

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MINERA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“ESTUDIO GEOQUÍMICO Y MODELO
GEOLÓGICO DEL PROYECTO CAÑARIACO
TIPO PORFIDO DE COBRE”**

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO

PRESENTADO POR:
ELSA POQUIS VILCAPASE

LIMA – PERU

2012

INDICE

Dedicatoria
Agradecimientos
Resumen

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	UBICACIÓN Y ACCESO.....	2
1.3	GEOMORFOLOGÍA, CLIMA, VEGETACIÓN.....	2
1.4	DATOS HISTÓRICOS.....	3
1.5	PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO Y OBJETIVOS.....	4
1.6	METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....	5

CAPITULO II

GEOLOGÍA REGIONAL

2.1	GEOLOGÍA REGIONAL.....	8
2.2	SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA.....	11
2.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	15

CAPITULO III

GEOLOGÍA DE CAÑARIACO

3.1	CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO.....	17
3.2	LITOLOGÍA.....	24
3.2.1	Intrusivos Porfíricos.....	29
3.2.2	Secuencia Volcánica.....	29

3.2.3	Brechas.....	31
3.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	35
3.4	ALTERACIONES HIDROTERMALES.....	37
3.4.1	Potásica.....	37
3.4.2	Fílica.....	37
3.4.3	Propilítica.....	38
3.4.4	Argílica.....	38
3.4.5	Argílica intermedia.....	39
3.4.6	Argílica avanzada.....	39
3.4.7	Silicificación.....	39
3.5	MINERALIZACIÓN.....	43

CAPITULO IV

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

4.1	GEOQUÍMICA DE SUPERFICIE.....	49
4.1.1	Metodología.....	50
	Cañariaco Norte.....	50
	Cañariaco Sur y Quebrada Verde.....	51
4.1.2	Análisis geoquímico por Cu, Au y Mo.....	52
	Cañariaco Norte.....	52
	Cañariaco Sur y Quebrada Verde.....	53
4.1.3	Tratamiento estadístico de los datos geoquímicos.....	53
4.1.4	Análisis de correlación de elementos.....	60
4.1.5	Planos geoquímicos de anomalías en rocas.....	63
4.1.6	Planos geoquímicos de anomalías en suelos.....	64
4.1.7	Niveles de prioridad de anomalías.....	65
4.2	PERFORACIÓN DIAMANTINA.....	75
4.2.1	Objetivo.....	76
4.3	GEOQUÍMICA DE SONDAJES.....	77

4.3.1 Metodología.....	77
4.3.2 Análisis Estadístico.....	78

CAPITULO V

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

5.1 METODOS GEOFÍSICOS APLICADOS EN CAÑARIACO.....	83
5.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS GEOFÍSICOS EN CAÑARIACO.....	84
5.3 COMPARACIÓN DE LOS DATOS GEOFÍSICOS Y ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE SUPERFICIE.....	89

CAPITULO VI

ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL

6.1 INTRODUCCIÓN.....	91
6.2 Modelo Geológico.....	92
6.2.1 Datos y Modelamiento.....	92
6.3 Datos utilizados para la estimación de recursos.....	95
6.4 El modelo de Bloques	96
6.5 Parámetros para la estimación de recursos	97
6.6 Densidad.....	99
6.7 Validación del Block Modelo	100
6.8 Clasificación de Recursos.....	102
6.8 Recursos Minerales clasificados.....	104

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

DEDICATORIA

“...A mis queridos padres, mi amado esposo y mi adorada hija”

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a la empresa Minera **Candente Resource Corporation**, por la oportunidad de realizar este trabajo y por el apoyo brindado durante el tiempo que pasé ahí, a todo el personal que me brindaron su apoyo y en especial a los Ingenieros Joanne Frezze, Enrique Bernuy, Piotr Lutinsky, Rob Vanegmond, Ted Muraro, Emilio Belizario, Karen Rebatta.

A los docentes y amigos de la UNI, en especial a los Ingenieros David Rojas, Atilio Mendoza, Dr. Rolando Carrascal, por sus respectivas tutorías del presente informe.

RESUMEN

El Proyecto “Cañariaco” está ubicado en la Cordillera Occidental de los Andes Peruanos dentro de la franja metalogenética de pórfidos de cobre, ubicado al norte del Perú.

El trabajo de investigación se ha dividido en tres centros porfiríticos: Cañariaco Norte, Cañariaco Sur y Quebrada Verde. Sólo Cañariaco Norte ha tenido trabajos importantes de exploración:

En Cañariaco Norte la geología de los alrededores se compone de andesitas, dacitas, riolitas y tobas volcánicas del Grupo Calipuy, roca huésped, que fueron intruídas por tres de fases intrusivas pórfiríticos y diques, éstos a su vez cortados posteriormente por tres fases de brechas mineralizadas, que finalmente produjo la mineralización.

La alteración está emplazada en todas las unidades litológicas, originando horizontes lixiviados, los diques inalterados, las fracturas y brechas post mineral están débilmente mineralizadas.

La mineralización está en los intrusivos porfiríticos y las distintas variedades de brechas. Los valores más altos de Cobre es mayor a 0.5% en calcopirita y calcosina asociado con alteración potásica, fílica y a veces argílica en el área Cañariaco Norte, que es el más desarrollado en el presente estudio.

En Cañariaco Sur y Quebrada Verde está localizado a 750m y a 1.5Km respetivamente al SW de Cañariaco Norte el cual hospeda rocas similares, compuesto por rocas volcánicas del Grupo Calipuy, las cuales fueron intruídas por dos pórfidos de composición biotítica-feldespático (BFP) y cuarzo-feldespato (QFP), los cuales han sufrido una erosión menor que el área de Cañariaco Norte.

Presentan un control estructural distrital de fallas que controlan la mineralización de orientación NO-SE, NE-SO, E-O y fallas locales, estructuras circulares, sin embargo las anomalías geoquímicas encontradas se alinean orientado al NE-SO a E-O, lo que demostraría la dirección favorecida, dirigida a esfuerzos principales en el proyecto Cañariaco (Cañariaco Norte, Cañariaco Sur y Quebrada Verde).

En Cañariaco Norte, se ha realizado, sólo la prospección geoquímica superficial en rocas y de suelos en Cañariaco Sur definiéndose, áreas anómalas Cu, Au, Mo y As, son correlacionados con las anomalías geofísicas de magnetometría terrestre é IP (inducción polarizada).

Los resultados de la fase inicial de prospección geoquímica superficial que definió zonas o blancos de perforación, con el cual se ha comprobado el comportamiento de la mineralización de Cu, Au, Mo en profundidad.

En Cañariaco Norte un total de 228 taladros fueron perforados, durante todas las campañas de exploración, el permitió definir una reserva de 622 MT, con una ley promedio de 0.35% de CuT, el modelo geológico y su posible viabilidad para su puesta en producción a tajo abierto.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Proyecto “Cañariaco” está ubicado al norte del Perú en la Cordillera Occidental de los andes peruanos. El presente trabajo, se ha orientado al estudio de las tres zonas de interés; Cañariaco Norte, Cañariaco Sur y Quebrada Verde, sólo la zona de Cañariaco Norte se ha desarrollado mayormente por tener trabajos más avanzados de exploración.

La geología de la propiedad se compone de unidades piroclásticas, tobas de composición andesita a dacita del grupo Calipuy, que fueron intruídas por tres fases ígneas de stock pórfíricos, y diques seguido de un evento de brechas tipo magmático, hidrotermal, mineralizadas con un control estructural local, y que varían en intensidad y el tipo de rocas, además de estilos de mineralización.

Fallas estructuras de orientación NO-SE a NNO-SSE y NE-SO, que controla principalmente grandes cuerpos y brechas, y un conjunto de estructuras con menor intensidad de dirección E-O, depresiones circulares en la zona de Cañariaco Norte y en Cañariaco Sur, siguiendo un rumbo NE.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESO

El Proyecto Cañariaco está ubicado al norte del país en el distrito de Cañares, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, está situado a 8 Km al suroeste del pueblo de Cañares, exactamente en la margen izquierda de la quebrada Jatún-Yaco (curso superior del río Cañariaco), con coordenadas geográficas longitud 79° 17 'W y latitud 6°05'S con una altitud entre 2.700 y 3.600 msnm, a 110 km. al noreste de la ciudad de Chiclayo y a 700 km. de la capital Lima.

El acceso al proyecto por la carretera pavimentada Chiclayo-Hda Batán Grande 50 km y a un desvío de carretera afirmada 67km Incahuasi–Huyllurpampa y luego una trocha carrozable Huyllurpampa-Cañariaco 32km.Ver FigN°1.

1.3 GEOMORFOLOGÍA, CLIMA, VEGETACIÓN

La topografía es generalmente escarpada se compone de una serie de valles profundos y crestas estrechas cubierta por bosques tropicales por debajo de 3000m y relativamente praderas ondulantes a más de 3000m.

El drenaje está controlado por el río Cañariaco de la quebrada Jatún-Yaco (curso superior del río Cañariaco) y la confluencia de las quebradas Oso y Norte, al Sur de la Quebrada Cañariaco. La vegetación es de pastizales abiertos en las crestas y llanuras en las elevaciones más altas.

La temperatura varía con la altitud, que oscilan entre 3°C y 20°C y la región recibe entre 830 y 1.700 mm de precipitación por año. La temporada de lluvias se produce entre los meses de noviembre y marzo.

1.4 DATOS HISTÓRICOS

La propiedad de Cañariaco se descubrió en el año 1970 durante un programa de exploración regional dirigido por el Servicio Nacional de Geología y Minería (INGEMMET) en cooperación con British Geological Survey team (Wilson, 1999). La exploración fue realizada con fases de exploración superficial y perforación en los '70 y '90 antes que Candente inicie sus trabajos.

La propiedad comprende siete concesiones contiguas. Tres zonas anómalas, Cañariaco Norte, Cañariaco Sur y Quebrada Verde que se han identificado en la propiedad.

En 1994 Placer Dome Exploration Inc. ("Placer Dome") tomo opción de la propiedad hasta 1997 y posteriormente Billiton Exploration y Mining Perú B.V. ("Billiton"), en 1999 donde ambas compañías completaron el programa de exploración éstas incluían mapeo, muestreo y perforación, Billinton realizó algunos ensayos de lixiviación secuencial. Durante estos periodos ambas compañías estimaron reservas de mineral de la propiedad. Placer Dome estimó en potencial mayor a 800 Mt @ 0.35% Cu y 365 Mt @ 0.5%Cu para Cañariaco Norte y Billiton concluye que Cañariaco Norte contiene un mínimo de 320 Mt @ 0.45% Cu. Candente comenzó la

exploración en enero del 2004 perforaron 36 taladros adicionando mas información a los 11 taladros antiguos que contaba la propiedad de Cañariaco hasta el 2008 que llegaron a 228 taladros perforados.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL TRABAJO Y OBJETIVOS

Cuando se empezó a trabajar en este proyecto, se contaba con la información de INGEMMET, Placer Dome y Billiton, cuya información fue tomada como base para el planteamiento y planeamiento de los trabajos de mapeo superficial y muestreo (chips y suelos), para confirmar y definir los posibles centros porfiríticos. Los objetivos son los siguientes:

- Mostrar al depósito de dentro del contexto geológico y metalogenético.
- Determinar el comportamiento geoquímico Cu-Au-Mo, en superficie y en profundidad, y establecer correlación respecto al cobre; en zonas de cobertura en zona montaña.
- Determinar respuestas geofísicas en las unidades litológicas.
- Establecer los controles estructurales y de mineralización.
- Proponer un posible modelo geológico de Cañariaco Norte.
- Obtener el Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

1.6 METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Los trabajos de gabinete y campo se detallan como sigue:

- Bibliografía: Recopilar todos los reportes, planos y estudios existentes, como un paso previo.
- Mapeo: Se efectuó el mapeo de los accesos, trincheras, litología, estructural y alteración a escala 1/2,500 utilizando como base una ortofoto de la zona e imágenes de satélite.
- Geoquímica: Se hizo muestreo de rocas selectivo en estructuras alteradas en Cañariaco Norte y muestreo de suelos superficial en la zona sur, se analizó algunos taladros claves para la geoquímica.
- Levantamiento y prospección geofísica que comprende IP/Resistividad y Magnética Terrestre fue que fueron levantadas en la campaña del 2004, ajustando las líneas geofísicas.
- Perforación diamantina: 228 taladros perforados se analizaron y se utilizaron para definir zoneamientos y para poder hacer estimaciones.
- Estudios Petrográficos y Mineralógicos: Fueron seleccionados muestras entre testigos y muestras de superficie de zonas no muy definidas. Los estudios fueron efectuados en el laboratorio de mineralogía en una Universidad Nacional del Perú, en Canadá y particularmente.

- Elaboración de planos y secciones geológicas: Se mapeó y compiló todos los mapeos de afloramiento se efectuó planos interpretativos litológicos, estructural y de alteración y correlación con el levantamiento geofísico. Teniendo la información de los logeos y relogeos se elaboró secciones modelos para el presente informe.
- Elaboración de planos geoquímicos teniendo en cuenta la compilación de la base de datos preliminares para hacer el análisis estadístico respectivo para un mejor entendimiento y planteamiento de zonas anómalas.
- Se realizó un estudio Geoestadístico de los datos obtenidos los cuales fueron compositados en un intervalo de muestra de 2 m, y se realizaron los variogramas experimentales y modelos de dirección de continuidad de las leyes con los que se ha generado la estimación de bloques y así elaborar un modelo geológico.
- Reporte final: Dadas las observaciones y resultados de toda la información anteriormente descrita se procedió a escribir el presente informe final.

PLANO DE UBICACIÓN



Figura N°1

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Figura: N° 1	PROYECTO CAÑARIACO PLANO DE UBICACION
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elsa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección:

CAPITULO II

GEOLOGÍA REGIONAL

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Los sistemas de pórfidos de Cobre se encuentra dentro del complejo de rocas volcánicas é intrusivas del Cenozoico y rocas sedimentarias del Mesozoico de la fosa tectónica occidental, estas secuencias albergan un conjunto de depósitos como sistemas pórfido Cu-Mo-Au (La Granja, Michiquillay, El Galeno, Chailhuagon...), sulfuros masivos (Tambo Grande), y sistemas epitermales (Sipán, Tantahuatay...) pertenecientes a las franjas metalogenéticas sub paralelas a la costa de origen asociado a márgenes de colisión de placas. Ver Figura N°2

En ésta región se presentan esquistos pelíticos del Complejo de Olmos, están cubiertos discordantemente por sedimentos marinos intercalados con pequeñas unidades volcánicas de la Formación La Leche de finales del Triásico / Jurásico temprano, estas formaciones están limitadas por una secuencia volcánica-sedimentaria a finales del Jurásico, denominada Formación Oyotún, las cuales fueron intruídas por una serie de ocurrencias porfiríticas, brechas y diques (Müller y Steiner, 1976; Minero

Perú, 2000), originando el levantamiento de la región y siendo erosionada en el Jurásico tardío y principios del Cretácico, luego durante el Cretácico temprano la sedimentación de origen marino de la región disminuyó y una secuencia cuarzo areniscosa regional se depositó discordantemente sobre las demás formaciones más antiguas (parte inferior del Grupo Goyllarisquizga).

Desde finales del Cretácico superior a la mitad del Terciario, 1500m de margas, lutitas y calizas fueron depositadas sobre la región, la sedimentación se detuvo abruptamente a principios del Terciario Temprano con la erupción y la deposición de las unidades volcánicas de las formaciones Llama y Porculla, que en conjunto integran el Grupo Calipuy. Un periodo de levantamiento y erosión seguida, una renovada actividad volcánica comenzó con el estallido de la Formación Huambos durante el Terciario Tardío, coronando la secuencia estratigráfica de la región (Congelar et al, 2002). Ver Figura N° 3.

