestra que existieron bloques estructurales que después fueron erosionados dejando rastros metálicos corroborados con la altitud en las que se identificaron superficialmente. Por lo que hacia el sector oeste del área propectiva Yahualja, se tendría una zona intermedia (presencia de Pb-Zn) de un sistema hidrotermal aún no expuesto.

En el área prospectiva Pucacaullo-Queuñapujro la firma geoquímica persiste en una mineralización de Cu-Ag-(Mo-Au) sin presencia en Pb-Zn.

El resumen de estas anomalías se puede observar en el Anexo V.16.

VII. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

7.1. MÉTODOS GEOFÍSICOS

7.1.1. Métodos de polarización inducida

La técnica de polarización inducida (IP/RES) en dominio de tiempo consiste en emitir energía a la superficie del terreno con un pulso de onda cuadrada alternando a través de un par de electrodos. En la mayoría de estos levantamientos como este, las medidas de IP/RES son hechas en una malla de regular tamaño con un buen número de estaciones a lo largo de las líneas. Sumner, J. S. (1976), describe el uso de un equipo transmisor que emite pulsos de corriente al terreno a través de los electrodos (Tx) y a su vez se interrumpe de manera simultánea esta corriente, el voltaje observado en la superficie del terreno no cae inmediatamente a cero, entonces este efecto de IP es medido como una disminución del voltaje (caída de la curva). Desafortunadamente, existen otros tipos de rocas y materiales que incrementan el efecto del IP, entre estas, rocas con grafito, arcillas y algunas rocas metamórficas (serpentinita). Entonces desde un punto de vista geológico, las respuestas del IP no se pueden interpretar de manera única, es así considerando esto, a los estudios geofísicos serán siempre necesario adjuntar otro tipo de información/datos para poder realizar una interpretación apropiada. La resistividad aparente del terreno es calculado de la corriente de entrada y el voltaje primario medido.

La configuración normal de IP/RES, consiste en un arreglo en el receptor que se establece de inicio a fin a lo largo de la línea mientras que dos electrodos de corriente son ubicados en el área, el primer electrodo de corriente estaría ubicado al inicio de la línea, exactamente una estación con anterioridad a nuestros electrodos de recepción y el segundo ubicado lo suficientemente alejado de nuestro área de estudio (Tx infinito), con el propósito de no generar ruido en nuestra adquisición. La adquisición generalmente se inicia en uno de los extremos de la línea y prosigue hasta el final de la misma. En las campañas de IP/RES se empleó la configuración 3D offset polo-dipolo usando 10 canales espaciados cada 100 m. En algunas áreas estos espacios fueron modificados para compensar la falta de accesos y/o mejorar el contacto entre el electrodo de recepción y el terreno.

7.1.2. Método de magnetometría

Los estudios de magnetometría terrestre tienen la meta de medir la variación espacial en la intensidad del campo magnético total de la tierra para la identificación de zonas con susceptibilidades magnéticas anómalas dentro de la escala del área estudiada. Los métodos magnéticos y gravimétricos tienen mucho en común, pero en general el magnético es más complejo. Parcialmente debido a la diferencia entre el campo magnético dipolar y el campo gravimétrico monopolar, causado por la variación en la dirección del campo magnético donde el campo gravitatorio esta siempre en la dirección vertical debido a la dependencia en el tiempo del campo magnético comparado con el campo gravitatorio que es invariable en relación al tiempo (ignorando pequeñas variaciones de marea). Usualmente en un mapa gravimétrico es dominado por efectos regionales, en un mapa magnético generalmente muestra un sin número de anomalías locales, Telford W. M., (1990). Estas medidas de la intensidad del campo magnético son realizadas de manera fácil y de bajo costo comparado a otros métodos geofísicos. Las variaciones del campo magnético son a menudo diagnosticadas a estructuras mineralizadas así como a estructuras regionales siendo el método más versátil dentro de las técnicas de prospección geofísica.

Las variaciones temporales en el campo magnético son medidas en un punto fijo. Dado que las variaciones temporales son, en una buena aproximación, constantes en toda el área del estudio, la variación desde un valor constante o “datum”, permite la corrección de mediciones en otros puntos (los medidos) para remover este efecto dejando solamente las variaciones espaciales.

7.2. TRABAJOS DE CAMPO E INSTRUMENTACIÓN

Los trabajos de campo en el ANAP Antabamba Bloque 2 se desarrolló en cuatro campañas geofísicas, la primera entre el 24 de octubre al 06 de noviembre del 2014, la segunda entre 17 de abril al 10 de mayo del 2015, la tercera entre el 15 de agosto al 08 de septiembre del 2015 y la cuarta entre el 22 de septiembre al 16 de octubre del 2015.

Se empleó los métodos de Polarización Inducida, IP3D y Magnetometría, MAG. Estos trabajos de prospección están orientados a conocer las características físicas de las rocas y minerales en profundidad. En los estudios geofísicos se ha tenido una cobertura de 29.7 km lineales para el IP3D y de 112.6 km lineales para Magnetometría. Las Tablas de cobertura de los métodos así mismo la descripción de

las especificaciones técnicas de los instrumentos son descritos en el Anexo II.

Estos estudios de prospección geofísica participaron los siguientes profesionales; Ing. Gastón Ronald Yupa Paredes, Ing. Darwin Calla Pilco, Bach. Carlos Valencia Miraval, Bach. José Guainazzo Santi y el practicante José Huilca Chuctaya.

Los trabajos de IP3D se desarrollaron en tres campañas utilizándose la metodología de White R.M.S., Collins S. y Loke M.H. (2003), el arreglo “offset” polo-dipolo 3D que fue implementado usando electrodos denominados “potenciales de recepción o Rx” los que usaron 10 cables conductores de señal, configurados con un dipolo de 100m (distancia entre potenciales) y separados entre líneas de recepción a unos 500 m, estos electrodos consistieron en varillas de acero de 3/8" con una longitud aproximada de 0.5m. Los electrodos de emisión denominados de “corriente o Tx” usados en cada estación a lo largo de las líneas de transmisión separadas 500 m entre sí. Esta emisión de energía consistió en el uso de 5 varillas de acero de 5/8" de 1 m de longitud aproximada colocada cada 100 m a lo largo de cada estación desde su inicio hasta el final de la línea de transmisión. Dentro de los instrumentos usados fueron: un Transmisor GDD TxII 5000W y un Receptor GDD GRx8-32.

Los trabajos de prospección magnética fueron llevados a cabo en cuatro campañas. Los instrumentos usados fueron dos magnetómetros de precisión GEM systems GSW-19W Overhauser, recorriendo las mismas líneas usadas en la adquisición de datos de IP3D. Las lecturas del GPS diferencial y de la intensidad del campo magnético fueron tomadas cada 2 segundos y su sistema “Datum” de adquisición fue en WGS84 zona 18 sur.

En la Figura 7.1 se observa la distribución de las líneas IP3D, las mismas que sirvieron para realizar el levantamiento magnético. En la adquisición de IP3D se utilizó un arreglo “offset” polo dipolo 3D que consta en la ubicación de líneas de transmisión (TX) y líneas de recepción (Rx). Estas líneas de IP3D tuvieron una variación longitudinal que va entre 1-9 km – 3 km, con los que se obtuvo información alrededor de los 450 m de profundidad.

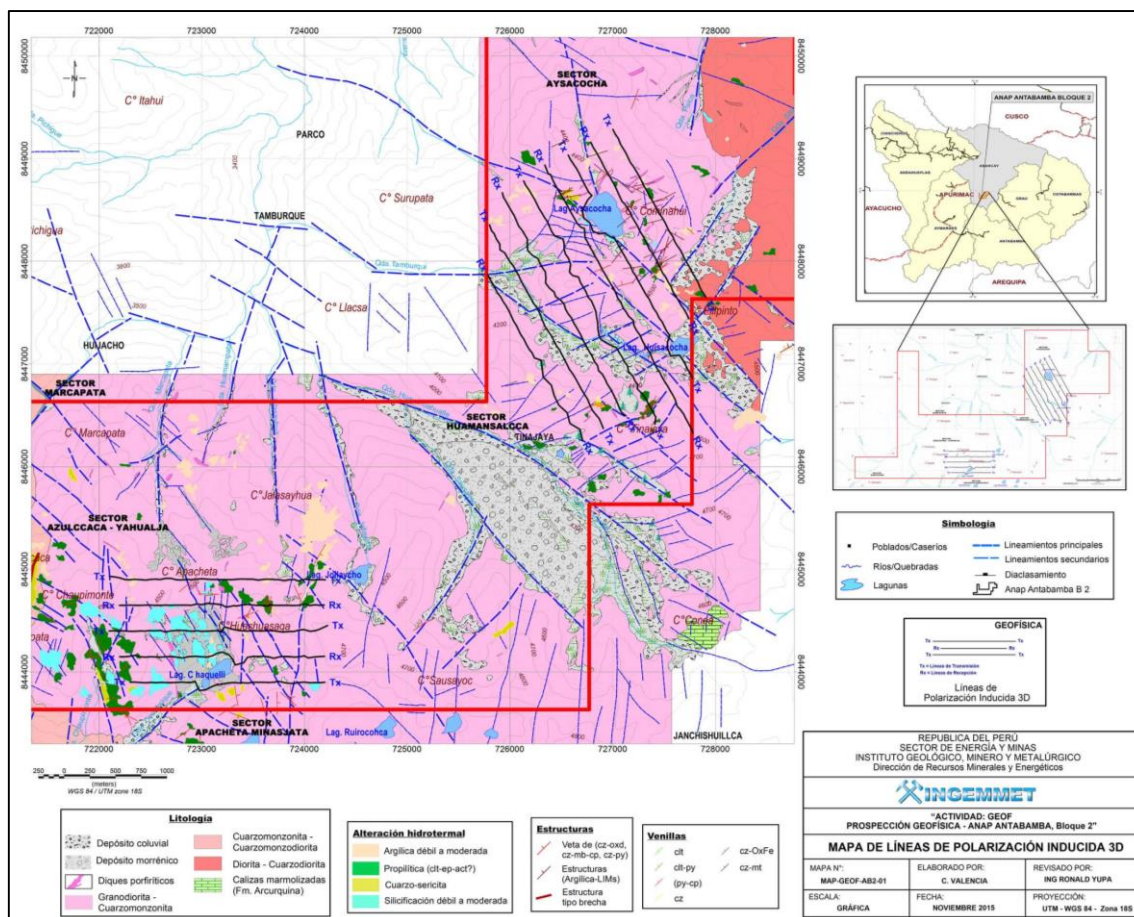


Figura 7.1. Mapa de ubicación de las líneas de prospección geofísica por los métodos de polarización inducida IP3D y magnética.