AMBIENTE TECTÓNICO

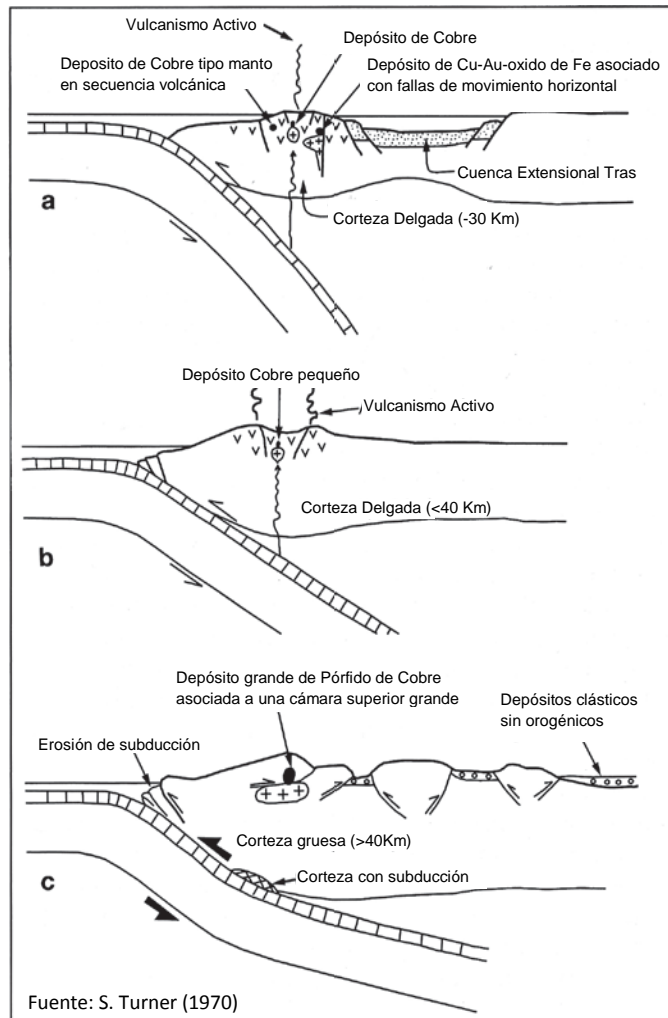


Figura N° 2

El ambiente tectónico de la orogenia andina relacionado con rocas volcánicas e intrusivas, ángulo de subducción y espesor de la corteza terrestre que dan origen a los yacimientos hidrotermales terciarios ubicados en la margen continental norte ejm..Cañariaco.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Figura: N°	PROYECTO CAÑARIACO AMBIENTE TECTONICO
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elsa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección:

2.2 SECUENCIA ESTRATIGRÁFICA

2.2.1 Complejo Olmos

Se denomina así a una secuencia de esquistos de naturaleza pelítica, con grado de metamorfismo menor que el complejo Marañón. Litológicamente consiste de sedimentos argilíticos metamorizados constituyendo esquistos pelíticos o cuarzosos. La edad de esta unidad no ha sido determinada, pero se asume que representa a rocas sedimentarias y volcánicas metamorizados a fines de precambriano.

2.2.2 Basamento Cretácico

Estratigráficamente las secuencia más bajas (inferiores) están representadas por unidades calcáreas y clásticas muy finos y gruesos cuyas edades van desde Jurásico-Cretácico (*Benavides, 1956*). Las rocas silicio clásticas consisten de cuarcitas, limolitas, lutitas algo calcáreas del Cretáceo Inferior (Grupo Goyllarisquizga) (*Wilson 1985*). Estos basamentos cretácicos son cortados y cubiertos posteriormente por los volcánicos correspondientes al Ciclo Magmático Andino.

2.2.3 Volcánicos Llama

Se conoce con este nombre por estar cerca al pueblo de Llama, es una unidad que contiene conglomerados rojizos intercalados con tobas piroclásticas. Esta formación sobreyace a la formación Chota por lo que su edad debe ser del Terciario inferior. En los alrededores de Llama, Chongoyape alcanza un espesor de 1000m. Las dataciones radiométricas

(K-Ar) efectuadas por *D. Noble (1999)*, dentro de esta formación arrojan 54.8+- 1.8 y 44.2+- 1.2 MA.

2.2.4 Volcánicos Porculla

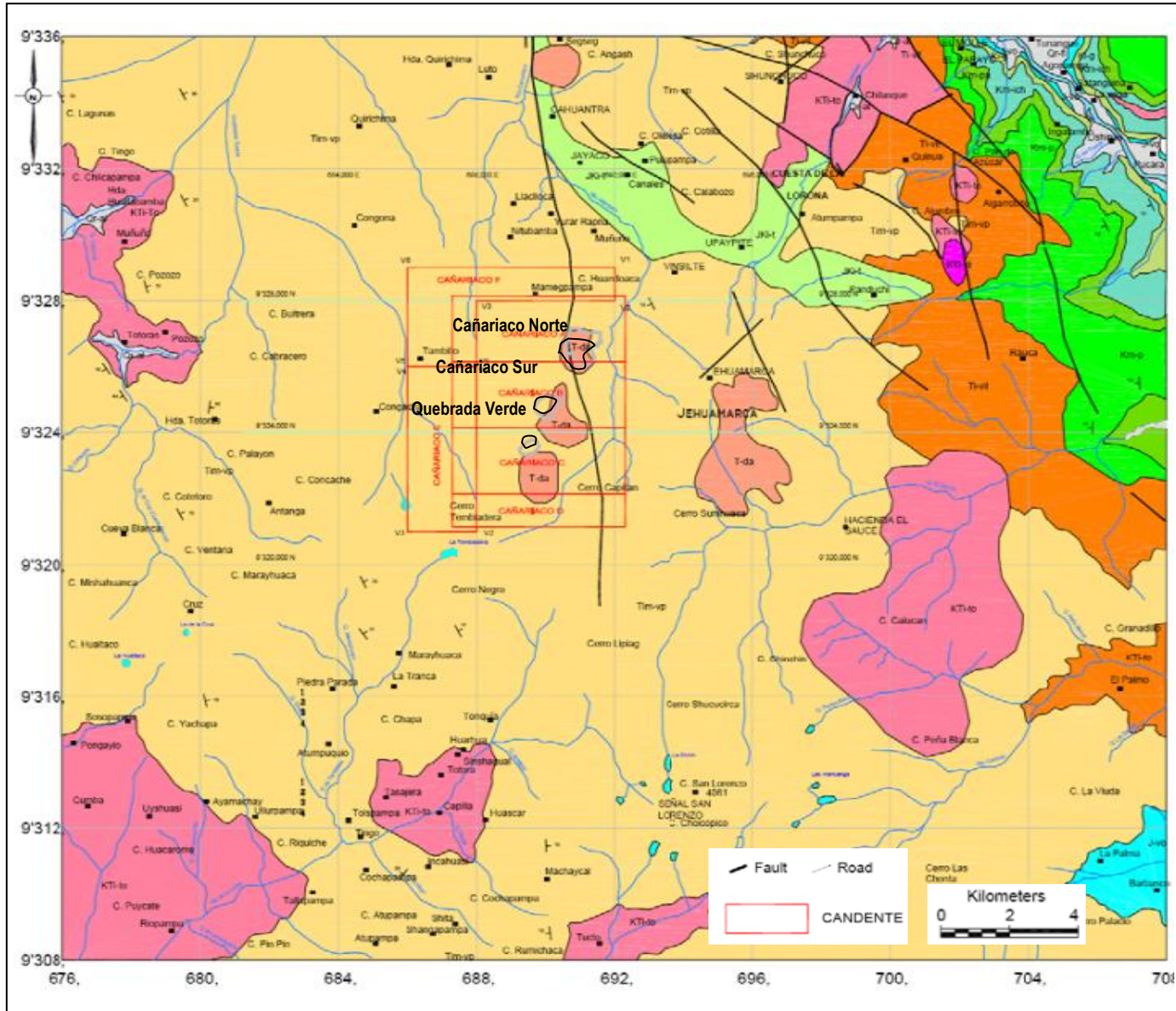
Se ubica en el abra de Porculla y mayormente hacia este de la divisoria continental, se ha identificado una secuencia volcánica gruesa de derrames y piroclásticos de composición mayormente ácida, con intercalaciones de andesíticas, presenta sills y stock en muchos lugares que conforman farallones en los principales cursos fluviales. Esta unidad sobreyace con cierta discordancia angular a volcánicos Llama.

Los cuerpos intrusivos y pórfiríticos, generalmente de composición dacítica, presentan disseminaciones de sulfuros. Pórfidos Michiquillay, La Granja y Cañariaco. Se considera que su edad es del mioceno.

2.2.5 Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas de la región pueden ser divididas en dos grupos predominantes: El batolito de la costa que aflora en el flanco occidental y el batolito Oriental que queda al Este de Pomahuaca, en una región boscosa, ocurren stocks de composición tonalita-granodiorita que instruyen a rocas cretácicas y terciarias, pequeñas intrusiones hipabisales como diques y cuerpos irregulares de cuarzo porfirítico y principalmente de composición dacítica, las cuales estarían asociadas a la mineralización. Ver Tabla1, Figura N° 3

PLANO DE GEOLOGÍA REGIONAL



ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	UNIDAD ESTRATIGRAFICA	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO		Holoceno	Depósitos fluvial y glacial	
			MEDIO	Porculla	T-da Dacita
MESOZOICO	TERCIARIO	TEMPRANO		Llana Fm.	
				Turoniano	
		TARDIO	Genoniano		Tonalita Diorita
	CRETACEO	MEDIO		Pullucana Grupo	
			Albiano		
		TEMPRANO	Aptiano		
JURASICO	TARDIO		Tinajones Fm.		
	MEDIO-TEMPRANO		Oyotún Fm.		

Figura N° 3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

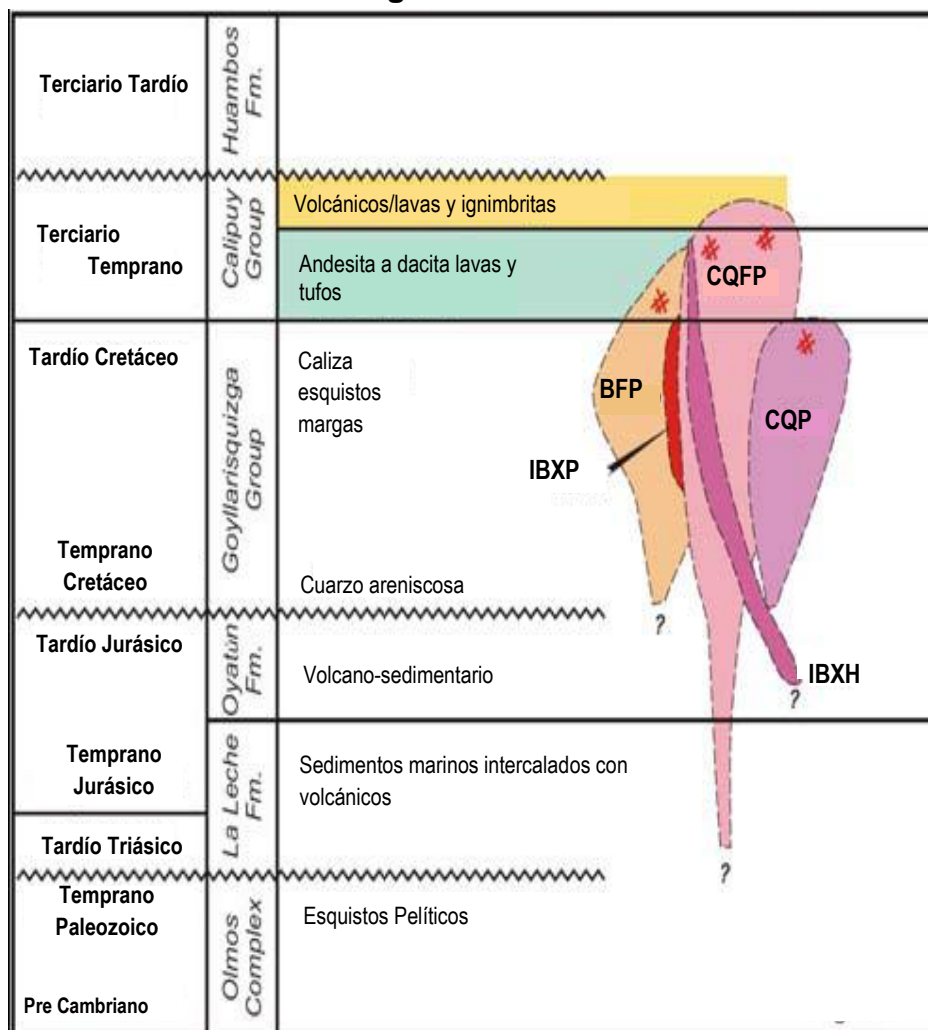
Figura: N°	PROYECTO CAÑARIACO PLANO DE GEOLOGIA REGIONAL
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elsa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección:

	<u>Edad</u>	<u>Formación/Grupo</u>	<u>Espesor (m)</u>	<u>Litología</u>
Terciario	Oligoceno	Fm. Porculla	1500	Dacita volcánica con piroclásticos andesíticos, flujos, brechas y limos.
	Paleoceno	Fm Llama	1200	Conglomerado basal cama roja, brechas, flujos, con algunas tobas, y algunas dacitas y riodacitas.
Discordancia Angular				
Cretáceo	Tardío	Gp. Pulluicana	700	Margas color gris oscuro a crema y lutitas intercaladas con arenisca menor.
		Fm. Pariatambo	300	Caliza y delgadas camas de pizarra bituminosa.
	Temprano	Fm. Inca	100	Caliza interestratificada con areniscas y pizarras bituminosas.
		Fm. Chulec	50	Calizas grises con margas y calizas de color crema.
		Discordancia		
	Gp. Goyllarisquizga	300	Arenisca de color blanco a castaño y cuarcitas intercaladas con pizarra gris y lentes de carbono.	
	Discordancia Angular			
Jurásico	Temprano-Tardío	Fm. Tinajones	1000	Tobas, areniscas, pizarras, cuarcitas y conglomerados.
		Fm. Oyotún	500	Piroclásticos andesíticos, flujos y brechas.
	¿Discordancia Angular?			
PreCambriano	Tardío	Complejo Olmos	?	Esquisto pelítico.

<u>Rocas Intrusivas</u>		
Terciario	Tardío	
	Medio	Pórfido de cuarzo Dacita
	Temprano	Granodiorita
Cretáceo	Tardío	Tonalita
	Medio	Diorita

Tabla N° 1
Secuencia Estratigráfica Regional

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA GENERALIZADA
Figura N° 4



2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Es controlada por un tren distrital de fallas con una tendencia noroeste-sureste, fallas transversales a unos 7 km al noreste de la propiedad, ambas fallas son rastreadas por kilómetros; lo más probable es que éstas fallas se han reactivado y que han heredado la longitud de las estructuras del basamento subyacente, una serie de menor escala subparalela al noreste-sureste se producen fallas a nivel local dentro de la zona dando lugar a la alteración y mineralización asociada, el conjunto más pequeño de fallas de orientación NO a SE al control del emplazamiento de diques, sin embargo las anomalías geoquímicas encontradas se alinean orientado al NE-SO a E-O, lo que demostraría la dirección favorecida, dirigida a esfuerzos principales según (Murphy, 2004).

Depresiones circulares han sido identificados por una interpretación SLAR imagen (Murphy), de una extensión de 8x10Km, que abarca la Quebrada Verde, Cañariaco Sur y Norte en conjunto como centros intrusivos, interpretación en imágenes Landsat é imágenes Aster. Ver Figura N° 5.

IMÁGENES LANDSAT Y ASTER

FIGURA N° 5

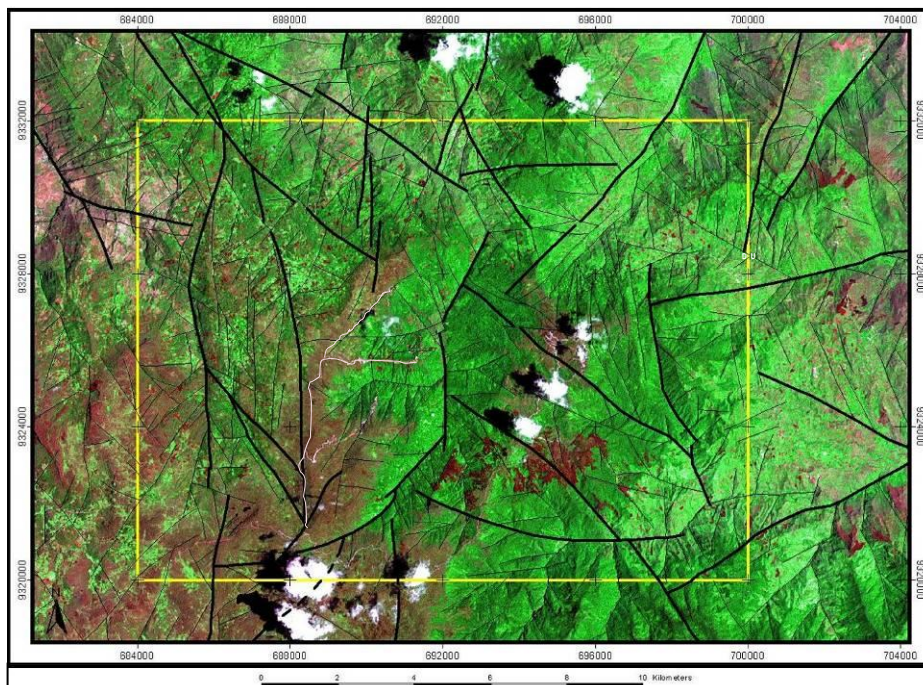
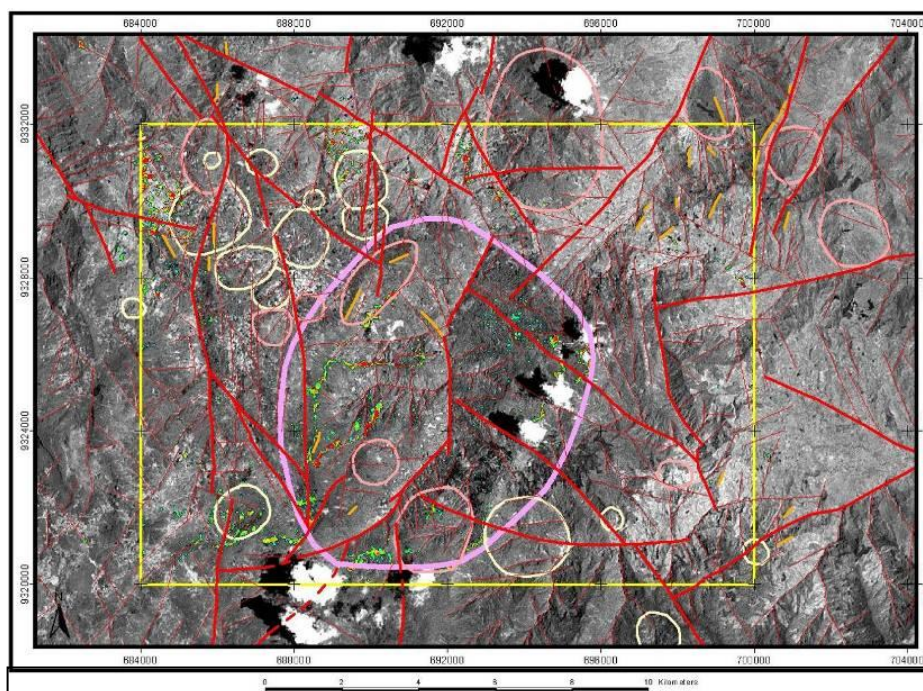


Imagen de Landsat combinación de bandas 7-4-2, se aprecia la geomorfología, fallas mapeadas; el color de la imagen parecido al natural, útil para delinear unidades litológicas, vegetación es verde brillante, vegetación rala es de color café.



En imagen Aster intensa alteración (jarosita, arcillas) se muestran en puntos de colores y el círculo magenta delimita toda el área de interés.

CAPITULO III

GEOLOGÍA DE CAÑARIACO

3.1 CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO

El proyecto Cañariaco, se ubica en la Cordillera Occidental de los Andes, de edad Miocénica, al noroeste del proyecto La Granja, exactamente en la margen izquierda del río Jatun Yaco (río Cañariaco).

El proyecto se divide en tres zonas de interés (ver fig. N°6 foto N°1y2), Cañariaco Norte, Cañariaco Sur y Quebrada Verde.

Cañariaco Norte tiene la forma un cuerpo alargado con un eje norte-noroeste y al sur-sureste del eje, aproximadamente 1,7 km largo y de 1,1 km de ancho. Tres fases intrusivas forman el halo principal de la zona mineralizada, los intrusivos fueron cortados posteriormente por brechas mineralizadas que finalmente produjo la mineralización de cobre; los intrusivos y brechas son estructuralmente débiles para el emplazamiento.

La roca huésped son los flujos piroclásticos de andesita predominan mayormente al Oeste, Norte y Sur, en la parte más alta y en el lado Este del complejo intrusivo de más baja altitud donde las dacitas y riolitas que

subyacen a las andesitas piroclásticas. En Cañariaco Norte las unidades intrusivas comprenden aprox. el 55-60% del depósito, las brechas alrededor del 30-35% y pre-mineral volcánicos alrededor del 5-10%. El depósito está limitado por una zona de lixiviada que varían de espesor (0 a 120m), donde la mineralización se sobreimprime en un evento que causó la lixiviación de la calcopirita y presenta un conjunto de alta sulfuración compuesta por pirita, calcosina, covelita; enargita y bornita subordinado (Sillitoe, 1999).

Sillitoe considera que la sobreimpresión debe ser el causante del enriquecimiento supergénico que causa que el contenido de cobre hipógeno aumenta su contenido metálico en un 50%. Ver Figura N° 7 y 8.

Siete principales unidades de roca reciben la mayoría de la mineralización de cobre en Cañariaco Norte. Ver la Tabla N° 2.

Tabla N° 2: Descripción de unidades litológicas Cañariaco Norte.

Unidades	Código Roca	Tipo Roca	Descripción
Brechas	IBxP	Brecha (joven)	Brecha Polimíctica
	TBX	Brecha (medio)	Brecha Turmalina
	IBxH	Brecha (antigua)	Brecha Hidrotermal
Intrusivos	FP	Diques	Dique Pórfido Feldespato
	CQP	Intrusivo (joven)	Porfido Cuarzo Grueso
	BFP	Intrusivo (medio)	Pórfido Feldespato Biotítico
	CQFP	Intrusivo (antiguo)	Pórfido Cuarzo Feldespato
	VC	Volcánico Calipuy	Pre-mineral andesita, dacita y volcánico riolita

En Cañariaco Sur situado al aproximadamente 750m al Sursuroeste de Cañariaco Norte y hospeda similares rocas porfíricas como al Norte. Wilson (1999) describió a la zona Sur como Grupo Calipuy rocas volcánicas intruídas por pórfidos biotítico y de pórfido cuarcífero (monzonita). El stock de cuarzo monzonita parece ser la más antigua y más grande en tamaño de aproximadamente 750 por 500 metros, mientras que las zonas que invaden la diorita de cuarzo monzonita medida de valores alrededor de 100 por 50 metros. Con un centro dominado por alteración potásica con mineralización calcopirita-bornita-molibdenita.

Quebrada Verde a 1.5 Km al suroeste de Cañariaco Sur, de aprox. 1kmx750m, se describe como pórfido biotítico que intruían a las rocas volcánicas del Grupo Calipuy (Wilson, 1999). Con una mineralización sorprendente con una dirección este-oeste.

Los datos de muestras de suelos de rocas y de perforación sugieren una zonificación mineralización concéntricos como forma de ancho "anillo" de baja ley de cobre y de elevados valores de oro a lo largo del borde interior y elevado los valores de molibdeno en el borde exterior.

VISTA PANORÁMICA DEL PROYECTO CAÑARIACO

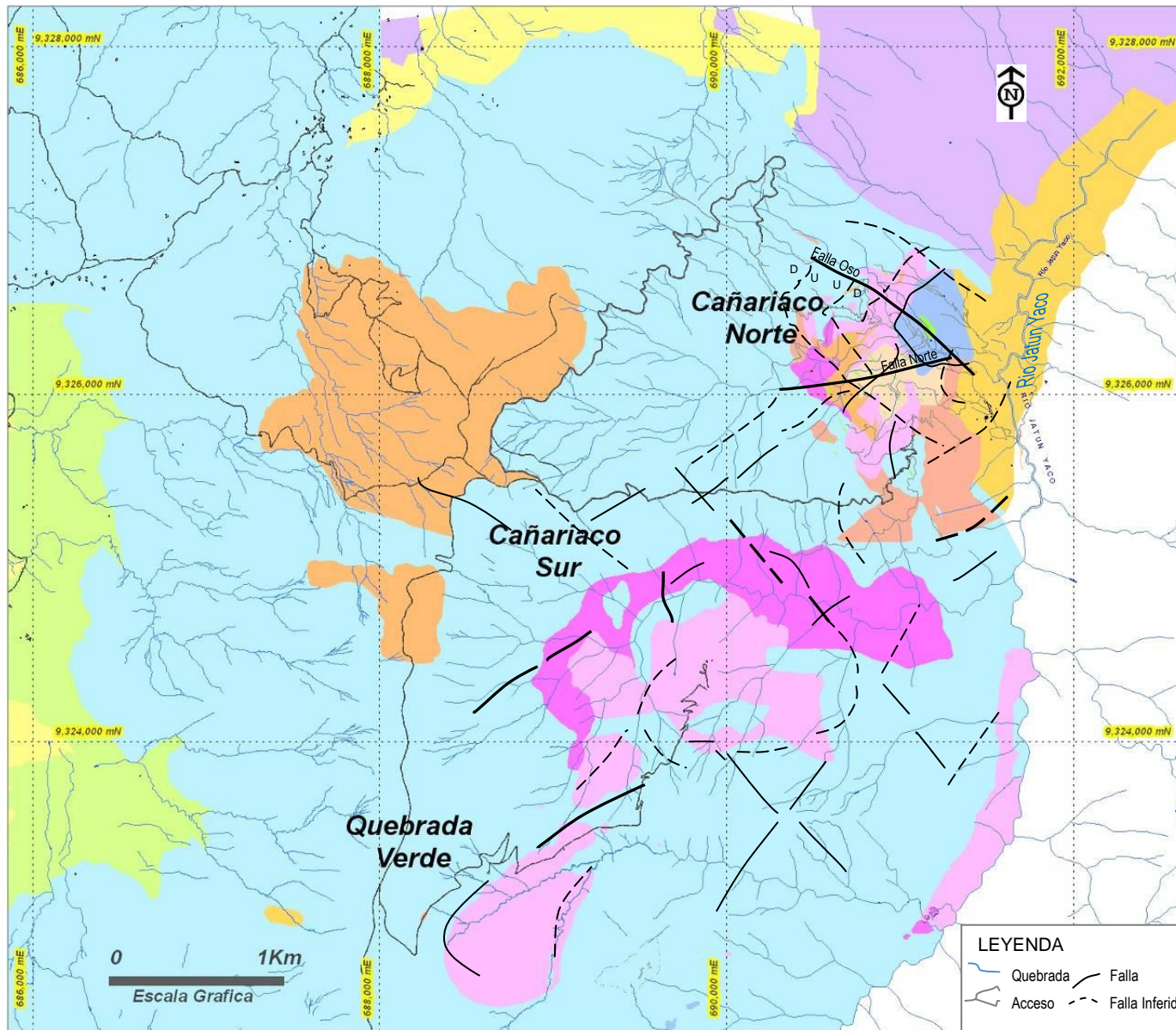
(Foto tomada mirando al Oeste) Foto N°1



VISTA PANORÁMICA CAÑARIACO NORTE (Foto mirando de Sur a Norte) Foto N° 2



MAPA LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL INTERPRETATIVO DE CAÑARIACO

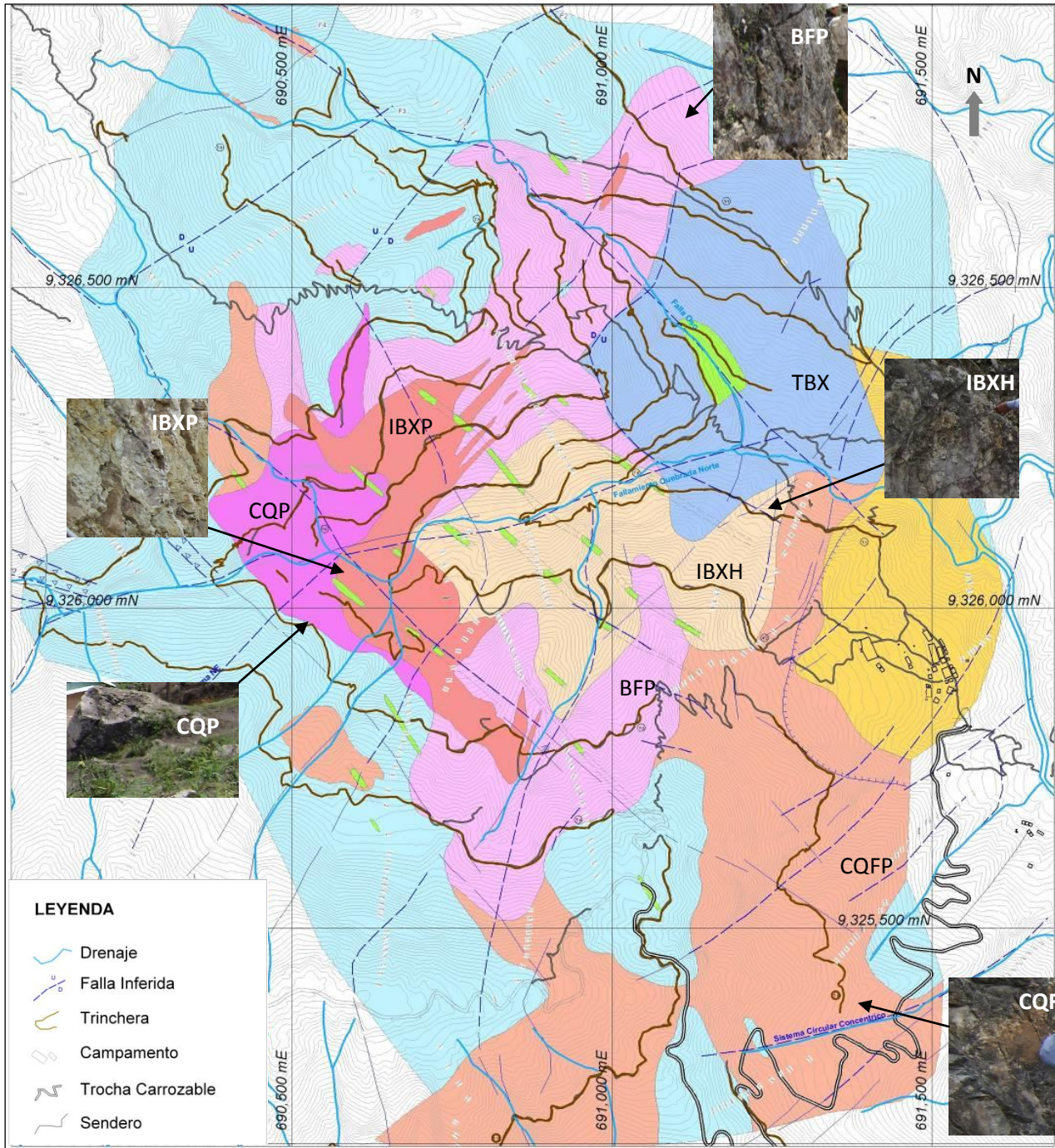


LITOLOGIA	
TARDIO - FASE MINERAL	
IBXP	Brecha Ignea Hidrotermal Polimictica
TBX	Brecha Turmalina
IBxH	Brecha Hidrotermal Intrusiva
INTERMINERAL - FASE MINERAL	
FP	Dique pórfido feldespato
CQP	Pórfido de Cuarzo Grueso
BFP	Pórfido Feldespato Biotítico
CQFP	Pórfido Cuarzo Feldespato
TEMPRANA - FASE MINERAL	
DAF	Flujo Brecha Andesita(Lahar-aglomerados)
DTV	Secuencia Volcánica Calipuy
APV	Volcánico Andesita Porfirítica grano fino
RALT	Ceniza retrabajada /Tufos líticos
IDL-da	Lapilli Tufo Dacítico
IDL-da	Toba Lítica Dacítica