7.3. PROCESAMIENTO DE DATOS

7.3.1. Procesamiento de datos de polarización inducida

7.3.1.1. Compilación de datos

La base de datos fue compilada en una carpeta y el control de calidad fue realizado para verificar las curvas de caídas de voltaje y sus parámetros. Después de una inspección visual a los datos que tengan una proporción alta en la señal/ruido, estos fueron filtrados y separados para ser exportados en el formato *.dat el cual se procedió a utilizar el algoritmo de inversión RES3DINV utilizando la metodología de suavizado por ajuste de mínimos cuadrados, desarrollado por *Loke, M.H de Geotomo Software Sdn Bhd (2003)*, además todos los resultados fueron generados para visualizar la subsuperficie y el análisis vertical en profundidad.

Esta información fue procesada y luego importada al Oasis Montaj v 8.2 para su

posterior generación de imágenes e interpretación final. Los resultados del RES3DINV pudieron ser integrados en un modelo de 3D creado en la plataforma de Geosoft. Los parámetros de la adquisición del IP para el ANAP Antabamba Bloque 2 fue de un arreglo Offset 3D polo-dipolo con una longitud entre dipolos de 100m y un espaciamiento entre líneas de transmisión y recepción de 200m. Los datos de topografía usados en el modelo de inversión fueron extraídos de los GPS Garmin *Montana 600* de mano, sin embargo, en algunas estaciones locales los puntos fueron re-localizados debido al pobre contacto en el terreno y el electrodo no polarizable.

La plataforma 3D del Geosoft generó mapas de cargabilidad y resistividad así como para los modelos de secciones verticales en profundidad ambos para cargabilidad y resistividad, permitiendo una comparación directa entre las variaciones de los valores entre estos. Las secciones verticales con profundidad representan una distribución en perfiles de los materiales polarizables (sulfuros) y su resistividad de las rocas.

7.3.2. Procesamiento de datos magnéticos

Los datos fueron transferidos diariamente desde los magnetómetros a un ordenador vía un puerto USB. Los archivos fueron descargados con nombres consecuentes con la fecha de adquisición, como **ddmmyy** y extensiones de acuerdo al magnetómetro, “.BAS” para el magnetómetro de la estación base y “.TXT” para magnetómetros móviles. La corrección diurna se realizó con un valor de datum de 24500nT a toda la base de datos del proyecto para su posterior proceso y generación de imágenes en Oasis Montaj. La interpolación de los datos (gridding) se realizó con el algoritmo *RANGRID* de Geosoft con un tamaño de celda de 70 y 25m, para la primera y segunda campaña de magnetometría. La generación de imágenes aplicando la Transformada de Fourier (*FFT*) y el uso de imágenes con filtros de la reducción al polo, señal analítica, primera derivada vertical, segunda derivada vertical, el gradiente de la derivada horizontal, entre otros se realizó con el Oasis Montaj convirtiendo estos mapas a formatos con extensión *.GRD desde Oasis Montaj v.8.2.

Para el proceso de inversión se ha usado el modelo VOXI Earth Modelling desarrollado por Ellis R. G., de Wet B., Macleod I. N. (2012), un servicio de algoritmo de inversión geofísica que genera modelos de susceptibilidad de las rocas a profundidad. Todos los resultados fueron generados para visualizar la subsuperficie y el análisis vertical en 3D.

7.3.2.1. Corrección diurna

El campo magnético terrestre está continuamente cambiando (variaciones diurnas) y las medidas de campo deben ser ajustadas por estas variaciones, la técnica más correcta es establecer un magnetómetro como estación base en un punto fijo que continuamente registre y monitoree la intensidad del campo magnético durante el periodo que sea necesario, Figura 7.2. La estación base y el magnetómetro móvil son sincronizados en función al tiempo y por una sustracción matemática simple los datos del equipo móvil son corregidos de las variaciones diurnas. Además como parte de un control de calidad a los datos se aplicó un filtro de continuación ascendente de 15 unidades para filtrar las altas frecuencias que tengan longitudes de onda muy pequeñas y eliminar los ruidos ocasionados por fuentes externas. La aplicación de filtros geofísicos se detalla en el Anexo VII.

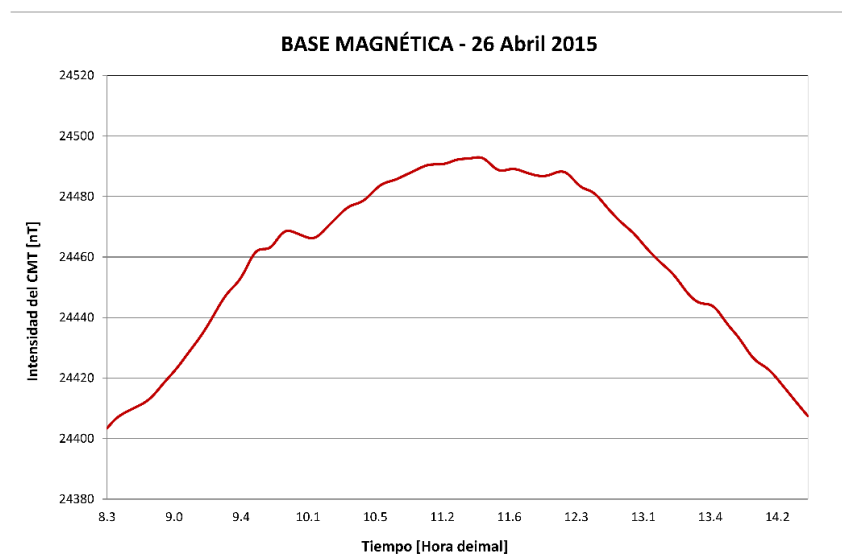


Figura 7.2. Base magnética en el ANAP Antabamba Bloque 2.

7.4. INTERPRETACIÓN

7.4.1. Interpretación de datos magnéticos

Durante el procesamiento de datos se ha generado mapas de la intensidad del campo magnético total (CMT), la reducción al polo (del CMT), la primera y segunda derivada vertical, la señal analítica, derivada Tilt y la gradiente horizontal, utilizando la transformada de Fourier FFT.

La intensidad magnética del campo varía en el área de estudio en un rango aproximadamente de (23607 - 24750nT) como máximo, aunque en la mayoría del área

las anomalías solamente tiene una amplitud de aproximadamente 1100nT.

La inclinación del campo magnético terrestre en el área del estudio (aproximadamente -4.1) muestra cuerpos de alto gradiente magnético que generan anomalías formadas por una intensidad magnética baja al sur de cuerpo y una anomalía positiva (alta) hacia el norte del cuerpo. El proceso de reducción al polo trata de proveer una imagen como si la inclinación del campo magnético fuese vertical y así generar anomalías positivas sobre cuerpos de alta susceptibilidad magnética, Hinze, (2013) (Figura 7.3). Sin embargo, este filtro puede generar efectos no geológicos especialmente cuando el área de un estudio es relativamente pequeña o irregular y en la presencia de efectos culturales o remanencia magnética.

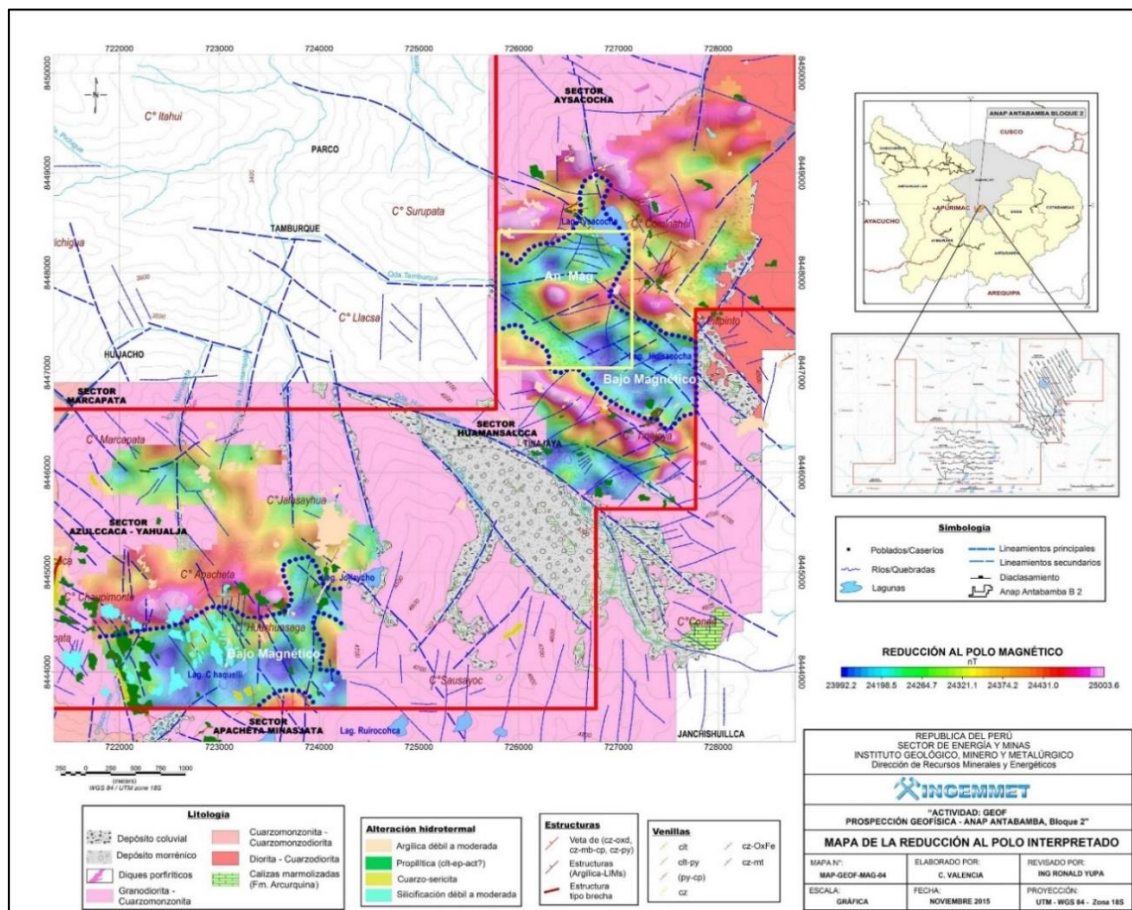


Figura 7.3 Compósito Reducción al Polo y Geológico.