Figura N° 6

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Figura: N°	PROYECTO CAÑARIACO MAPA LITOLOGICO Y ESTRUCTURAL DE CAÑARIACO
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elsa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección:

LEYENDA	
	Quebrada
	Falla
	Acceso
	Falla Inferida



MAPA LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL INTERPRETATIVO DE CAÑARIACO NORTE

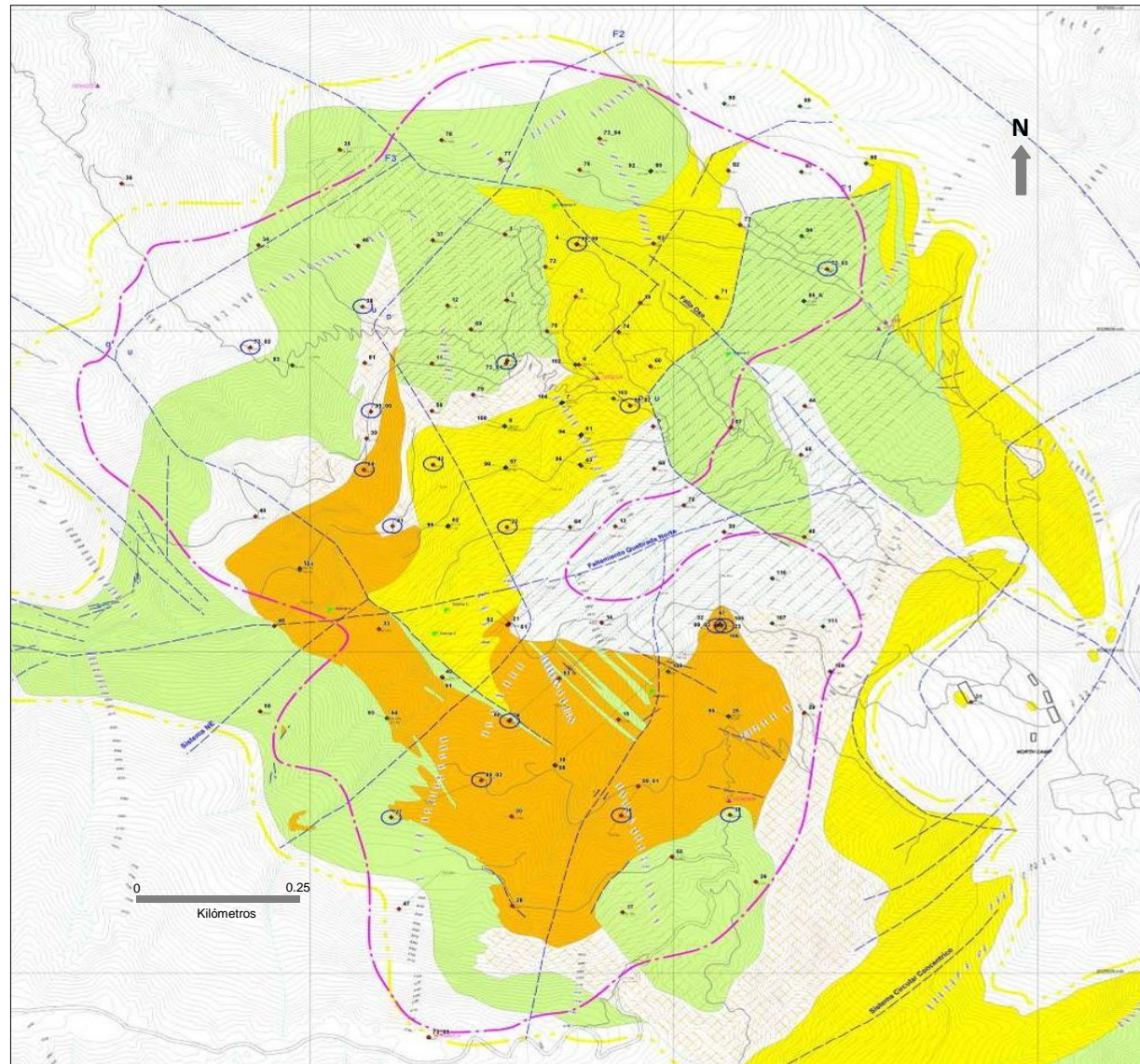
LITOLOGIA	
TARDIO - FASE MINERAL	
IBXP	Brecha Ignea Hidrotermal Polimíctica
TBX	Brecha Turmalina
IBxH	Brecha Hidrotermal Intrusiva
INTERMINERAL - FASE MINERAL	
FP	Dique pórfido feldespató
CQP	Pórfido de Cuarzo Gueso
BFP	Pórfido Feldespato Biotítico
CQFP	Pórfido Cuarzo Feldespato
TEMPRANA - FASE MINERAL	
VC	Andesita/Dacita Porfírica (V. Calipuy)

Figura N° 7

LEYENDA	
	Drenaje
	Falla Inferida
	Trinchera
	Campamento
	Trocha Carrozable
	Sendero

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Figura: N°	PROYECTO CAÑARIACO MAPA LITOLÓGICO Y ESTRUCTURAL INTERPRETATIVO DE CAÑARIACO NORTE
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elisa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección:

MAPA DE ALTERACIONES INTERPRETATIVO DE CAÑARIACO NORTE




ALTERACIONES

Color/Modo de Dibujo	Alteración	Minerales Predominantes	Occurrencias	Minerales Accesorios
(Yellow)	Argilica Supergena	Arcillas + Oxidos Fe	caolinita	OxFe (Zona Liviviada)
(Light Green)	Propilitica	Chl-ep-sm-py	clorita, epidota	calcita, magnetita, pinta
(Yellow-Green)	Argilico	ka-ill	caolinita	illita, Smectita
(Green)	Argilico Intermedio	chl-sm-ser-clays / ill-sm-chl	clorita, sericita, esmectita	caolinita, dickita, montmorillonita, epidota, py
(Orange)	Argilico Avanzado	po-dickita-alunita	pirofillita, dickita, caolinita	sericita, diaspora, alunita, pinta, hematita
(Orange-Red)	Filico	qtz-ser-py	sericita, cuarzo	muscovita, illita
(Red)	Potasico	K-biotita hidrotermal mag - chl	biotita secundaria / Fp K, magnetita	anhidrita, actinolita, clorita, magnetita

COMBINACIONES DE ALTERACIONES

Gráfica	Alteraciones	Ensamble	Principales Alteraciones	Minerales Accesorios
(Yellow & Orange)	Argilica & Débil Filica	chl-ill-sm-ka-ser	ser, sm, ill, ka	turmalina
(Light Green & Orange)	Propilitica & Débil Intermedia Argilica	Chl-ep-sm-mag chl-sm-ser	chl, sm, ser, mag	ep, qtz
(Yellow-Green & Orange)	Argilica & Moderada Filica	chl-ill-sm-ka-ser	ser, sm, ill, ka	Turmalina
(Light Green & Red)	Propilitica & Débil Potásica	bt secundaria-mag chl-ep-sm	bt secundaria, magnetita clorita, epidota	esmectita, illita
(Yellow & Red)	Argilica & Débil Propilitica	ka-ill-chl ep-sm-mt	ka, ill, chl, mag	ep
(Orange & Red)	Filica & Débil Argilica			

Figura N° 8

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Figura: N°	PROYECTO CAÑARIACO MAPA DE ALTERACIONES INTERPRETATIVO DE CAÑARIACO NORTE
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elsa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección: WGS 84 ZONA 17

3.2 LITOLOGÍA

3.2.1 Intrusivos Porfiríticos

Las tres principales fases de intrusivos y van de mayor a menor presencia, pórfido de cuarzo feldespato (CQFP), pórfido feldespato biotítico (BFP) y pórfido de cuarzo grueso (CQP) son:

- **Pórfido de cuarzo feldespato (CQFP)**

Contiene 1-3% ojos de cuarzo, color gris-hialino, 35% de fenocristales de feldespato, 5% y 3% hornblenda /biotita, y se interpreta como una diorita inalterada.

- **Pórfido feldespato biotítico (BFP)**

Se compone de 3-5% de cuarzo, 15-20% feldespato fenocristales, 5-2% de biotita (5mm) euhedral y trazas de hornblenda y se interpreta como una granodiorita, en la composición.

- **Pórfido de cuarzo grueso (CQP)**

En forma inalterada CQP tiene mayormente sílice masivo, 10-5% de cuarzo, un 15-20% de feldespato euhedral y relictos de biotita, y se interpreta como una monzonita de cuarzo.

- **Diques Pórfido feldespato (FP)**

Post los intrusivos y pre brechas, varían en grosor que van de 2y30m. Los diques tienen una matriz de grano fino con fenocristales de feldespato 3a10mm y hornblenda 2-8 mm, éstos a su vez están intactos dentro de los intrusivos y generalmente buza de noroeste a sureste, con una caída fuerte al suroeste, pero los diques se producen un giro mayor a (> 10 m) y débilmente fracturado dentro de los cuerpos de las brechas.

FOTOS DE INTRUSIVOS PORFIRÍDICOS

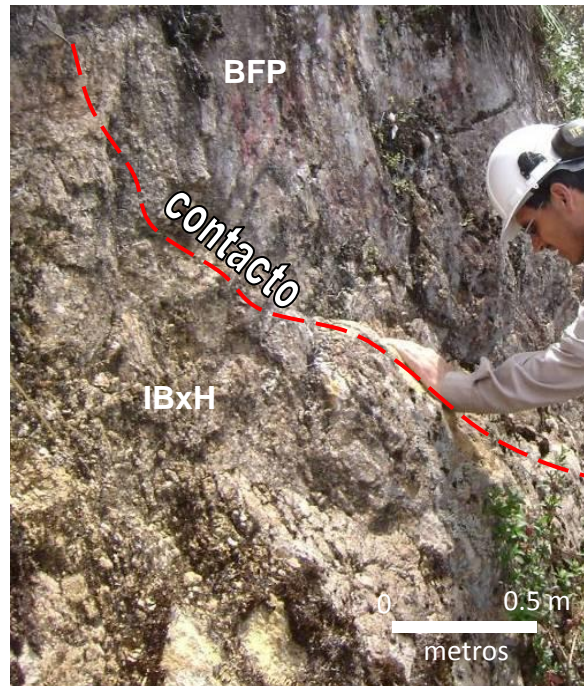


Foto N° 3: Pared de una trinchera; donde se muestra el contacto litológico entre pórfido feldespato biotítico (BFP) y la brecha ígnea hidrotermal (IBxH). Alteración cuarzo sericita en BFP, y argílica en IBxH.



Foto N° 4: Se observa en la trinchera, la roca pórfido feldespato biotítico (BFP), con una alteración cuarzo sericita.



Foto N° 5: Se aprecia en corte de trinchera, roca tipo pórfido Cuarzo Feldespato con una alteración cuarzo sericita.



Foto N° 6: En la foto, se muestra afloramientos de roca del tipo CQP (cuarzo grueso porfirítico), nótese que se presenta como una roca con una alteración incipiente se presenta en la zona periférica.

FOTOS MACROSCÓPICAS DE INTRUSIVOS PORFIRÍTCOS

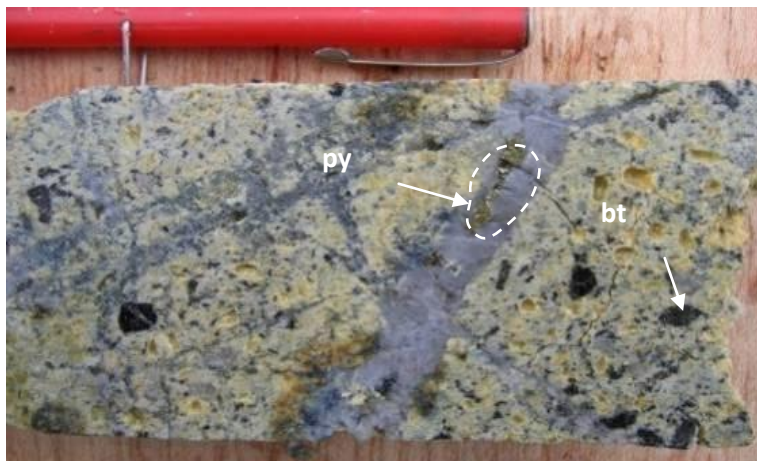


Foto N° 7: BFP Pórfido Feldespato Biotítico. Con alteración argílica intermedia, venas de cuarzo stockwork con pirita, Calcopirita y calcocita con 0.63% Cu.

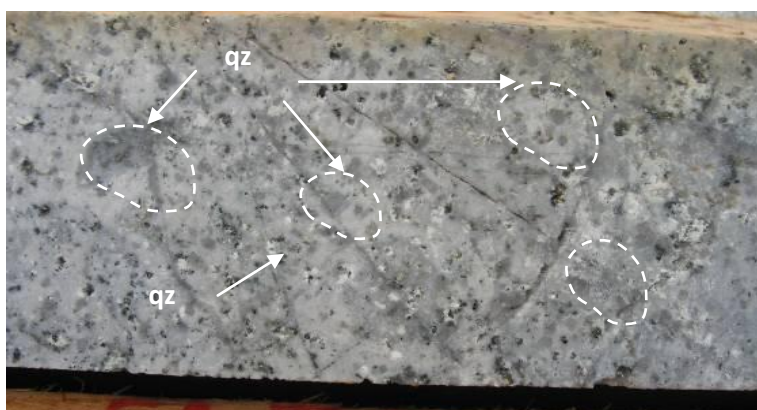


Foto N° 8: CQP Cuarzo Porfirítico Grueso, generalmente con alteración fílica, con calcosina diseminada con 0.3% Cu.



Foto N° 9: CQFP pórfido Cuarzo Feldespato. Con alteración cuarzo sericita con stockworks de cuarzo, contiene py-cc-cv.



Foto N° 10: FP Pórfido feldespato diques, masa de grano fino y fenocristales de feldspatos y hornblenda.

3.2.2 Secuencia Volcánica

Conformado por los volcánicos Calipuy, roca huésped pre-mineral, es una secuencia de tobas dacita con intercalaciones de tobas riolíticas. En la parte superior de estas secuencias se encuentran flujos de lava de andesita porfírica, y piroclastos.

- **Andesita volcánica porfírica (VC)**

Una secuencia de roca huésped que contiene una cantidad menor de mineralización de cobre, de textura porfírica con fenocristales de hornblenda.

- **Tufo Dacítico (VC)**

Secuencia de composición dacítica que se encuentran sobreyaciendo a la secuencia volcánica de andesita porfírica, variando su granulometría de grano medio a grano fino.

FOTOS MACROSCÓPICAS DE SECUENCIA VOLCÁNICA



Foto N° 11: VC Andesita Volcánica Porfirítica con alteración argílica con sobreimpresión de argílico, venas de cuarzo con smectita é illita. Cu 0.68%.



Foto N° 12: VC Tufo Dacítico de grano fino con alteración Fílica, venas de cuarzo stock work con calcocita.

3.2.3 Brechas

Los cuerpos de brecha son posteriores a las fases intrusivas antes mencionados se clasifican en tres grandes tipos que van de mayor a menor presencia: Brecha hidrotermal (IBxH), turmalina brecha (TBX) y polimícticos brecha (IBxP). Las unidades de las tres brechas, están compuesta principalmente por fragmentos de unidades intrusivas porfíricas, la matriz es de probable origen hidrotermal.

- **Brecha hidrotermal Intrusiva (IBxH)**

La brecha hidrotermal IBxH está compuesta principalmente por fragmentos de BFP mineralizado y fragmentos de CQFP que han tenido poco o ningún transporte y por lo tanto son angulares a subangulares. La matriz de IBxH no realizó importante mineralización de cobre y la clasificación se debe principalmente a partir de los fragmentos mineralizados. Cerca de las márgenes que se produce la crackel brecha hacia el interior de la matriz se clasifican compatibles.

- **Brecha Ígnea polimíctica (IBxP)**

La brecha IBXP se clasifica como una brecha hidrotermal de etapa tardía. La unidad IBXP lleva leyes de cobre de importantes. Contiene fragmentos sub redondeados a redondeados de VC, CQFP, BFP, CQP e IBxH en la matriz.

Dentro de de ésta unidad hay varios pulsos de las cuales la última es una micro brecha fluídizado con microfragmentos redondeados <3mm transversal a todas los pulsos. El cuerpo IBXP tiende a ser más errático en forma transversal. Muchas brechas y diques cortan a los intrusivos y brechas pre- existentes controladas por las estructuras del NorEste.

- **Brecha de turmalina (TBX)**

La brecha TBX es un cuerpo que está ampliamente extendida en la zona emplazada en la margen noreste de los cuerpos intrusivos.

Tiene una matriz de grano fino, con algunos clastos de BFP, CQFP y IBXH. Esta matriz se compone de cuarzo de grano fino y turmalina.

FOTOS DE SUPERFICIE



Foto N° 13: En la foto, se muestra una plataforma de perforación, en roca brecha ígnea polimíctica, (IBXP) nótese fragmentos líticos de tamaños variados 2cm a 40cm de BFP, CQP de fragmentos de roca sub-redondeados, fracturas subverticales, zona de mayor interés por el alto contenido de leyes de cobre, zona central.



Foto N° 14: En la foto, se muestra una brecha ígnea hidrotermal, con una estructura de cuarzo.

FOTOS MACROSCÓPICAS DE BRECHAS

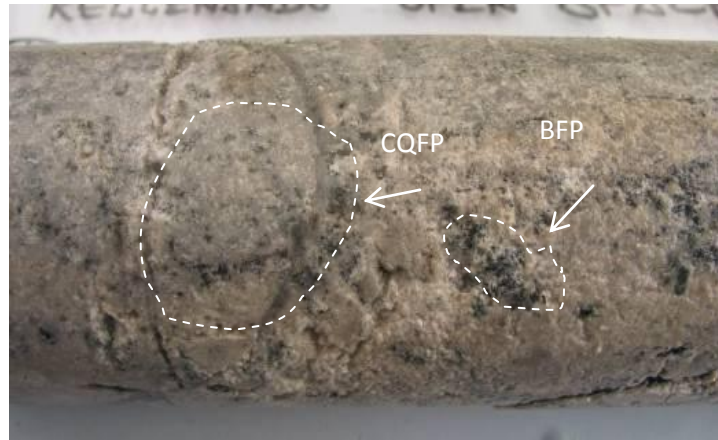


Foto N° 15: IBxH Brecha Hidrotermal, con dikita, pirofilita, relleno de espacios abiertos, ensamble py-cv, cc-qz-py, en.



Foto N° 16: IBxP Brecha Polimíctica, brecha / silicificación con pirita masiva diseminada, calcocina y calcopirita.



Foto N° 17: TBX Brecha de Turmalina, matrix de cuarzo fino y turmalina.

3.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Presenta tres sistemas de fallas conjugadas de rumbo noroeste-sureste y noreste-suroeste y Este-Oeste que controlan el emplazamiento de las fases intrusivas en Cañariaco Norte. Además, estas fallas forman corredores estructurales de la última etapa de brechas y están asociados a la alteración y mineralización. El conjunto de sistemas de fallas locales controlan la tendencia de diques post mineral. Se presentan fallas de tipo tensional y tras-tensional, dentro de rocas milonitizadas. Las fallas tienen un rumbo dominante Noroeste-Sureste y Noreste Suroeste, los controles basados en la forma de las intrusiones son las conjugaciones de tres sistemas NNE-SSO, NNO-SSE y/o ONO-ESE. Las fallas NO son de bajo ángulo con un desplazamiento vertical de escala regional, estas fallas muestran foliación milonítica y son las que controlan el desplazamiento ígneo. La Quebrada Norte está controlada por una estructura Este a Oeste denominada Falla Norte el cual controla el emplazamiento de brechas hidrotermales en Cañariaco Norte, y la Quebrada Oso está controlada por una estructura regional de orientación noroeste sureste denominada Falla Oso.

Tipos de Venillas.- Dentro de los sondajes de perforación se han observado tipos de venillas características de los pórfidos. Venillas tipo "A", son venillas tempranas compuestas por qz-py-cpy-bn, de 2cm a 10cm, son mas sinuosas ó sigmoidales. Venillas tipo "B", son venillas de etapa intermedia compuestas por qz con sutura central con mineralización cpy, py, bn, son rectilíneas sus paredes, contienen molibdeno en la sutura central y en los halos de la venilla. Venillas tipo "D",son venillas de etapa tardía con halo de sericita, compuesta de sutura central de sulfuros cp, py, minerales sulfuros base (sp,gal). Venillas tipo "M", son venillas de mt,py,py de espesor menor a 0.5m.

TIPOS DE VETILLAS

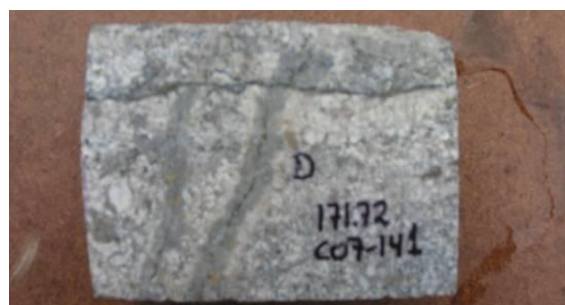
PORFIDO	TIPO DE VETILLAS			
	A	B	D	M
CQFP	x	x		
BFP		x	x	x
CQP		x	x	
VETILLAS	ENSAMBLE			
A	Qtz-py			
B	Qtz-Py-Cpy, Qtz-Cpy-ortosa, Qtz-Cpy-Bo-Cc-Py, Qtz-Mo			
D	Py-Cpy, Cpy, Py-En			
M	Qtz-Mag-Cpy/Ortosa			



FotoN°18 Vetilla tipo A, venilla sigmoidal qtz-py-cpy-bo en CQFP con alteración fílica.



FotoN°19 Vetilla tipo B, venilla de qz-ortosa-cpy en clasto de VC, cortada por otra evento posterior de cpy-py-ch, a la venilla y a clastos de VC y BFP (IBXP).



FotoN°20 Vetilla tipo D, venilla de py, con halos de sericita cortada por venilla posterior de py-bornita, en CQP.



FotoN°21 Vetilla tipo M, venilla de mt,cpy,py, de espesor menor a 0.5cm, en clasto de CQP, con alteración propilítica.



FotoN°22 Otro tipo de vetilla, sinuosa-bandeado, anhidrita en la parte central, luego py-hm hipógena-bornita trazas con halos de pirofilita-dikita de color blanquecino, en BFP.

3.4 ALTERACIONES HIDROTERMALES

Todas las unidades litológicas se han visto afectadas por la alteración, con los siguientes tipos potásica, propilítica, Fílica, argílica, y silícico. La alteración fílica y argílica dominan en la parte superior del depósito en los primeros 50 a 300 m en la mitad sur del depósito y los primeros 100 m a 150 m en la mitad norte del depósito (excluidas las sobrecarga y la tapa de lixiviados), dando paso a la alteración potásica a profundidades de más de 150m, en la parte central a intermedia se superpone y en parte una sobreimpresión de alteración fílica, argílica y argílica avanzada. La alteración Silícico y propilítica ocurre principalmente cerca de las márgenes del depósito. La intensidad de la alteración está directamente relacionada con la intensidad de las fracturas al noreste y al noroeste, en las brechas polimícticas.

3.4.1 Potásica

La alteración potásica consiste en proporciones variables de feldespato potásico y biotita secundaria, clorita y magnetita, asociadas con la deposición de la calcopirita y menor bornita.

3.4.2 Fílica

La alteración fílica incluye sericita y cuarzo con concentraciones variables de cuarzo en vetillas y stockworks (0,5 cm a 1,5 cm de espesor), asociados con la deposición de calcosina,

covelita, y menores proporciones de tennantita y digenita. Comúnmente con una superimposición de la alteración argílica. Esta alteración ocurre dentro del pórfido cuarzo feldespato y biotita-feldespato, unidades pórfido de cuarcífero y brechas polimícticas. La última etapa de alteración fílica se ha extendido a lo largo de las fallas noreste y noroeste, afectando distalmente a las unidades de brechas polimícticas.

3.4.3 Propilítica

Alteración propilítica comprende illita, clorita, epidota y esmectita, asociados con deposición calcopirita y menor bornita. Se encuentra principalmente en la margen y fuera de los depósitos, o localmente puede ocurrir dentro del depósito. Alteración propilítica puede extenderse por grandes distancias fuera del complejo intrusivo brecha en los bordes con las rocas volcánicas, se asocia con alteración silícico cerca de las márgenes del depósito.

3.4.4 Argílica

La alteración argílica se compone de caolinita e illita asociados con la deposición de calcosina, covelita y en menor proporción tennantita y digenita. Se asocia comúnmente con alteración fílica, afectando partes de las unidades de pórfido cuarzo feldespato pórfiríticos y biotita-feldespato y unidades de brecha polimíctica.

3.4.5 Argílica intermedia

Conformado por el ensamble clorita – esmectita-sericita mas arcillas se halla en la parte intermedia del depósito.

3.4.6 Argílica avanzada

La alteración argílica avanzada tiene un ensamble alunita, caolinita, pirofilita, y dickita, asociados con la mineralización de enargita, calcosina, covelita, tennantita y en menor cantidad digenita. Está asociada a la última etapa de la alteración fílica, afectando a las brechas polimícticas, y afectado también variablemente en el borde a las unidades de pórfidos (pórfido cuarcífero y pórfido feldespatos).

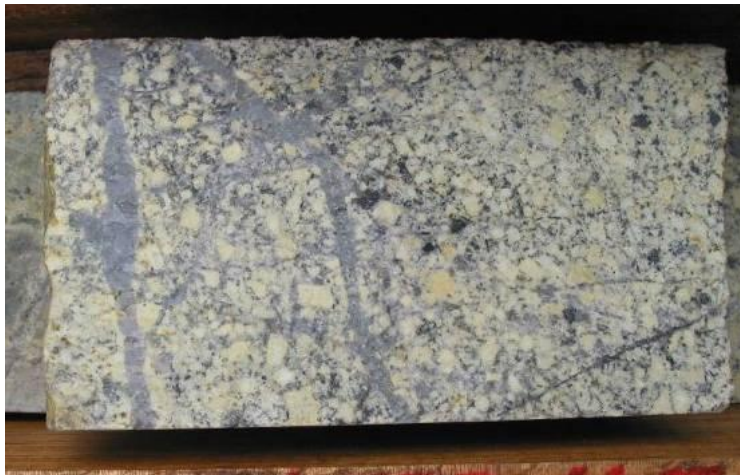
3.4.7 Silicificación

Alteración silícica comprende sílice de grano muy fino en forma pervasiva, asociados con calcopirita y bornita en proporción menor, se encuentra principalmente en los márgenes de depósito, pero también localmente ocurren dentro del depósito, la alteración silícica pueden extenderse más allá del complejo de brecha intrusiva y dentro de las rocas volcánicas que bordean el proyecto.

FOTOS MACROSCÓPICAS DE ALTERACIONES



FotoN°23: Alteración Fílica con Calcocita diseminada con 0.52% Cu, ensamble qtz-sericita-pirita +/- ka, en CQFP.



FotoN°24: Alteración Potásica en roca BFP, ensamble feldespato potásico, biotita secundaria, magnetita, clorita.



FotoN°25: Alteración Argílica. El ensamble caolinita-illita.

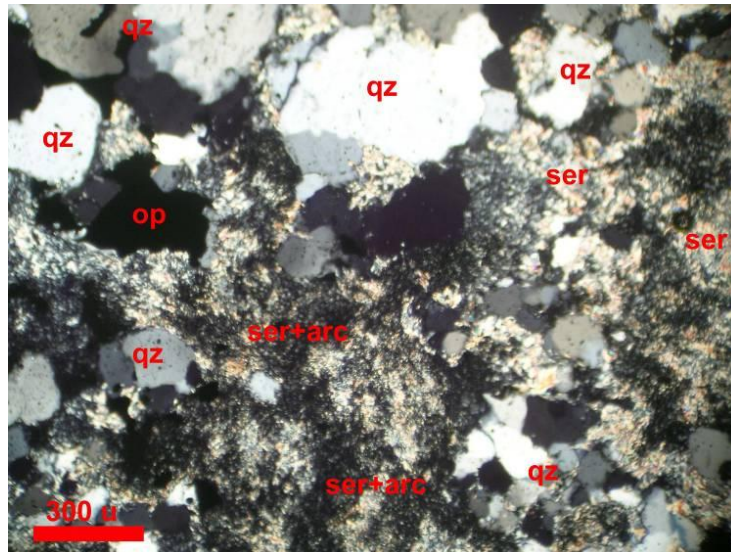


FotoN°26 Alteración Argílica Intermedio, clorita-esmectita-sericita.