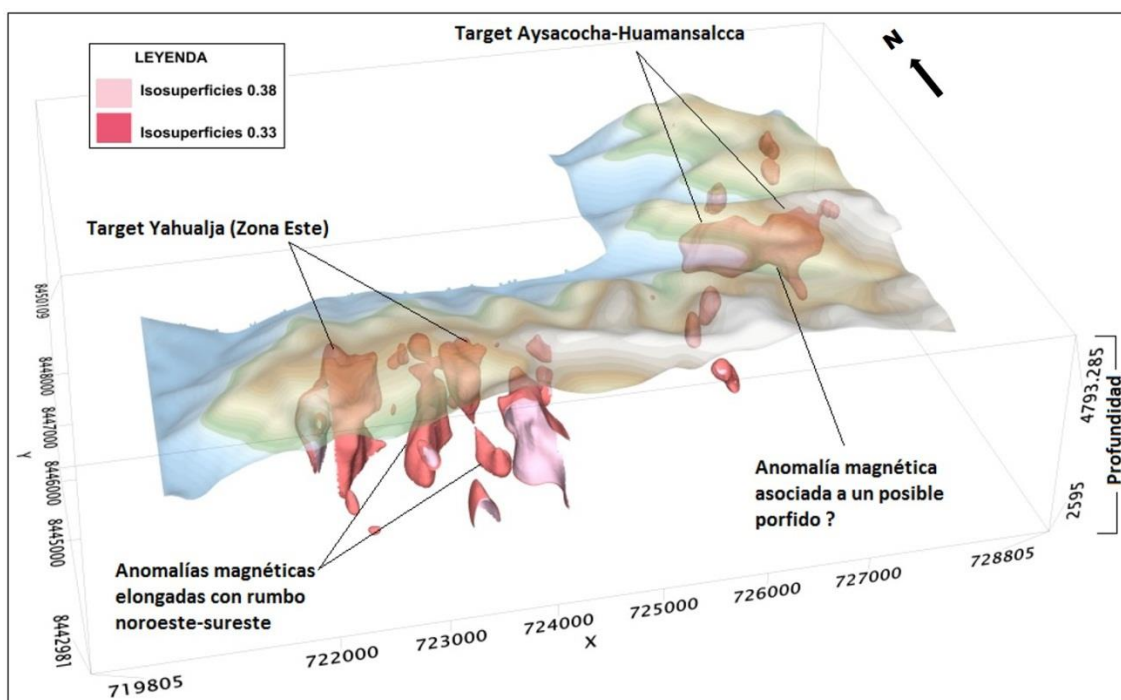


Figura 7.4. Iso-superficies 3D de susceptibilidad magnética.

En la Figura 7.4 se observa la imagen en 3D, se han delimitado isosuperficies de susceptibilidad magnética hasta una profundidad aproximada de 500 m y se ha realizado un modelamiento en las áreas donde la cargabilidad/conductividad presenta altos valores. Estas iso-superficies representan el alto contenido de material ferrimagnético, en su composición. En la parte sur-oeste se observan cuerpos elongados, este sector muestra cargabilidades importantes, pero la característica magnética sugiere estar asociado a un sistema de vetas. En el sector noreste se observa una iso-superficie más amplia muy diferente a cuerpos elongados descritos anteriormente. Hay que denotar, que el mapa de reducción al polo nos ha mostrado una anomalía de bajo magnético con una longitud aproximada de 2 km x 2 km que encierra un alto magnético, anomalía típica de un sistema tipo pórfido, el que coincide con una zona de alta conductividad.

7.4.2. Interpretación de datos de polarización inducida

De los datos de campo se realizó el control de calidad y el procesamiento de datos utilizando el algoritmo de inversión de datos en 3D. De esta información se pudo generar secciones y mapas de inversión a diferentes niveles de profundidad tanto para la cargabilidad y resistividad.

La respuesta de IP3D obtenido en las áreas prospectivas (targets) de Aysacocha –

Huamansalcca y Yahualha (sector este) se observa una anomalía denominada An_IP (Figura 7.8) directamente relacionada a la presencia de material polarizable, debido al contenido de sulfuros diseminados en su composición. Esta anomalía está localizada al sur-oeste de la laguna Aysacocha, la información de cargabilidad se presenta desde los primeros 50 m y profundiza hasta los 500 m, esta anomalía presenta una longitud variable en superficie con una área aproximada de 0.5 km x 0.7 km, pero a profundidades mayores de los 200m el área se aproxima a 1.2 km x 1.0 km, con cargabilidades representativas que van en un rango de 20-35mV/V.

A lo largo de esta anomalía de cargabilidad se superpone un área de alta resistividad el cual está presente desde los 50 m hasta los 300 m. Sin embargo, a una mayor profundidad se mapea una zona de alta conductividad/cargabilidad teniendo una área de 1.2 km x 1.2 km, el cual se presenta como un halo rodeado por material altamente resistivo.

Hacia el sector este del área prospectiva Yahualja, la respuesta geofísica nos ha brindado información parcialmente homogénea. Esto debido a que se muestra una anomalía superficial a los 50 m que tiene una orientación y tendencia hacia el este del área mencionada. Los valores de cargabilidad a esta profundidad oscila entre los 15-20mV/V, pero a medida que profundizamos la información, esta se atenúa llegando a disiparse. Por el contrario, a los 400 m empieza a aparecer una anomalía algo tenue, el cual, llega a profundizar observándolo de manera continua a los 500 m. En base a estos resultados, podemos inferir el nivel superior del intrusivo porfirítico a esa profundidad y la evidencia mineralógica en superficie sería el producto de un sistema de vetas provenientes del pórfido.

La mineralización ocurre en una topografía agreste por lo cual se espera que los datos se vean afectados, sin embargo, el modelo nos confirma la presencia de un cuerpo conductivo y polarizable en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca. Mientras que, la poca respuesta de esta anomalía hacia el sector este del área prospectiva Yahualja, quizás refleje el bajo grado de mineralización. Se observa la representación de la escala de colores de la cargabilidad, los valores altos representados en color rojo, intermedios de color amarillo y los valores bajos de color azul (Figura 7.8).

En la Figura 7.5, Figura 7.6 y Figura 7.7, se presenta la respuesta geofísica de los métodos aplicados, la información es detallada de la parte superior a inferior como se indica a continuación; el perfil de la señal del campo magnético que enmarcan contrastes en la señal denotados con círculos discontinuos de color azul los que estarían relacionados a las diferencias en su composición y oxidación debido a la presencia de fluidos en las zonas de deformación y fracturamiento. En la imagen

inferior se representa la sección geológica interpretada en función a las características físicas, relacionadas a su control estructural en superficie. La siguiente imagen es la susceptibilidad magnética y nos sugiere una relación con un sistema de fallas en profundidad. Se observa un halo de alta susceptibilidad magnética encerrado dentro de un área de baja susceptibilidad, cuyo escenario es representativo de un sistema pórfido en el interior y podrían asociarse a procesos hidrotermales que producen cambios en el contenido mineralógico y magnético, donde, la magnetita ha sido destruida y ha perdido sus propiedades magnéticas comportándose como un medio paramagnético en el área circundante. Esta área de susceptibilidad baja coincide con un medio donde existe una respuesta importante en cargabilidad, presentando un rango de valores de 20-35mV/V, asociados a sulfuros disseminados, este material polarizable coincide a la imagen de resistividad, la cual se observa una moderada a baja resistividad (color amarillo a roja) y zonas de alta resistividad (color celeste-blanco) los rangos en sus valores son de 50 Ohm*m – 10,000 Ohm*m., determinando una zona de alto fracturamiento y porosidad (Figura 7.9). La respuesta magnética como se indicó anteriormente, ha perdido sus propiedades mineralógicas causadas por alta temperatura, por lo que sugiere, han servido de conducto para que los fluidos hidrotermales puedan trasladarse y haber mineralizado con sulfuros en la zona.

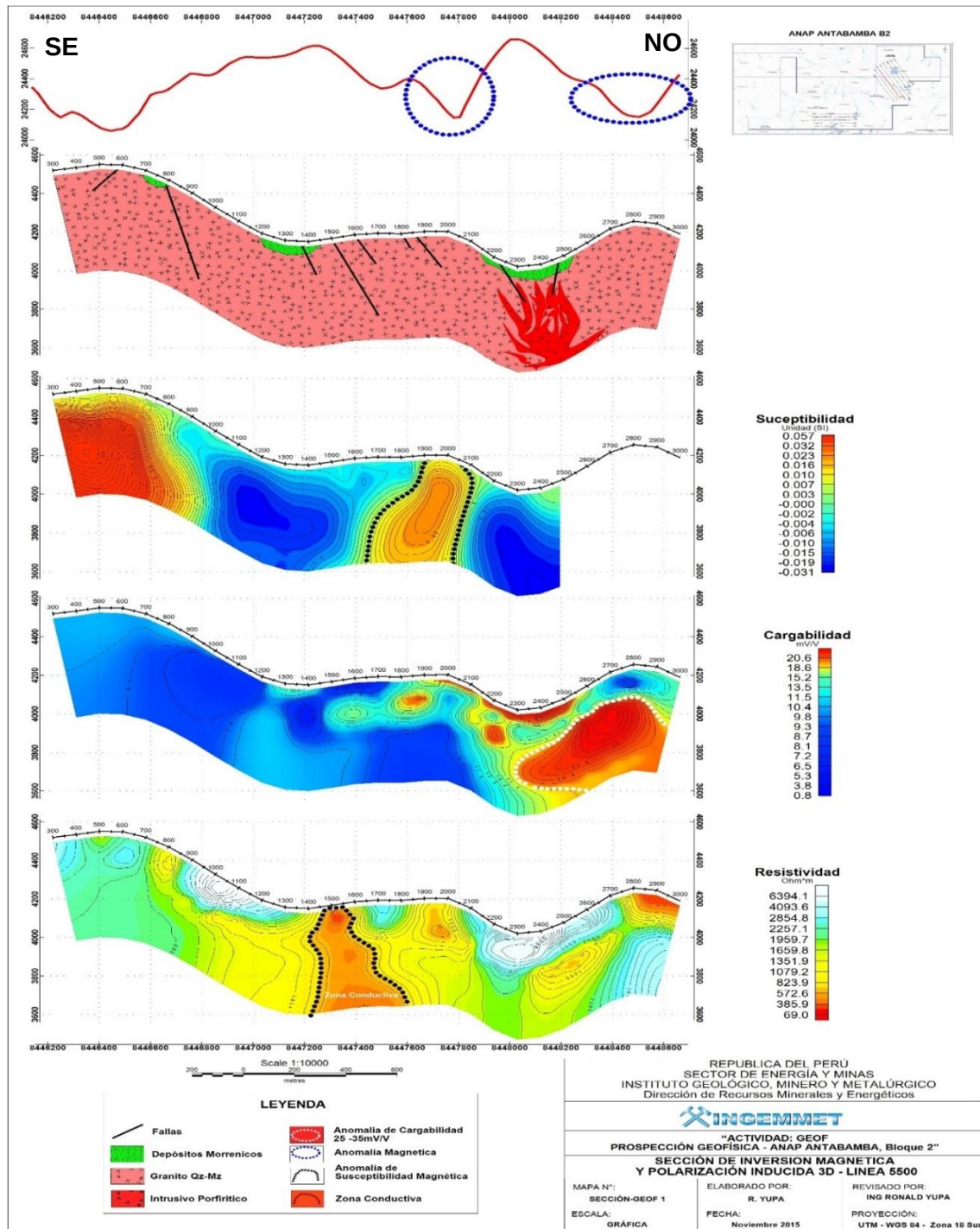


Figura 7.5. Sección L5500 – Intensidad del campo magnético, Geología, Susceptibilidad, Cargabilidad y Resistividad.

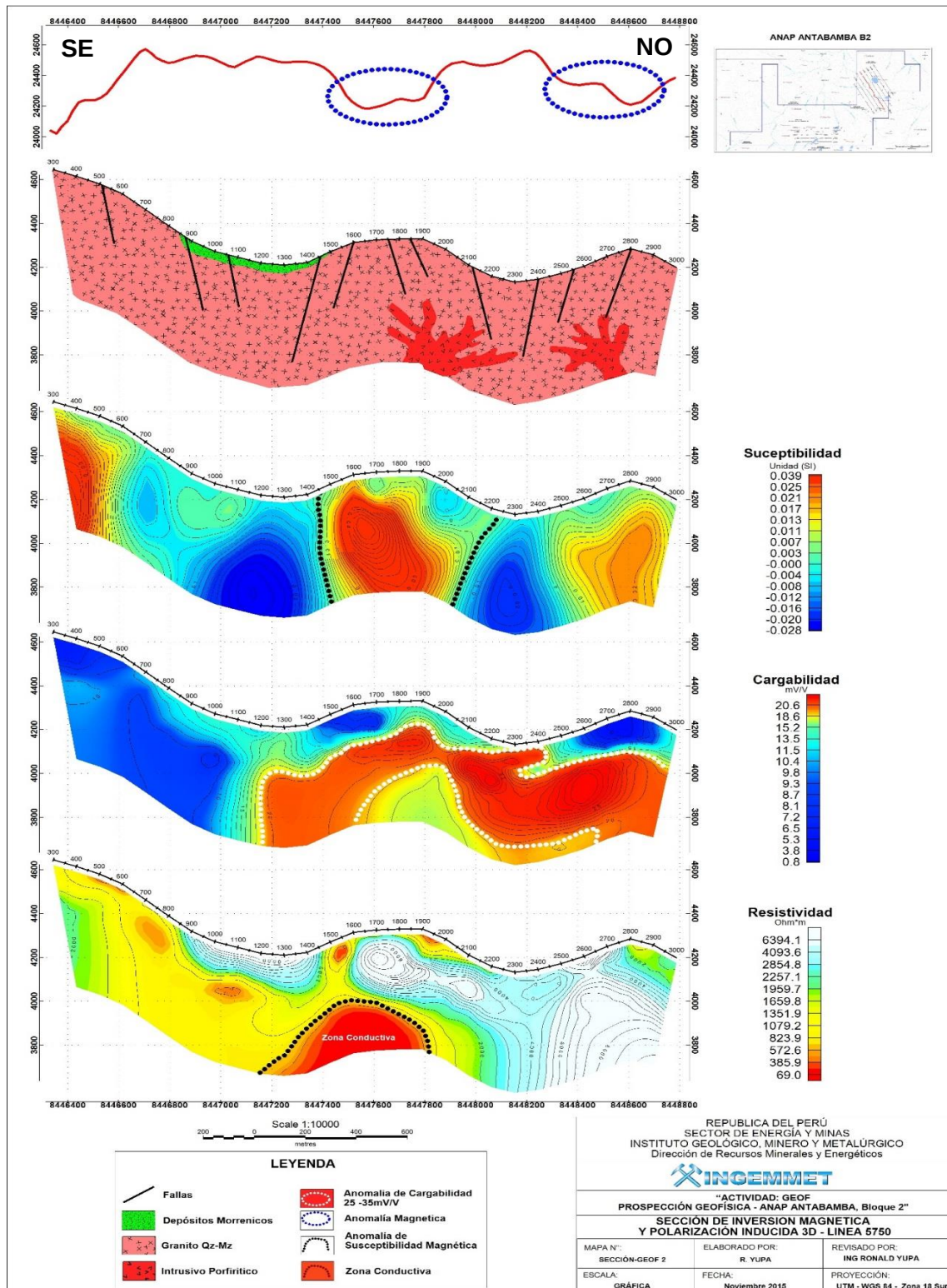


Figura 7.6. Sección L5750 – Intensidad del campo magnético, Geología, Susceptibilidad, Cargabilidad y Resistividad.

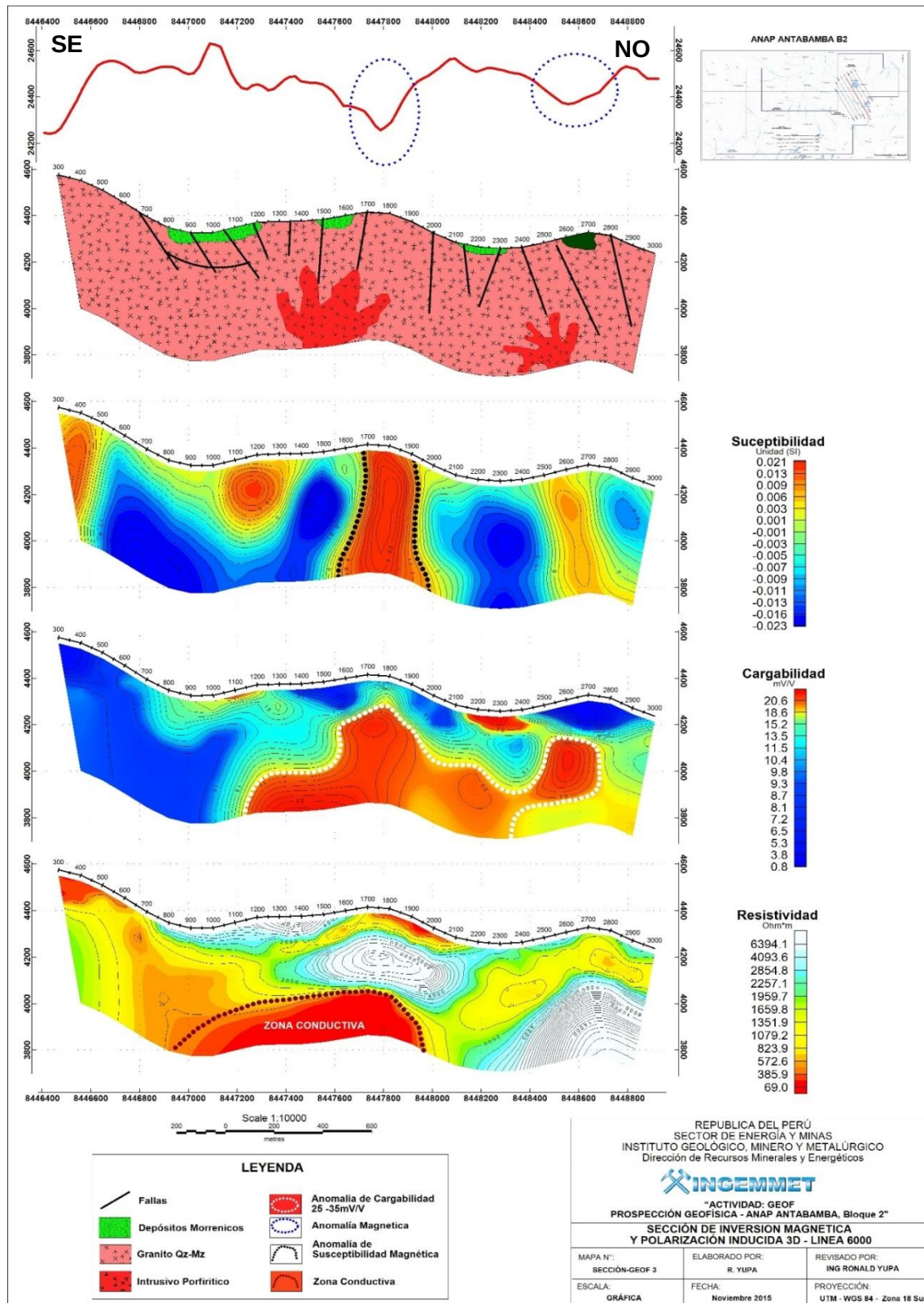


Figura 7.7. Sección L6000 – Intensidad del campo magnético, Geología, Susceptibilidad, Cargabilidad y Resistividad.