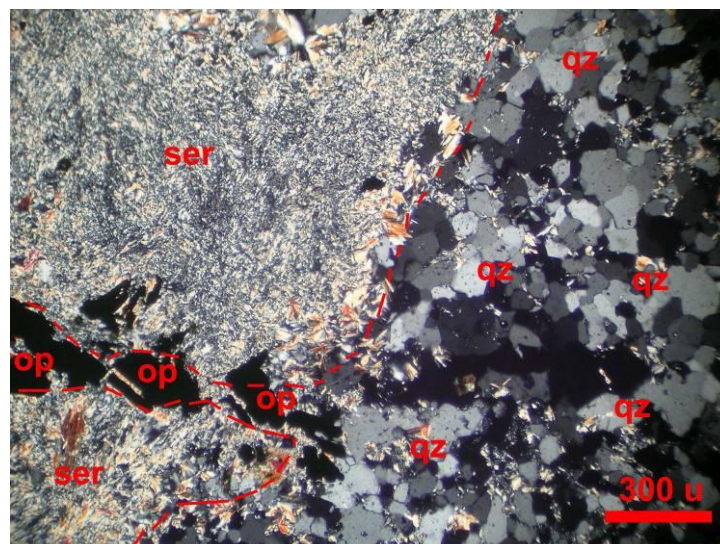


FotoN°27: Alteración Argílica avanzado. pirofilita - alunita - caolinita - illita.

MICROFOTOGRAFÍAS DE ALTERACIÓN



Microfotografía N° 1: Muestra de CQP a Sección Delgada, nicoles cruzados, se observa agregados microgranoblásticos de cuarzo (qz) mostrando intersticios rellenos por el agregado microlaminar de sericita (ser) que se ha originado por la alteración de las plagioclasas preexistentes, donde se aprecian a algunos minerales opacos (op) diseminados y la superposición de las



Microfotografía N° 2: CQFP. Sección Delgada, nicoles cruzados, se observa moldes de fenocristales de plagioclasa que están ocupadas por el agregado microlaminar de sericita (ser) a la cual ha dado origen por alteración, están rodeados por la matriz integrada por el agregado microgranoblástico de cuarzo (qz) con diseminaciones de minerales opacos (op). 40X.

3.5 MINERALIZACIÓN

La mineralización está compuesta por tres zonas de la siguiente manera: una "zona de lixiviada", subhorizontal con valores de cobre en el rango de .03 - .05% de cobre compuesto por un conjunto de óxidos de hierro como goethita-hematita-jarositita con sulfatos de cobre y de espesor variable de 6 -50m, una "zona de enriquecimiento" que parece estar controlada estructuralmente con valores de cobre en el rango de 0.6-1.5% Cu compuesto por pirita, calcosina-covelita-digenita y de espesor variable entre 0 - 116 metros y una "zona primaria" con valores de cobre en el rango de 0,25-0,40% Cu y se compone de remanentes de sericita-arcilla-clorita, con sobreimpresiones locales de fílica y / o argílica en forma diseminada y relleno de fracturas con calcopirita-pirita, bornita y con espesor variable de 89-266m. Localmente la zona de enriquecimiento es débilmente mineralizada debido a un desarrollo incompleto de mineralización calcocita / covelita hipógena.

La pirita es más abundante que los anteriores. Estas zonas no son necesariamente sub horizontales y parecen coincidir con las zonas de fallas.

Zona de Lixiviación

La zona de lixiviación se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 72 metros. En conjunto está asociado con la alteración de arcilla-pirita con óxidos de hierro (goetita-jarositita-hematita). Además, en las proximidades de las fallas, se produce una sobreimpresión argílica donde la permeabilidad es mayor. La hematita en general aumenta con la profundidad y se presenta en vetillas y en diseminaciones, y parece ser localmente derivado de la calcosina en profundidad. En la superficie, los valores de Cu a partir de muestras de roca

por esquirra promedio 0,03% Cu. Sulfatos de cobre (malaquita, por ejemplo) se han observado en altitudes ligeramente inferiores.

Zona de enriquecimiento secundario hipógeno

A diferencia de Cañariaco Sur, donde predominan alteración potásica con calcopirita y bornita con menores cantidades de pirita, Cañariaco Norte es rica en mineralización de cobre con pirita que sufrió alteración potásica temprana, además de una serie de grandes del eventos de sobreimpresiones ricos en pirita como " alteración argílica intermedia " (sericita -illita), " argílica avanzada " y una final "fílica" (cuarzo-sericita-pirita-turmalina). La sobreimpresión de alta sulfuración ha causado la introducción lixiviación de alta sulfuración de la calcopirita y conjunto compuesto de pirita-calcosina-covelita (digenita), enargita-bornita. Contenidos de cobre se incrementaron en más del 50% en esta sobreimpresión de alta sulfuración con contenido de cobre, mientras que disminuyeron en la sobreimpresión final de alteración "fílica". Las zonas están separadas en función del grado de mineralización de cobre, de la mineralogía y la alteración de la siguiente manera: una "zona de lixiviación" superior general es seguido por una "zona de enriquecimiento", seguido de una "zona mixta" compuesto por dos primaria calcopirita-bornita con desarrollo incompleto de la mineralización pirita-calcosina-covelita. La zona primaria es la zona más baja compuesta por la mineralización hipógena de calcopirita, bornita -pirita. La mineralización del contenido de cobre en las litologías son: (> 0,5%) en BFP y IBxP. (0,35% a 0,5% Cu) en IBxH, CQP, (0,2% a 0,35% Cu) en CQFP, TBX, VC y FP (<0,2%).

FOTOS DE ZONAS DE MINERALIZACIÓN

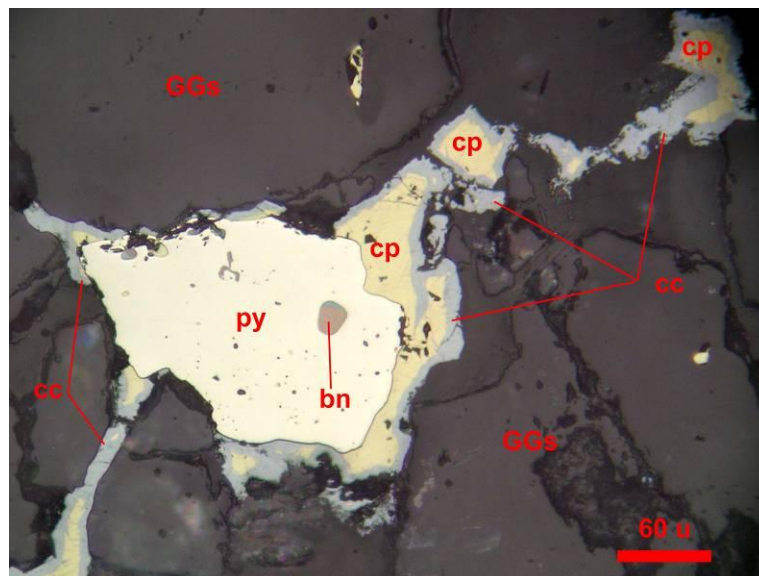


Foto N° 28: En la foto, se muestra una trinchera cuesta abajo en la parte baja zona de lixiviación cerca a la quebrada zona de óxidos muy lixiviada, también nótese el paisaje agreste.

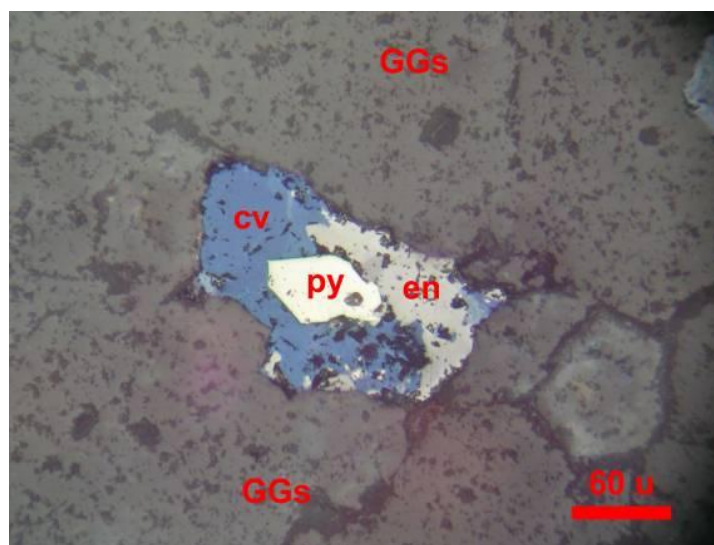


Foto N° 29: En la foto, se muestra una zona de óxidos, arcillas muy lixiviada, presencia de malaquita, y arcillas.

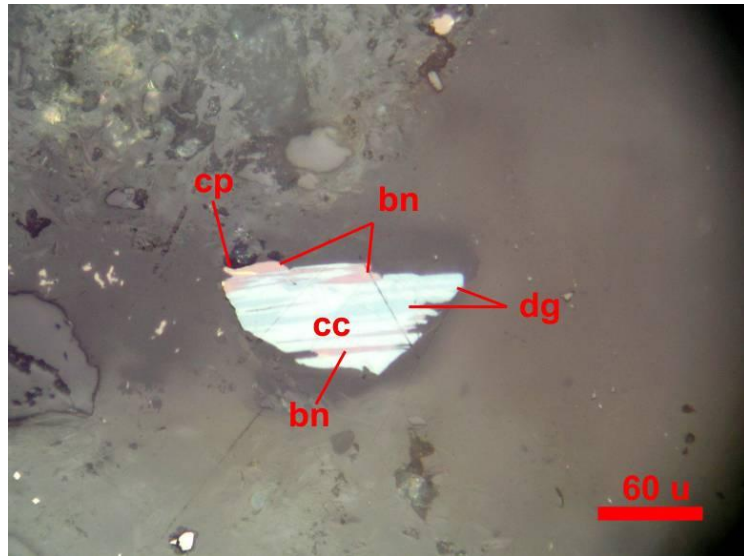
MICROFOTOGRAFÍAS DE MINERALIZACIÓN



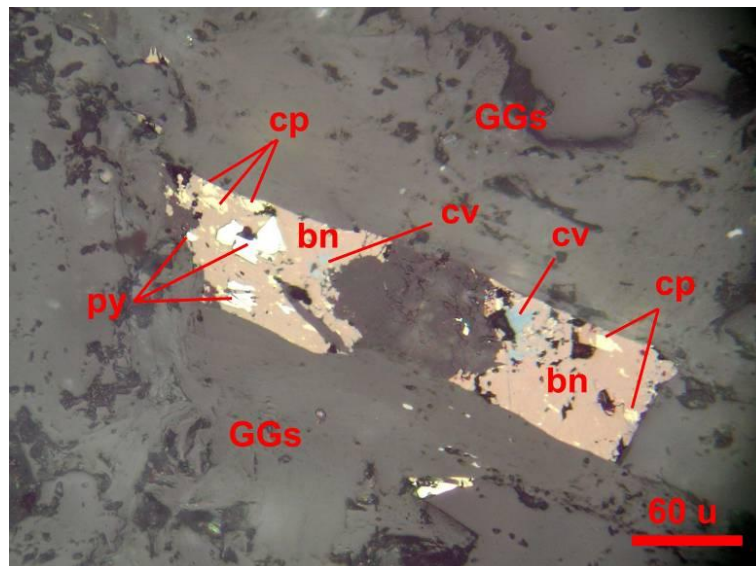
Microfotografía N° 3: BFP, Muestra de sondaje a 120m de profundidad, microcopia de minerales opacos. Cristal anhedral de pirita (py) parcialmente englobado y reemplazado por la calcopirita (cp) y por la calcosita (cc); nótese también a la calcosita (cc) que ha reemplazado y cortado parcialmente a la calcopirita (cp). Una de las oquedades de la pirita está rellena por la bornita (bn). Todos estos minerales en conjunto están como relleno de los intersticios de las gangas (GGs). 200X.



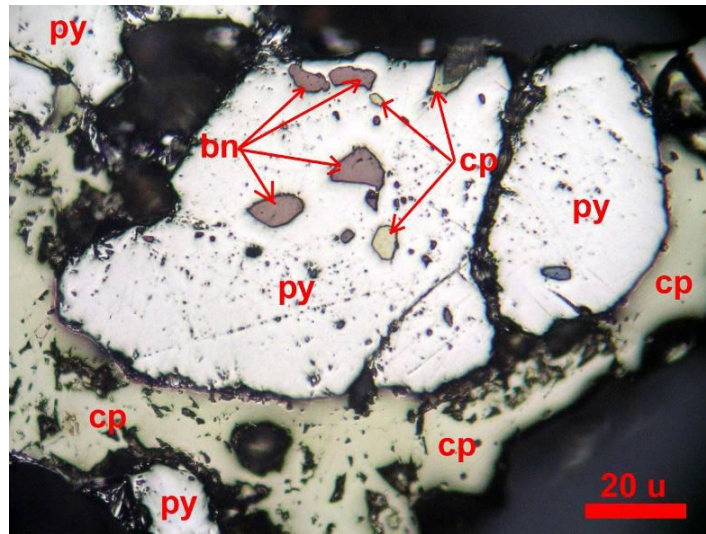
Microfotografía N°4 Muestra de sondaje en IBXP a 233,20 m de profundidad. microcopia de minerales opacos. Cristal de pirita (py) englobado y reemplazado por la enargita (en) y por la covelita (cv), donde se puede apreciar que la covelita procede de la alteración de la enargita (en); están como relleno de los intersticios de las gangas (GGs). 200X.



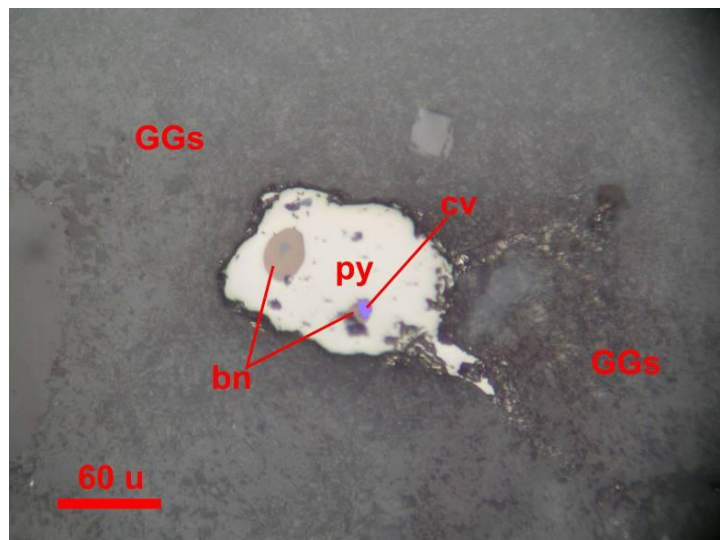
Microfotografía N°5 BFP, muestra de sondaje a 354,35 m de profundidad. Muestra de sección pulida de minerales opacos de sondaje en roca BFP a 354,35 m al norte de Cañariaco Norte, con Calcosita (cc) intercrecida con la bornita (bn) donde se aprecia a la digenita (dg) que se origina por alteración de ambas. 200X.



Microfotografía N°6 BFP, muestra de sondaje a 354,35 m de profundidad. Muestra igual a la anterior. Remanentes esqueléticos de la pirita (py) y de la calcopirita (cp) están dentro de la bornita (bn), la cual ha ocupado el molde del mineral de alteración. Como alteración de la bornita (bn) se encuentra la covelita (cv). 200X.



Microfotografía N° 7 Muestra sección pulida minerales opacos, (IBXH) a 314.87 m de profundidad. Cristal anhedral de calcopirita (cp) rodeando y reemplazando a la pirita (py) microfracturada; dentro de la pirita se observan algunas de sus porosidades rellenas por cristales de calcopirita (cp) y de bornita (bn). Magnificación: 200X.