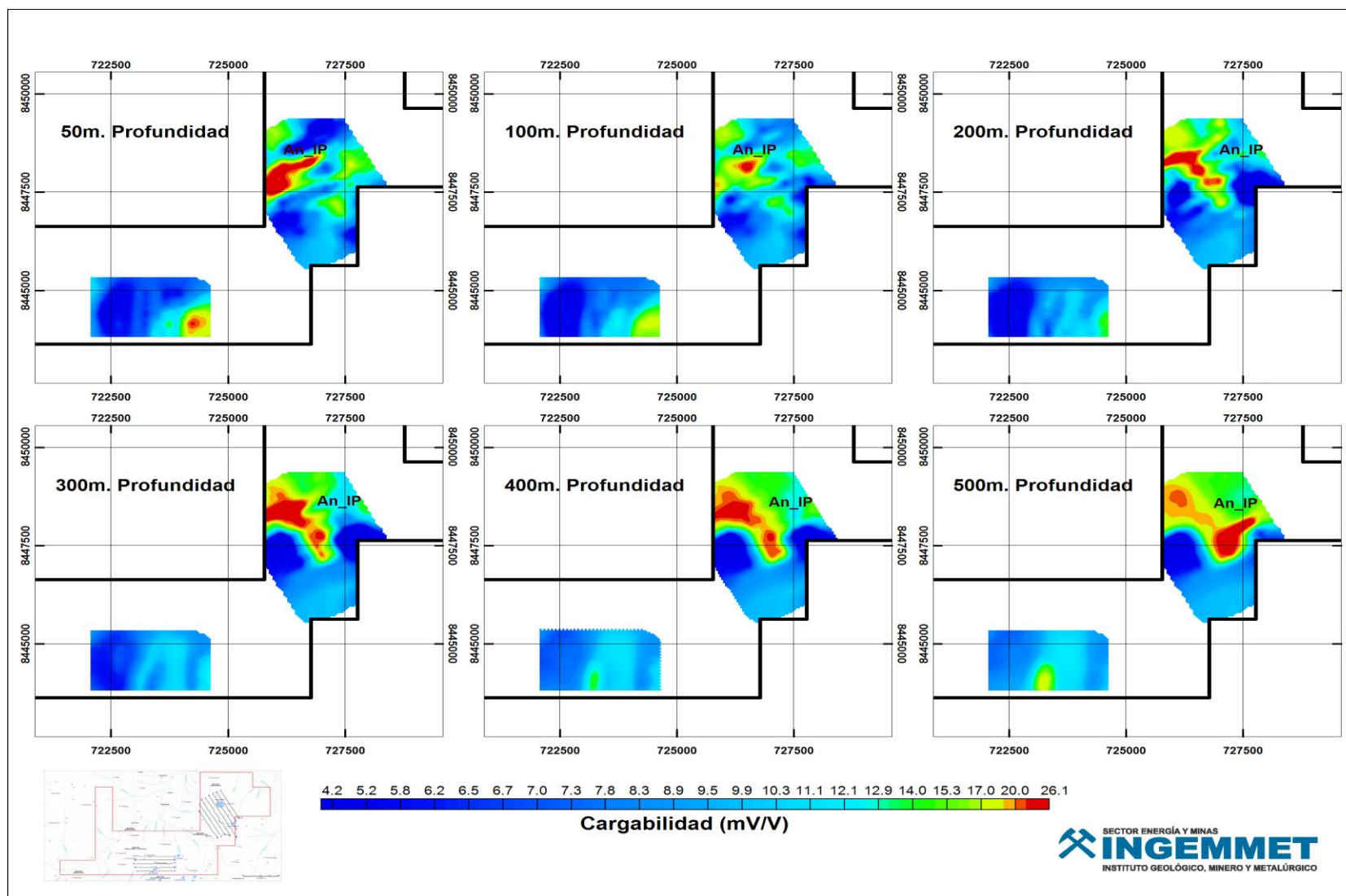


Figura 7.8. Mapa de inversión de cargabilidad a diferentes niveles de profundidad.

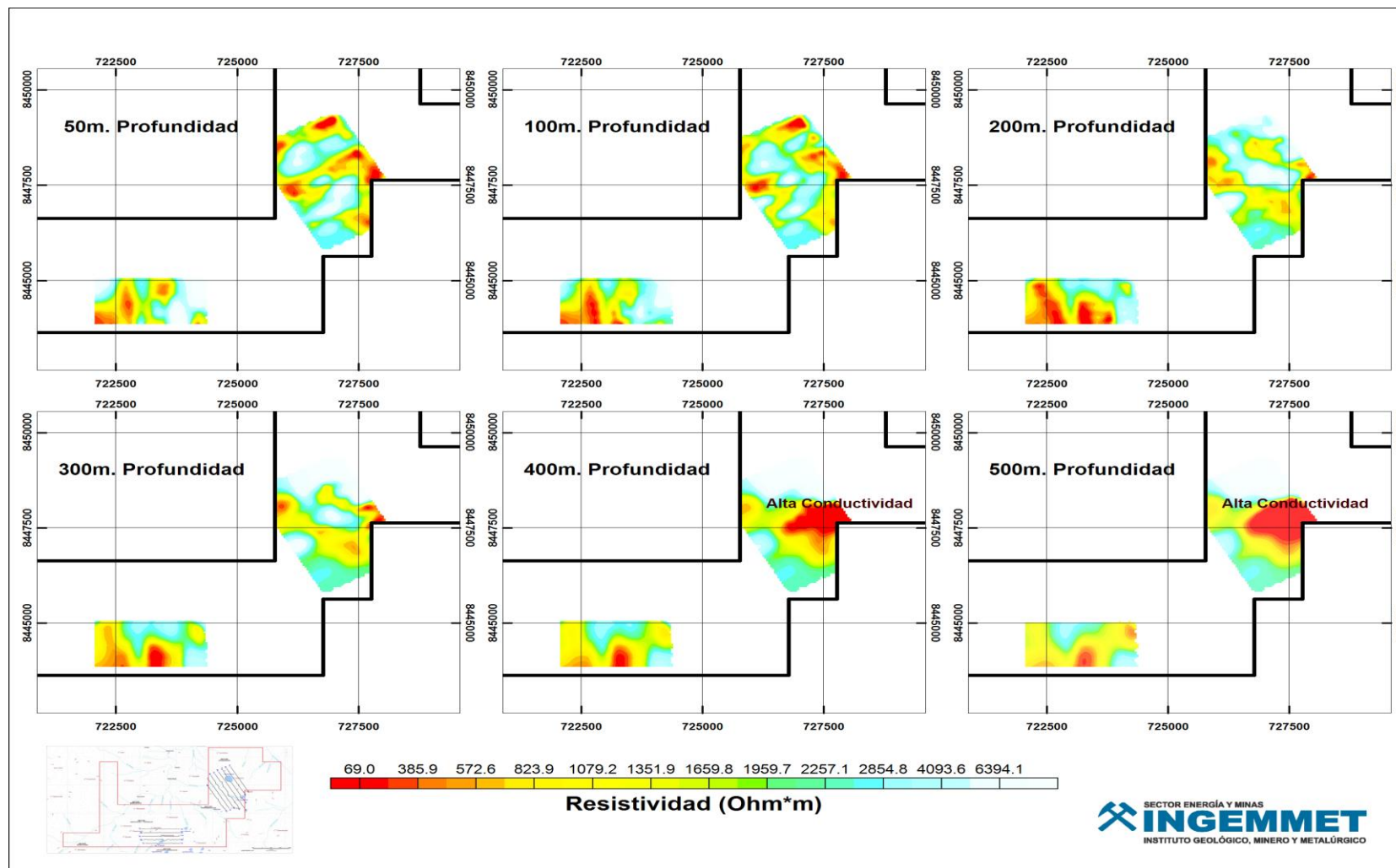


Figura 7.9. Mapa de inversión de resistividad a diferentes niveles de profundidad.

VIII. PROPUESTA DE PERFORACIÓN DIAMANTINA

Para la determinación y ubicación de los puntos de perforación diamantina, se tomó como referencia las zonas de intersección de fallas, los bajos y altos magnéticos, así como las anomalías de alta cargabilidad en relación a la persistencia en profundidad. En ese sentido, se propone 5 sondajes (DDH) en el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca, las mismas que se detallan en el cuadro 8.1 y las que se pueden observar en las figuras 8.1, 8.2, 8.3, 8.4 y 8.5. Sugerir ver el anexo VII.3 al VII.6.

Cuadro 8.1. DDHs propuestos para el área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca.

ID DDH	Este	Norte	Azimut	Inclinación	Profundidad
1	726211	8448064	352°	-45°	750 m
2	726211	8448264	74°	-45°	750 m
3	727082	8447600	320°	-65°	750 m
4	727082	8447600	45°	-75°	750 m
5	726030	8448465	0°	-90°	750 m

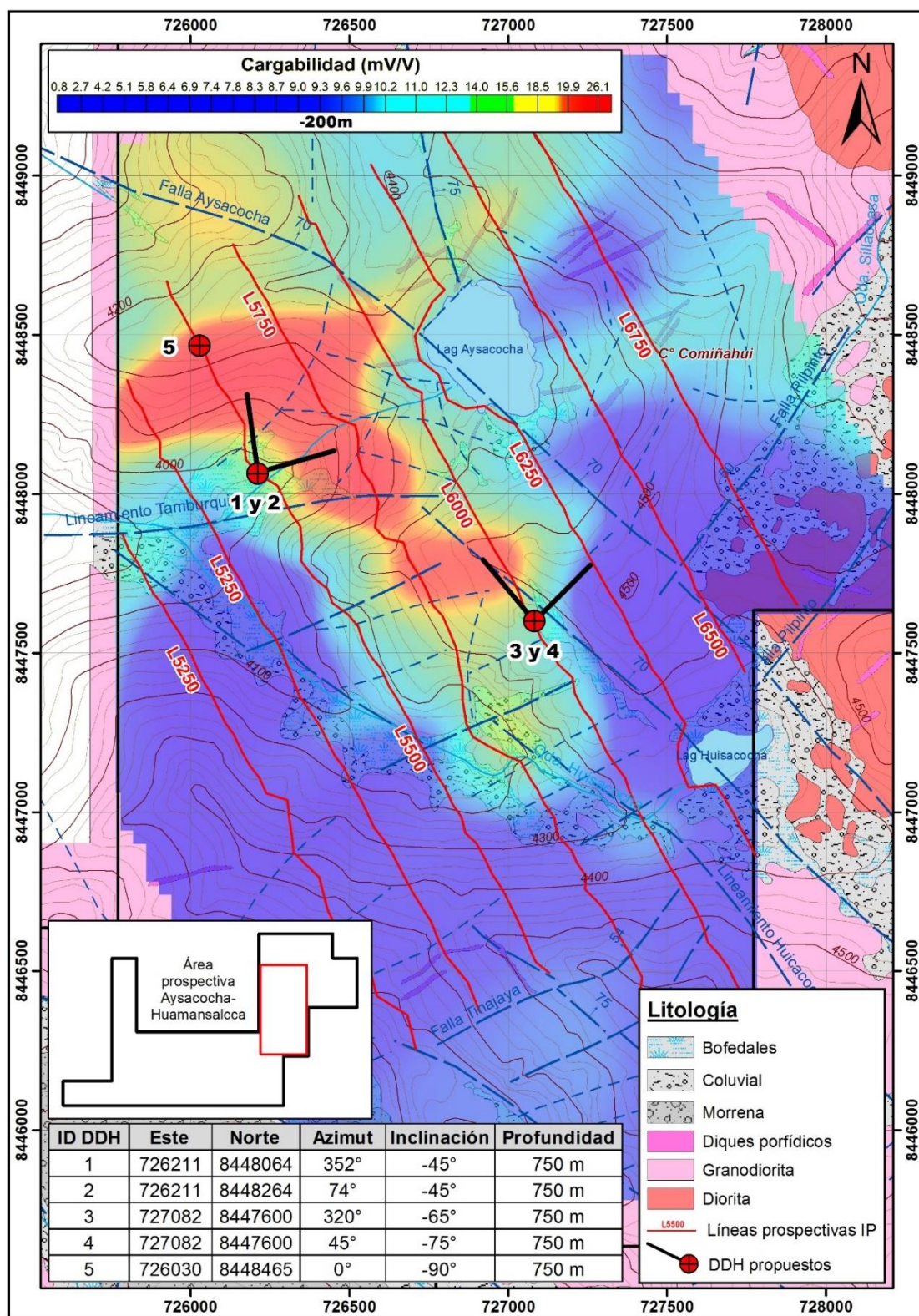


Figura 8.1. Mapa de ubicación de DDH propuestos con respecto a la anomalía de cargabilidad a -200m.

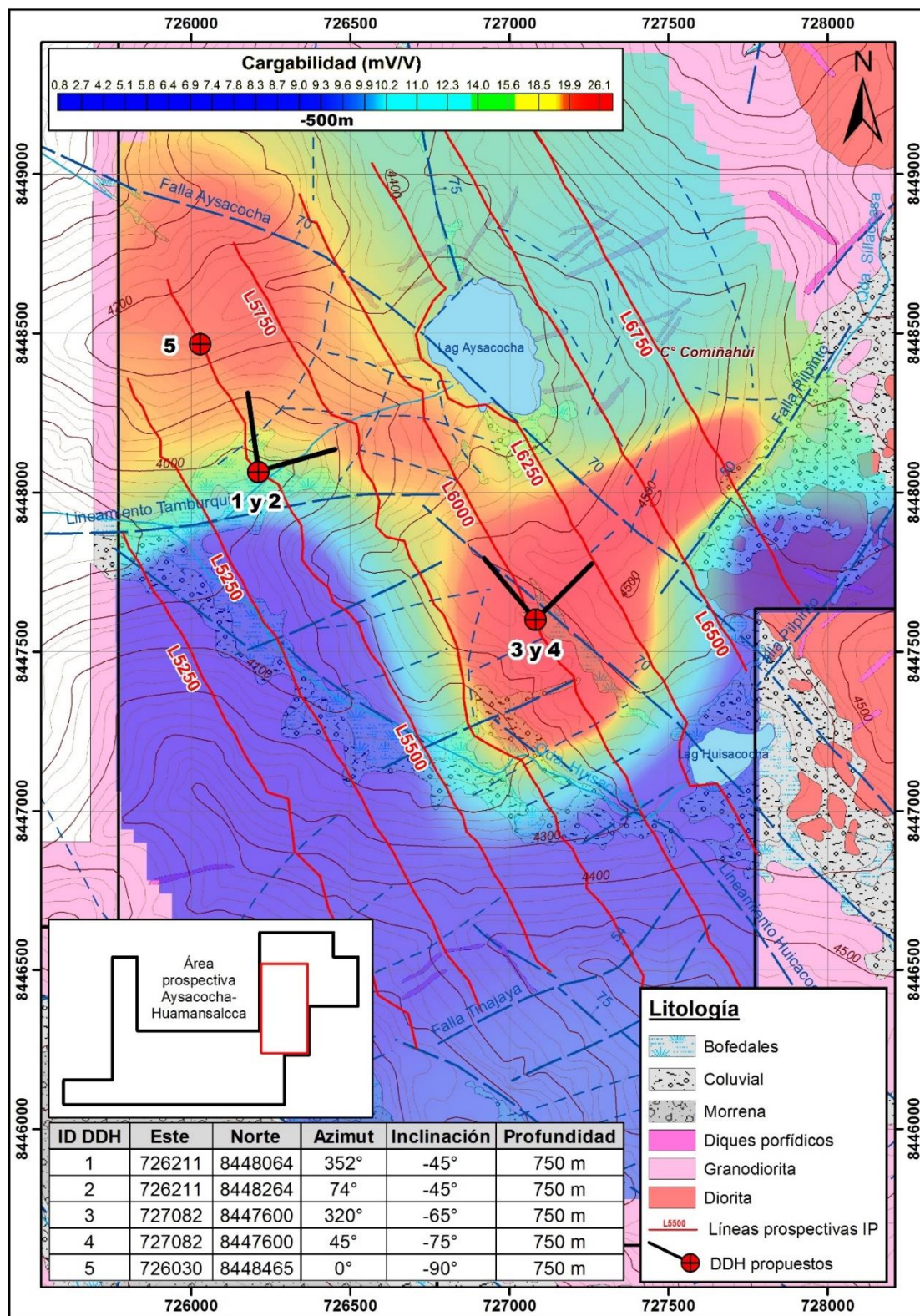


Figura 8.2. Mapa de ubicación de DDH propuestos con respecto a la anomalía de cargabilidad a -500m.

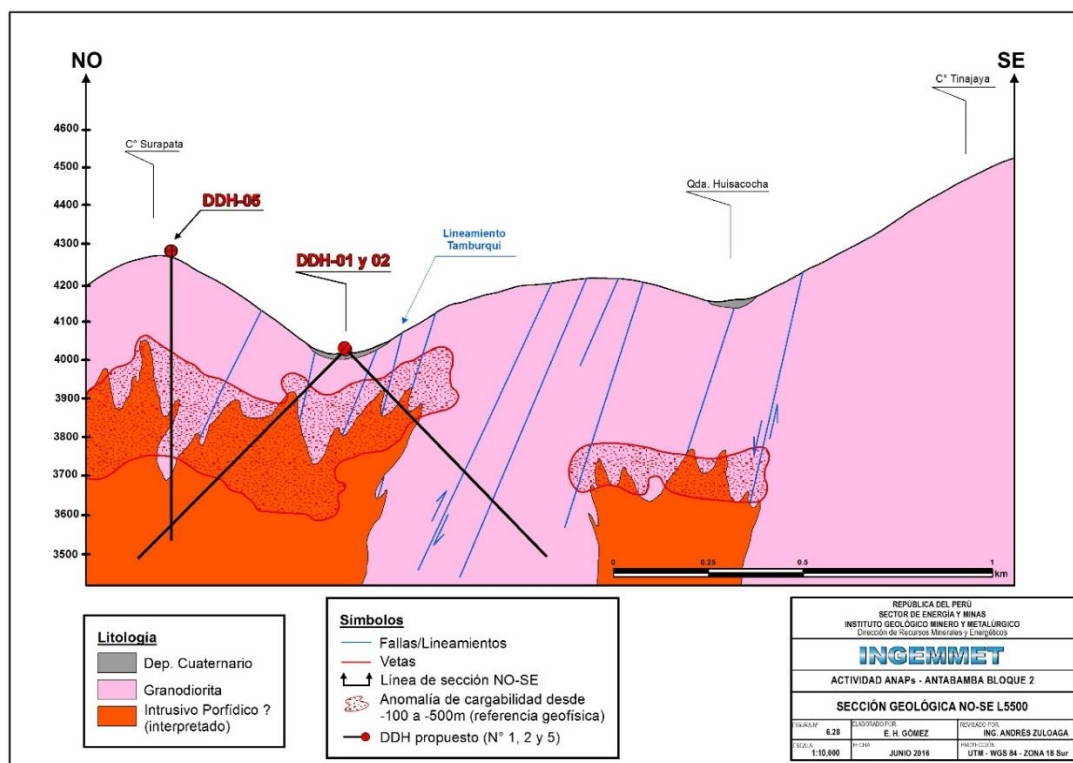


Figura 8.3. Sección geológica L5500 con sondajes propuestos (Área Prospectiva Aysacocha-Huamansalcca).

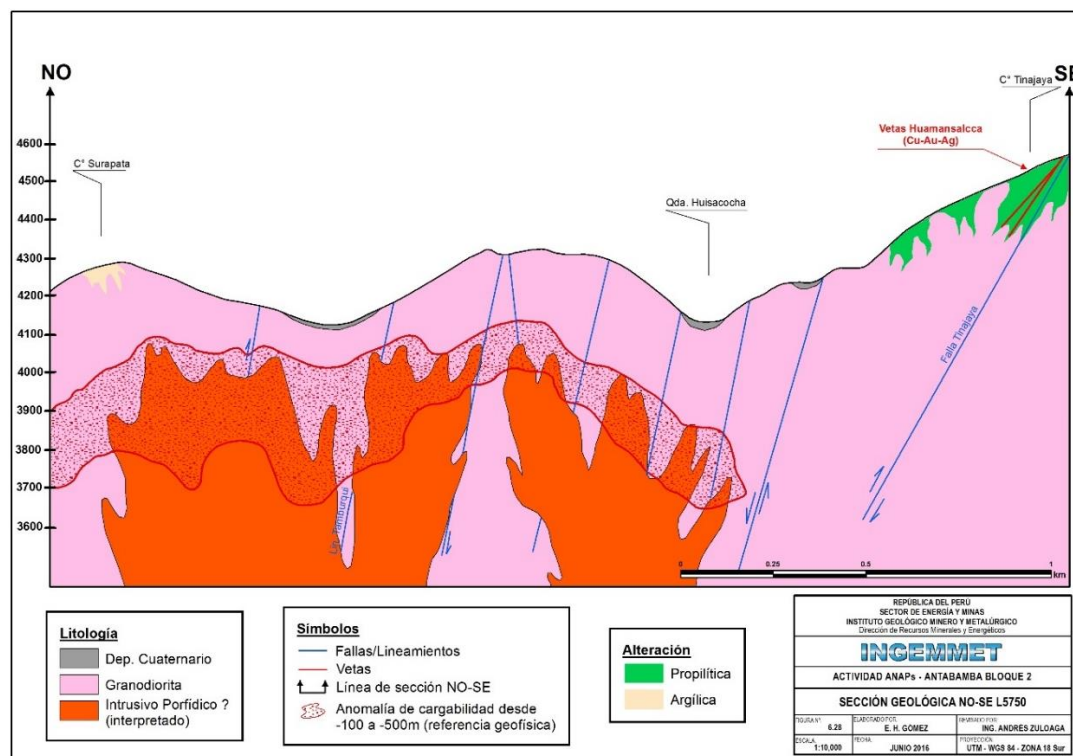


Figura 8.4. Sección geológica L5750 (Área Prospectiva Aysacocha-Huamansalcca).

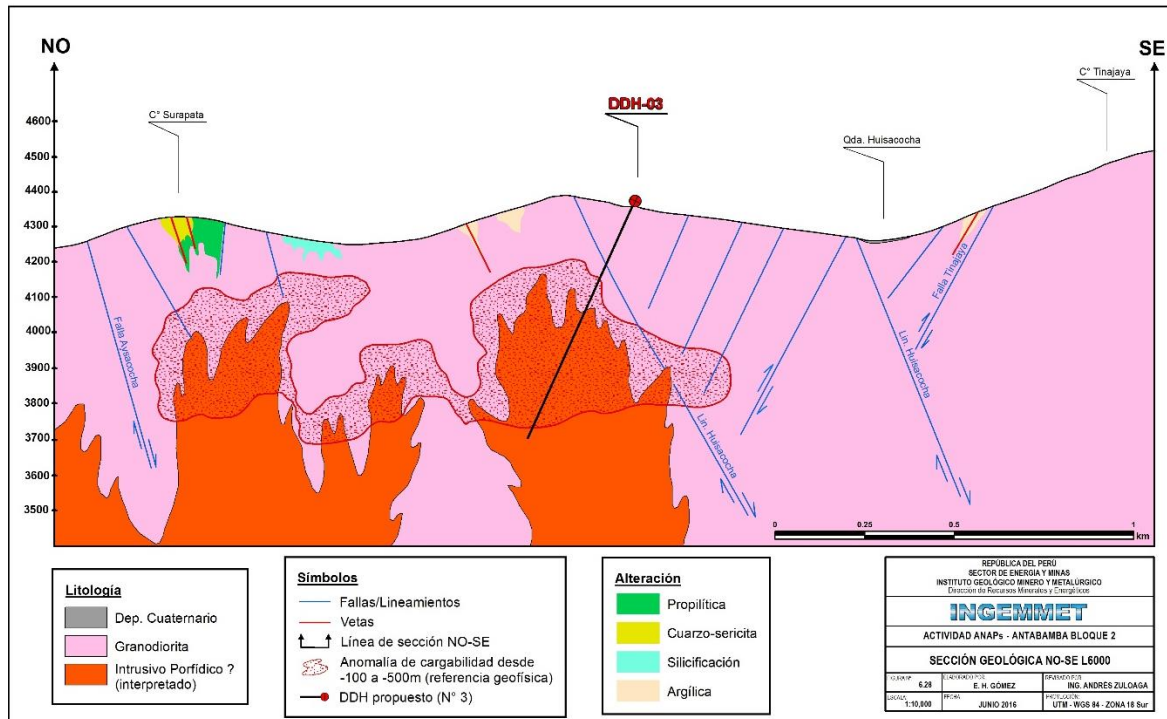


Figura 8.5. Sección geológica L6000 con sondajes propuestos (área prospectiva Aysacocha-Huamansalcca).

CONCLUSIONES

- La geología del ANAP Antabamba Bloque 2 está representada por rocas ígneas intrusivas pertenecientes al Batolito Andahuaylas-Yauri, conformada por diorita, granodiorita, cuarzo monzodiorita, cuarzo monzonita y diques hipoabisales. Además, se reconocieron dos brechas intrusivas.
- Los tipos de alteración hidrotermal reconocidos en el ANAP son: propilítica, argílica, silicificación y cuarzo – sericita, esta última se restringe básicamente a estructuras como: vetas, vetillas, venillas y veta-brecha. Los minerales constituyentes son: calcopirita en venillas de cuarzo, y calcopirita, molibdenita, pirita y óxidos de hierro en vetas, asimismo, malaquita con óxidos de manganeso en la roca caja. Otros sulfuros como digenita y covelina se observan en secciones pulidas, así como el oro.
- Se determinaron cuatro áreas prospectivas (*targets*) dentro del ANAP, tales como; Aysacocha-Huamansalcca (1318 ha), Yahualja (1424 ha) y Pucacaullo-Queuñapujro (467 ha). Asimismo, se ha definido cuatro sistemas estructurales relacionados con la mineralización, los cuales tienen un rumbo de: N40°-60°O (NO-SE), N30°-54°E (NE-SO) y N10°E (NS).
- Al sur del área prospectiva “*Target*” Yahualja, se ha identificado un sector con una importante mineralización, la cual consiste en venillas de calcopirita con cuarzo entre 1 a 3 mm de grosor, que se emplazan formando una franja de 400 m de ancho con ~1000 m de longitud en sentido NO-SE, asociada a la alteración propilítica y en relación al contacto de la granodiorita y cuarzo monzonita. En este sector, la concentración máxima en cobre se tiene 2448 ppm y en molibdeno 49.01 ppm.
- Del total de muestras procedas estadísticamente que, fueron 402, 266 corresponden a esquirlas de roca y 136 a estructuras vetiformes; cuyas anomalías geoquímicas en rocas presentan en Au > 30 ppb, Ag > 1 ppm, Cu > 100 ppm, Mo > 15 ppm, W > 15 ppm, Pb > 50 ppm y Zn > 90 ppm. Mientras que, las estructuras

vetiformes presentan: en Au hasta 81 ppm, Ag hasta 330 ppm, Bi hasta 2774 ppm, Cu hasta 6.7%, Mo hasta 1.01% (puntual), W hasta 865.3 ppm, Pb hasta 3961 ppm, Zn hasta 2970 ppm y As hasta 3942 ppm.

- En el caso de los sedimentos de quebrada se tienen cuatro elementos anómalos: Au (valor máximo 397 ppb), Cu (valor máximo 133.9 ppm), Mo (valor máximo 38.12 ppm) y Zn (con valor máximo 90 ppm) respectivamente.
- Los estudios de IP3D fueron realizados con un arreglo offset polo dipolo, realizando una adquisición de 29.7 Km lineales. El estudio de magnetometría completó una adquisición de 112.6 Km lineales realizados.
- En el área prospectiva “*Target*” Aysacocha-Huamansalcca se ha definido una importante anomalía de cargabilidad coincidente con un bajo resistivo (alta conductividad). Esta anomalía de cargabilidad tiene un rango de ~20-35 mV/V teniendo una longitud aproximada de 1.2kmx1.0km y orientación noroeste-sureste.
- Una comparación importante entre la respuesta magnética y el IP en un contexto de 3D, nos indicaría una fuerte correlación espacial entre las características del bajo magnético y la alta cargabilidad/conductividad, sin embargo, un alto magnético se ubica en la parte central del bajo magnético, mostrando una anomalía representativa de un pórfido en el área prospectiva “*target*” Aysacocha-Huamansalcca. Por el contrario hacia el sector este del área prospectiva “*target*” Yahualja, la evidencia mineralógica en superficie nos indicaría el resultado de un sistema de vetas.
- El estudio de inclusiones fluidas en las cuatro muestras corresponderían a las características de un depósito mesotermal.
- Se puede concluir que el ANAP Antabamba Bloque 2 muestra un enfoque de impacto muy significativo para la prospección minera a nivel local y regional.

RECOMENDACIONES

Dados los resultados que se obtuvieron en este ANAP se recomienda:

- Generar sondajes de perforación diamantina que puedan corroborar y dimensionar la anomalía definida en profundidad, tal como se propone en este presente estudio.
- Presentar el presente informe a PROINVERSIÓN para evaluar su posible incorporación al proceso de promoción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J., Quispe, J., Rivera, R., Valencia, M., Chirif, H., Huanacuni, D., Rodríguez, I., Villareal, E., Paico, D., & Santisteban, A. (2010) Mapa metalogenético del Perú. En *Geología Económica y Metalogenia del Perú*, Estudios de Geología Económica, Serie B.
- Beer Creek, (2004). Proyecto la Yegua. Ver en: <http://www.bearcreekmining.com/s/la-yegua.asp>
- Bendezú, A., (2007) Mineralización Tipo Pórfido de Cu-Mo Asociadas a Venas Cordilleranas de Metales Base: Toromocho-Morococha, Distrito de Morococha, Perú. Tesis de titulación. 131 pág.
- Bonhomme, M.G., Carlier, G. (1990) Relations entre magmatisme et minéralisations dans le Batholite d'Andahuaylas-Yauri (Sud Pérou): Données géochronologiques: 2nd International Symposium on Andean Geodynamics, Grenoble, France, psg. 329-331.
- Carlier, G., Carlotto, V., Ligarda, R., Manrique, E. (1989) Estudio metalogenético de la subprovincia cuproaurífera Tintaya – Bambas, convenio de cooperación científica UNI-ORSTOM, Informe final 1984-1988, Lima, Perú, pag. 143-248.
- Carlier, G., Lorand, J.P., Bonhomme, M., Carlotto, V. (1996) A reappraisal of the Cenozoic Inner Arc magmatism in southern Peru: Consequences for the evolution of the Central andes For the past 50Ma: Third International Symposium on Andean Geodynamics, St. Malo, Frande, Extended Abstracts volume, pag. 551-554.
- Carlotto, V. (1998) Évolution Andine at Raccourcissement au niveau de Cusco (13-16°S) Pérou: Enregistrement sedimentary, chronologie, controles paléogéographiques, evolution cinématique: Unpublished Phd. Thesis, Grenoble, France, Université Joseph Fourier, 159 pag.
- Carlotto, V., Quispe, J., Acosta, H., Rodríguez, R., Romero, D., Cerpa, L., Mamani, M., Díaz, E., Jaimes, F., Valverde. (2009) Dominios Geotectónicos y Metalogénesis del Perú. 1 Bol. Soc. Geol. Perú 103: 42-46p.
- Clark, A., Farrar, E., Kontak, D., Langridge, R., Arenas, M., France, L., McBride, S., Woodman, P., Wasteneys, H., Sandeman, H., Archibald, D., (1990) Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru: *Economic Geology*, v. 85, n. 7, p. 1520-1583.
- Dolan, W. M. and McLaughlin, G. H. (1967), Considerations concerning measurement standards and design of pulsed IP equipment. *Symp. on Induced Electrical Polarization, Eng. Geosc., Dep. Mineral Technol., University of California, Berkeley, Proc.*, p.2-31
- Dynacor Gold Mines Inc. (2010) NI 43-101 Technical Evaluation Report on the

Tumipampa Property, pág.487-489.

<http://www.sedar.com/GetFile.do?lang=EN&docClass=24&issuerNo=00025731&issuerType=03&projectNo=01746701&docId=2891515>.

Einaudi, M.T., (1982) General features and Origin of Skarn Associated with Porphyry Copper Plutons, southwestern North America; in Advances in Geology of the Porphyry Copper Deposits Southwestern U.S., Titley, S.R., Editor, University of Arizona Press. P. 185-209.

Einaudi, MT, Hedenquist, JW., Inan, EE. (2003) Sulfidation state of fluids in active and extinct hydrothermal systems: transitions from porphyry to epithermal environments. Society of Economic Geologists. Special Publication 10: 285-314.

Ellis R. G., de Wet B., Macleod I. N. (2012) Inversion of Magnetic Data from Remanent and Induced Sources, 22nd International Geophysical Conference and Exhibition, 26-29 February 2012 - Brisbane, Australia. Disponible en: http://www.geosoft.com/media/uploads/resources/technical-papers/magnetization_vector_inversion_mvi.pdf

GEM Systems Advance (2014). Gemlink Ver.5.3.1.8. Disponible en: www.gemsys.ca

Guilbert, J., Parck, Ch., (1986) The Geology of Ore Deposits. W.H. Freeman and Company/New York, 191-197 pág.

Hinze W. J., Von Frese R. & Saad, A. H. (2013) - Principles, Practices, and Applications. Gravity and Magnetic Exploration, Cambridge University Press.

Lang, J.R., Eastoe, C.J., (1989) Stable isotope studies of sulfates and sulfides in the Mineral Park porphyry Cu-Mo system, Arizona. Economic Geology, v. 84, p. 650-662.

Lowell y Guilbert (1970) Modelo clásico de depósitos tipo pórfido de cobre. Economic Geology V.65, p. 373-407.

Nash, J.T. (1976) Fluid inclusión petrology-data from porphyry copper deposits and applications to exploration. U.S.G.S. Professional Paper 907D, 16 pág.

Perello, J., Carlotto, V., Zárate, A., Ramos, P., Posso, H., Neyra, C., Caballero, A. (2003) Porphyry-Style alteration and mineralization of the middle Eocene to Early Oligocene Andahuaylas – Yauri Belt, Cuzco región, Peru. In: Economic Geology, V. 98, pag. 1575-1605

Perelló, J., Posso, H., Zárate, A., Ramos, P., Caballero, A., Martini, R., Fuster, N. & Muhr, R., (2004). Cotabambas: Late Eocene Porphyry Copper-Gold Mineralization Southwest of Cuzco, Perú. Special Publication 11, 2004. Pp. 213-230.

Prabhakar S. Naidu and M.P. Mathew, (1998) - Analysis of Geophysical Potential Fields, A *Digital Signal Processing Approach*. Advances in Exploration Geophysics 5.

- Rivera, R., Bustamante, A., Acosta, J., Santisteban, A., (2010) GE-24 Project "Evaluation of Ore Deposits Potential in the Andahuaylas – Yauri Batholith" Technical Scientific Report, Mineral Resources And Energetic Direction, Metallogeny Program. 100 pág.
- Sánchez, A., Mendoza, C., Mendoza, N., Cosme Pérez Puig O., (2014) Nuevas Tipologías de Yacimientos con Interés Económico en el Departamento de Apurímac Asociados al Batolito Andahuaylas-Yauri: Caso Tumipampa. XVII Congreso Peruano de Geología "Alberto Benavides de la Quintana".
- Sempere, T. Jacay, L., Pino, A., Bertrand, H., Carlotto, V., Fornari, M., Garcia, R., Jimenez, N., Marzoli, A., Meyer, C., Rosas, S. y Soler, P. (2004). Estiramiento litosférico del Paleozoico superior al Cretáceo Medio, en el Perú y Bolivia. Sociedad Geológica del Perú. Publicación especial. No. 5. pp. 45-79
- Sillitoe, R.H. (1973) The tops and bottoms of porphyry copper deposits.-Econ. Geol., vol. 68, página 799-815.
- Sumner, J. S. (1976) - Principles of induced polarization for geophysical exploration, Elsevier Publishing, Amsterdam, 277p.
- Sun, R., (1998) Prospección Geoquímica de Rocas y Sedimentos de Quebrada en la Zona Huayllura-Cotahuasi-Arequipa. pág 55-56.
- Telford W. M., Geldart L.P., Sheriff R.E., (1990) - Applied Geophysics, Cambridge University Press.
- Valdivia y La Torre, 2003. Memoria Descriptiva de Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Antabamba (29q). Escala 1:50 000. INGEMMET. 19 pág.
- Velasco, F. (2004) Introducción al Estudio de las Inclusiones Fluidas. Curso Latinoamericano de Metalogenia.UNESCO-SEG 2004 CRICYT, Mendoza, Argentina del 17 al 28 Agosto de 2004.
- White R.M.S., Collins S. y Loke M.H. (2003) Resistivity and IP arrays, optimised for data collection and inversion. Exploration Geophysics 34, p. 229–232.
- William J. Hinze, Ralph R.B. Von Frese and Afif H. Saad, (2013) - Principles, Practices, and Applications. Gravity and Magnetic Exploration, Cambridge University Press.
- Wilkinson, J.J. (2001) Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits: Lithos, v. 55, p. 229-272.
- Applying filters with montaj Geophysics (2013). Disponible en http://updates.geosoft.com/downloads/files/how-to-guides/Applying_Filters_with_montaj_Geophysics.pdf

ANEXOS

ANEXO I

- I.1. Descripción de muestras de sedimentos de quebrada.
- I.2. Resultados analíticos – geoquímica de sedimentos de quebrada.

ANEXO II

- II.1. Descripción de muestras de rocas y estructuras vetiformes.
- II.2. Resultados analíticos – geoquímica de rocas y estructuras vetiformes.

ANEXO III. Certificación de estándares de GEOESTAT.

ANEXO IV

- IV.1. Mapa base geológico regional.
- IV.2. Mapa geológico – estructural local.
- IV.3. Mapa de alteración y mineralización local.
- IV.4. Mapa topográfico.

ANEXO V

- V.1. Mapa de distribución de Au en rocas.
- V.2. Mapa de distribución de Ag en rocas.
- V.3. Mapa de distribución de Bi en rocas.
- V.4. Mapa de distribución de Cu en rocas.
- V.5. Mapa de distribución de Mo en rocas.
- V.6. Mapa de distribución de Pb en rocas.
- V.7. Mapa de distribución de Zn en rocas.
- V.8. Mapa resumen: geoquímica de rocas.
- V.9. Mapa de distribución de Au en estructuras vetiformes.
- V.10. Mapa de distribución de Ag en estructuras vetiformes.
- V.11. Mapa de distribución de Bi en estructuras vetiformes.
- V.12. Mapa de distribución de Cu en estructuras vetiformes.
- V.13. Mapa de distribución de Mo en estructuras vetiformes.

- V.14. Mapa de distribución de Pb en estructuras vetiformes.
- V.15. Mapa de distribución de Zn en estructuras vetiformes.
- V.16. Mapa resumen: geoquímica de estructuras vetiformes.

ANEXO VI

- VI. Resumen completo de los estudios petromineralógicos
 - VI.1. Estudios petrográficos (sección delgada).
 - VI.2. Estudios minerográficos (sección pulida).
 - VI.3. Estudios petrominerográficos (sección delgada – pulida).
 - VI.4. Estudios de Difracción de Rayos X (DRx).
 - VI.5. Estudios de inclusiones fluidas

ANEXO VII

- VII. 1. Cobertura de los métodos geofísicos
- VII. 2. Instrumentos
 - VII. 2.1. Instrumentos de Polarización Inducida.
 - VII. 2.1.1. Especificaciones técnicas del Transmisor GDD.
 - VII. 2.1.2. Especificaciones técnicas del Receptor GDD GRx8-32.
 - VII. 2.1.3. Especificaciones técnicas del PAD Allegro.
 - VII. 2.1.4. Especificaciones técnicas de motor generador Honda.
 - VII. 2.2. Instrumentos de Magnetometría.
 - VII. 2.2.1. Instrumentos utilizados en el estudio de Magnetometría.
- VII. 3. Mapas magnéticos de Antabamba Bloque 2.
- VII. 4. Vista 3D de Susceptibilidad Magnética.
- VII. 5. Mapas de Cargabilidad Antabamba Bloque 2.
- VII. 6. Mapas de Resistividad Antabamba Bloque 2.

ANEXO VIII

- VIII.1. Reporte analítico SGS_sedimentos de quebrada
- VIII.2. Reporte analítico SGS_rocas
- VIII.3. Reporte analítico SGS_menas