Microfotografía N° 8 Muestra sección pulida minerales opacos, IBXH a 123,30 m de profundidad. Cristal anhedral de pirita (py) que está diseminada en la ganga (GGs), exhibe oquedades que están rellenas por la bornita (bn) y por la covellita (cv). 200X.

CAPITULO IV

PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

4.1 GEOQUÍMICA DE SUPERFICIE

El Proyecto Cañariaco (Norte, Sur, Quebrada Verde) pertenece a la cuenca de Huancabamba, conformada principalmente por el Río Jatun Yaco (Río Cañariaco) y dos afluentes a ésta que son Quebrada Norte y Quebrada Oso. El Río Cañariaco es un río de cuarto orden, con gradiente pronunciada y caudal de agua regular y constante.

Los trabajos de muestreo geoquímico de superficie se realizaron con la finalidad de tener posibles zonas con anomalías Cobre, Oro, Molibdeno y su posible correlación geoquímica con los distintos elementos guías con los cuales están asociados. Si bien se hizo un tratamiento estadístico para obtener rangos propios para el proyecto Cañariaco, en muchos casos fue necesario usar o ajustar al rango distrital y regional para los pórfidos ubicados en el cinturón miocénico del norte (Rio Blanco, Cañariaco, La Granja y Michiquillay), con el propósito de obtener consistencia en nuestra interpretación.

La exploración superficial geoquímica y perforaciones en la propiedad del Proyecto Cañariaco (Norte. Sur. Quebrada Verde) se ha llevado a cabo en cuatro grandes periodos: 1969-1971, 1994/97,1998-1999 y 2004-2008.

4.1.1 Metodología

CAÑARIACO NORTE

La metodología de muestreo superficial en Cañariaco Norte fue sedimentos de corriente, suelos y chip de roca (Rock Chip), estos trabajos fueron realizados previamente por diversas compañías mineras, en la última etapa de muestreo sólo se ha llevado a cabo programas de muestreo menores de superficie en roca en canales y re muestreo de algunas trincheras antiguas.

1969-1971 Ingemmet llevó a cabo muestreos de sedimentos de corriente, suelos, chips de roca y en la zona Cañariaco Norte como parte de una prospección regional en el norte del Perú, las muestras fueron analizadas, tanto para cobre y molibdeno (Flores. 1971). No se tiene información de localización ni ensayos de las mismas.

1994-1997 Placer Dome llevó a cabo sus muestreos en las zanjas principalmente debido a la falta de afloramiento natural dentro del área de Cañariaco Norte, en ésta zona se realizó 2200 m de trincheras, con lo cual se expusieron gran parte de los afloramientos en las zonas densamente boscosas. Una colección de 715 muestras de roca se obtuvieron en las concesiones del proyecto, sobre todo de los alrededores de la zona de

Cañariaco Norte, estos fueron analizados para Au, Cu, Mo y algunos para Ag.

1998-1999 Billiton realizó un remuestreo en todas las trincheras.

2004-2008 Candente realizó un muestreo de 148 muestras en las trincheras, chip, canal selectivo y en alrededores de Cañariaco Norte. Ver tabla N° 3.

En el área de Cañariaco Norte no se ha realizado trabajos de muestreo geoquímico de suelos sistemático.

Tabla N° 3

CAÑARIACO NORTE	
TIPO DE MUESTRA	NUMERO
Canales	1427
Chip	554
Total	1981

CANARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

En Cañariaco Sur y Quebrada Verde se realizaron un muestreo sistemático de suelos una malla geoquímica con líneas siguiendo la orientación NS. La separación entre líneas fue 200m y estas muestras fueron tomadas cada 50m siguiendo el mismo rumbo de la línea, el muestreo de suelos a lo largo de estas líneas se ha realizado usando las herramientas manuales.

Se realizaron calicatas con una dimensión de 50cm x 50cm con una profundidad aproximada de 1.5m, muestreándose en el horizonte B en algunas circunstancias, pero poniéndose en énfasis en el muestreo en el horizonte C muy próximo al afloramiento, se muestreo en forma de cruz los cuatro frentes (2 pulgadas aprox. de ancho), un total de 4 kg luego se cuarteo y se envió a laboratorio 1 a 1.5 kg en peso para su análisis respectivo. Ver tabla N°4

Tabla N° 4

CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE	
TIPO DE MUESTRA	NUMERO
Líneas	604
Total	604

4.1.2 Análisis geoquímico por Cu, Au y Mo

Los análisis geoquímicos del proyecto Cañariaco se realizaron en varios laboratorios: como ACT LABS, ALS CHEMEX, tanto para rocas como para suelos para algunos elementos guías, Au, Cu Total, As, Mo, Zn, Pb, (Fuente tomada de BILLITON).

Cañariaco Norte se obtuvieron un total de 1981 muestras de roca por elementos de Au, Cobre Total, Mo, Ag, As, Zn, Pb y se analizaron 148 muestras de superficie las que fueron analizadas por oro, cobre total y 35 elementos por análisis ICP.

Cañariaco Sur se obtuvieron un total de 604 muestras para suelos fueron analizadas por Au, Cu total, Pb, Zn, Mo.

4.1.3 Tratamiento estadístico de los datos geoquímicos

En el tratamiento estadístico se ha realizado la caracterización, la determinación e interpretación de los principales parámetros y distribución de los resultados de los ensayos de datos geoquímicos de superficie.

Básicamente de cada data de suelos y rocas se ha calculado los siguientes parámetros: la media, valor máximo, valor mínimo, mediana, moda, varianza, desviación estándar.

Estos datos se han representado en forma de cuadros o gráficamente como histogramas, curvas de acumulación de frecuencias y correlación bivariantes.

Cañariaco Norte

En el proyecto Cañariaco Norte para el cálculo intervinieron todas las muestras de rocas, se calculó la frecuencia logaritmo de los valores de Cu ppm. Au ppb, luego usando la frecuencia acumulada se calculó el Background a 50% y el Threshold al 95% cuyos valores logarítmicos correspondientes son Cu ppm 2.58 y 3.41 respectivamente. Calculando el antilogaritmo los valores del Background y Threshold siendo estos 386 y 2628. y de Au 1.568 - 2.173. BG=37ppb y TH=149ppb. Ver tabla N° 5

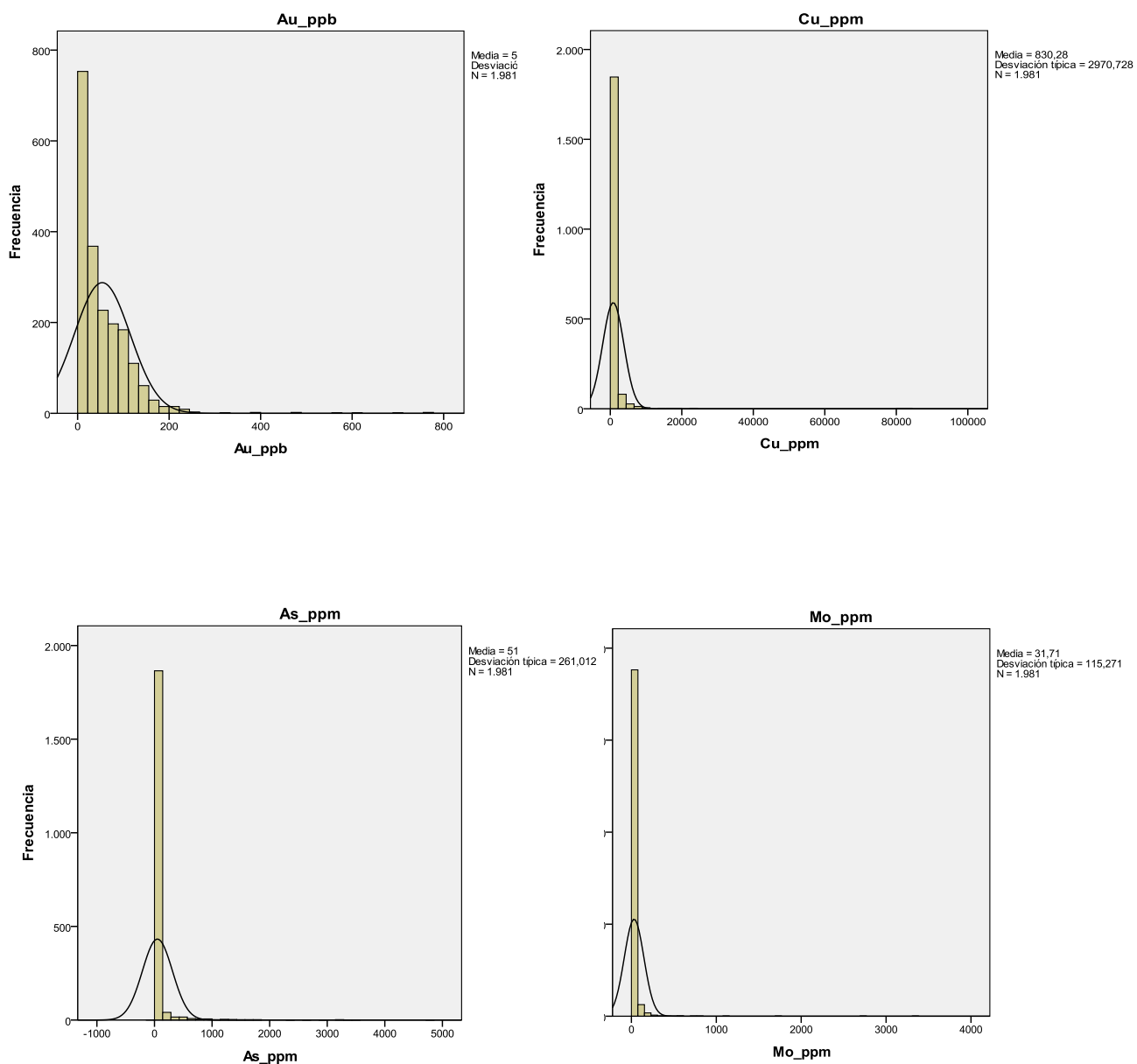
CAÑARIACO NORTE

Tabla N°5 Cuadro del resultado de datos estadísticos

		Au_ppb	Cu_ppm	Mo_ppm	Ag_ppm	As_ppm	Zn_ppm	Pb_ppm
N	Válidos	1981	1981	1981	1981	1981	1981	1981
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0
Media		53.77	830.28	31.71	.50	51.00	22.81	8.51
Mediana		37.00	386.00	18.00	.00	.00	.00	.00
Moda		0ª	300	5	0	0	0	0
Desv. típ.		61.000	2970.728	115.271	1.256	261.012	65.415	31.700
Varianza		3721.000	8825225.533	13287.437	1.578	68127.447	4279.138	1004.920
Asimetría		3.979	21.763	21.111	7.700	10.119	4.923	8.833
Error típ. de asimetría		.055	.055	.055	.055	.055	.055	.055
Curtosis		33.127	579.356	527.975	102.979	128.345	31.602	101.870
Error típ. de curtosis		.110	.110	.110	.110	.110	.110	.110
Rango		766	83751	3342	25	4849	785	495
Mínimo		0	0	0	0	-2	0	-2
Máximo		766	83751	3342	25	4847	785	493
Percentiles	25	11.00	198.00	8.00	.00	.00	.00	.00
	50	37.00	386.00	18.00	.00	.00	.00	.00
	75	80.00	700.00	32.50	1.00	10.00	11.00	3.00
	95	149.00	2628.00	76.90	2.00	171.70	135.90	38.90

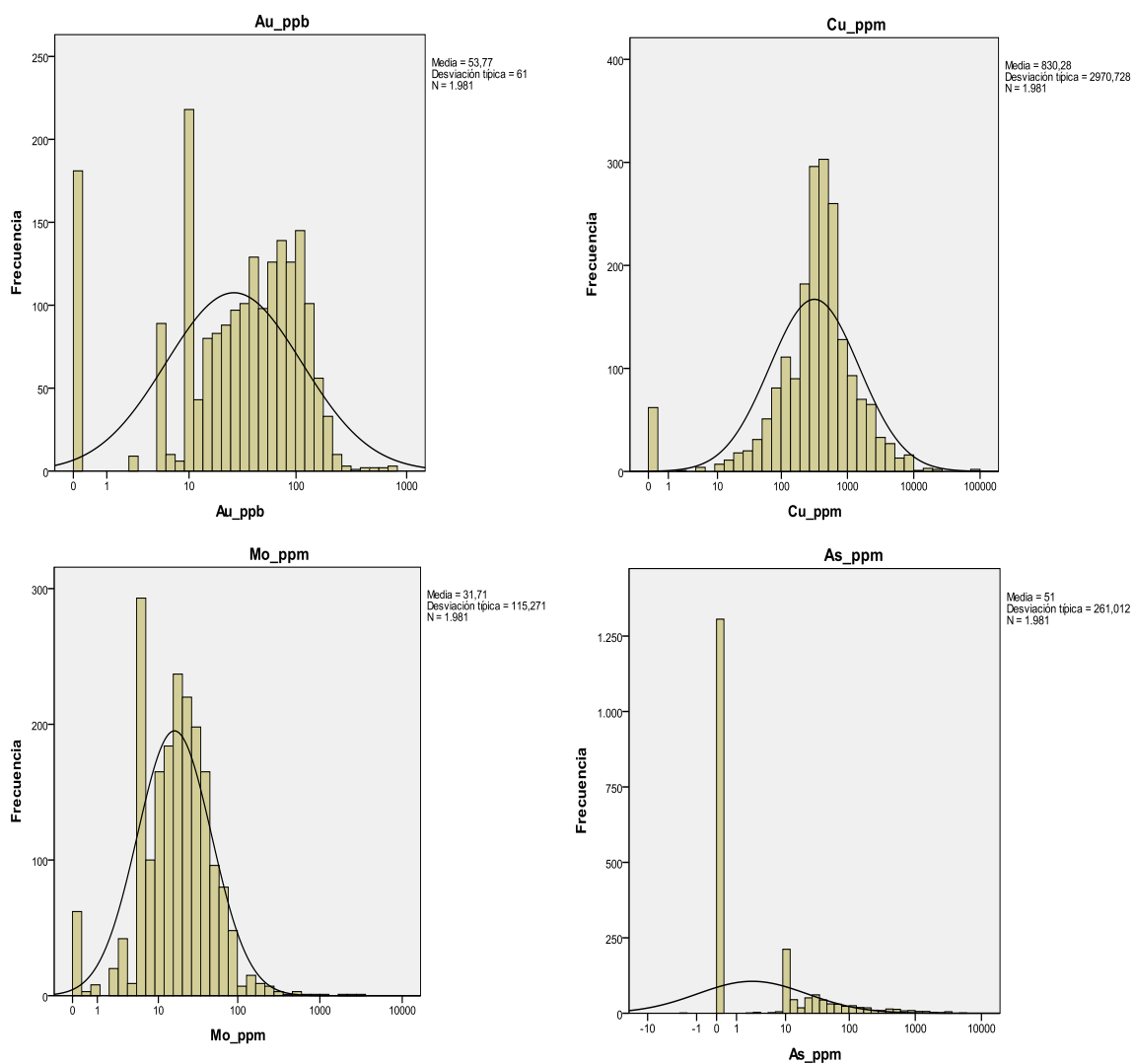
CAÑARIACO NORTE

FigN°9 Histograma de frecuencias



CAÑARIACO NORTE

Fig. N°10 Histograma logarítmica de frecuencias



Cañariaco Sur y Quebrada Verde

En Cañariaco Sur y Quebrada Verde: En este cálculo intervinieron todas las muestras de suelo, se calculó la frecuencia logaritmo de los valores de Cu ppm. Au ppb, luego usando la frecuencia acumulada se calculó el Background a 50% y el Threshold al 95%. cuyos valores logarítmicos correspondientes son Cu ppm 2.457 y 2.902 respectivamente. Calculando el antilogaritmo los valores del Background y Threshold siendo estos 287 y 799. y de Au 1.397 - 1.785. BG=25ppb y TH=61ppb.ver tabla N°6, Fig.N°11,12.

CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

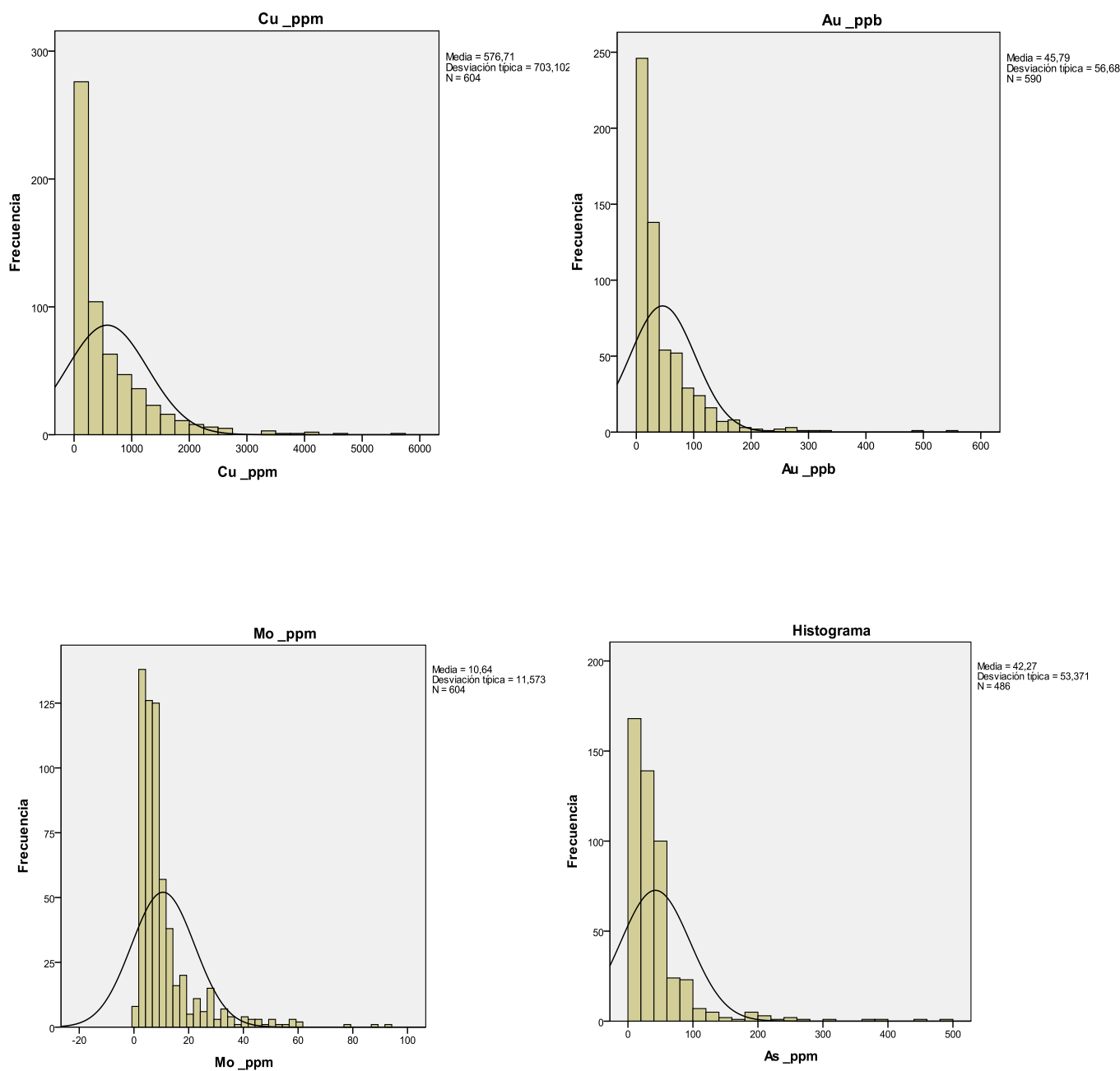
Tabla N°6 Cuadro del resultado de datos estadísticos

		Estadísticos				
		Au_ppb	Cu_ppm	Pb_ppm	Zn_ppm	Mo_ppm
N	Válidos	590	604	432	432	604
	Perdidos	14	0	172	172	0
Media		45,79	576,71	37,97	100,52	10,64
Mediana		25,00	287,00	20,00	82,50	7,00
Moda		10	84 ^a	3	81	5
Desv. típ.		56,680	703,102	71,735	114,051	11,573
Varianza		3212,658	494352,387	5145,948	13007,656	133,934
Asimetría		3,550	2,642	7,616	13,492	3,059
Error típ. de asimetría		,101	,099	,117	,117	,099
Curtosis		20,128	9,965	82,813	237,903	12,328
Error típ. de curtosis		,201	,199	,234	,234	,199
Rango		546	5715	993	2133	94
Mínimo		3	5	3	7	1
Máximo		548	5720	996	2140	94
Suma		27018	348335	16404	43424	6427
Percentiles	25	12,00	126,00	10,00	58,00	5,00
	50	25,00	287,00	20,00	82,50	7,00
	75	61,00	799,00	37,00	119,00	11,00
	95	144,80	1907,50	136,35	213,70	33,75

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

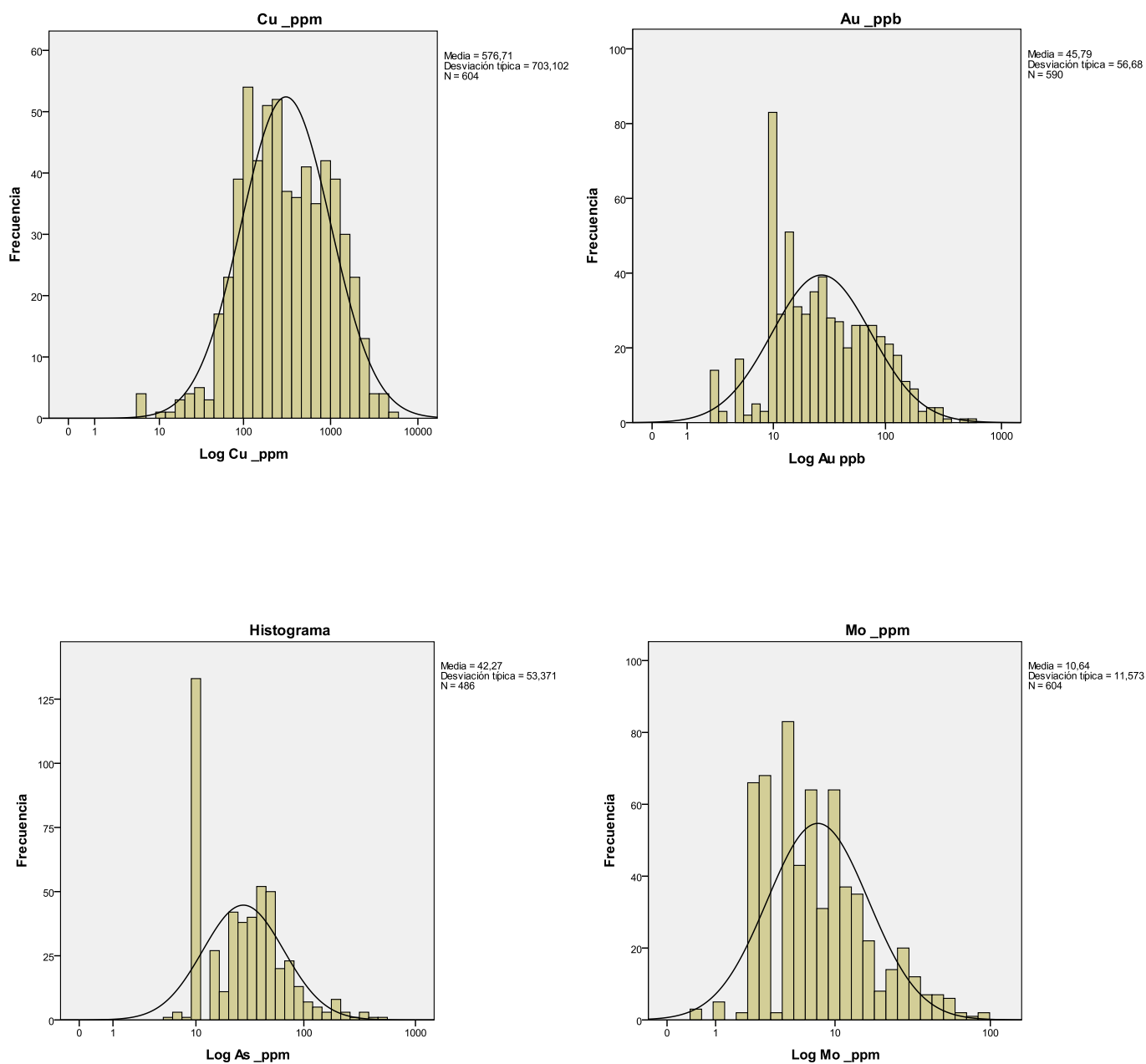
CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

Fig. N°11 Histograma de frecuencias



CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

Fig. N°12 Histograma logarítmica de frecuencias



4.1.4 Análisis de correlación de elementos

Se ha elaborado matrices de correlación de Pearson y también diagramas de dispersión para la base de datos de Cañariaco mediante el paquete Systat. A partir de estas matrices se observa lo siguiente. Ver tabla N°7.

CAÑARIACO NORTE

Tabla N°7: MATRIX DE CORRELACION DE PEARSON DE 6 ELEMENTOS

CU	1					
AU	-0.030	1				
MO	-0.045	-0.046	1			
ZN	0.247	-0.033	0.064	1		
PB	0.122	0.057	0.018	0.392	1	
AS	0.372	-0.086	0.162	0.372	0.201	1
	CU	AU	MO	ZN	PB	AS

0.70-1.00 Muy buena correlación

0.5-0.69 Buena correlación

0.3-0.49 Moderada correlación

En Cañariaco Norte

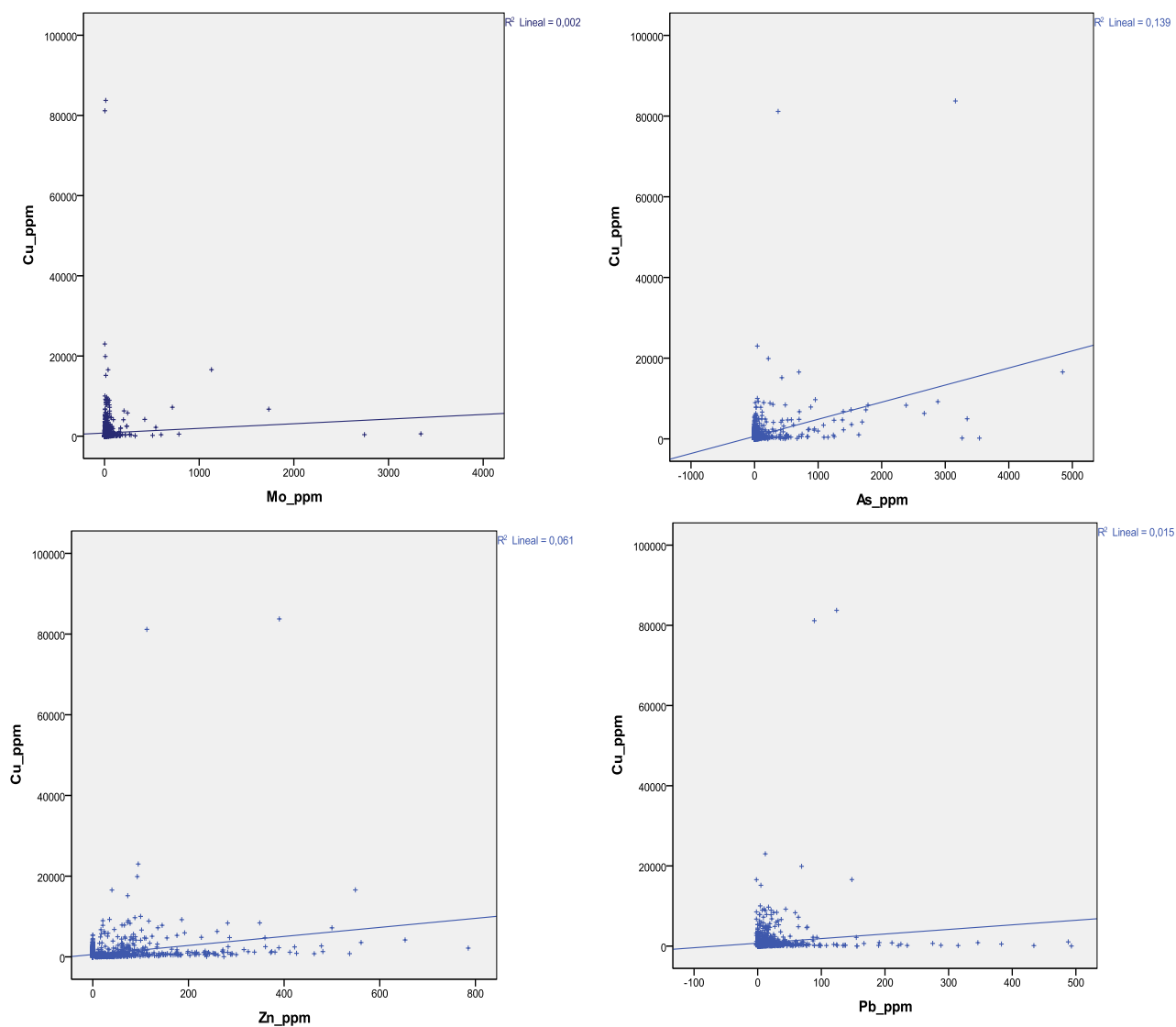
Respecto al Cu de la Tabla N°7

- Elementos con correlación directa con el Cu : As {0.372} > Zn{0.247} > Pb {0.122}
- Elementos con correlación inversa con el Cu : Au {-0.030}> Mo {-0.045}

En las gráficas de correlación se observan una moderada correlación del Cu respecto al As, que nos indicaría que en esa zona posible contenido de enargita, esto nos hace deducir que estaríamos ante una posible zona central de fidens o un sistema epitermal y que fue erosionado. Observando la Fig. N°13, los diagramas de dispersión en correlación bivariable entre el Cu y el As se obtiene 0.139 lo que confirmaría la moderada correlación.

Fig. N°13: Correlación bivariable (Diagramas de dispersión simple)

CAÑARIACO NORTE



CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

Tabla N°8: MATRIX DE CORRELACION DE PEARSON DE 6 ELEMENTOS

CU	1					
AU	0.435	1				
MO	0.019	0.194	1			
ZN	0.083	0.103	-0.017	1		
PB	0.111	0.153	0.422	0.129	1	
AS	-0.15	0.084	0.138	-0.22	0.378	1
	CU	AU	MO	ZN	PB	AS

0.70-1.00 Muy buena correlación

0.5-0.69 Buena correlación

0.3-0.49 Moderada correlación

En Cañariaco Sur y Quebrada Verde

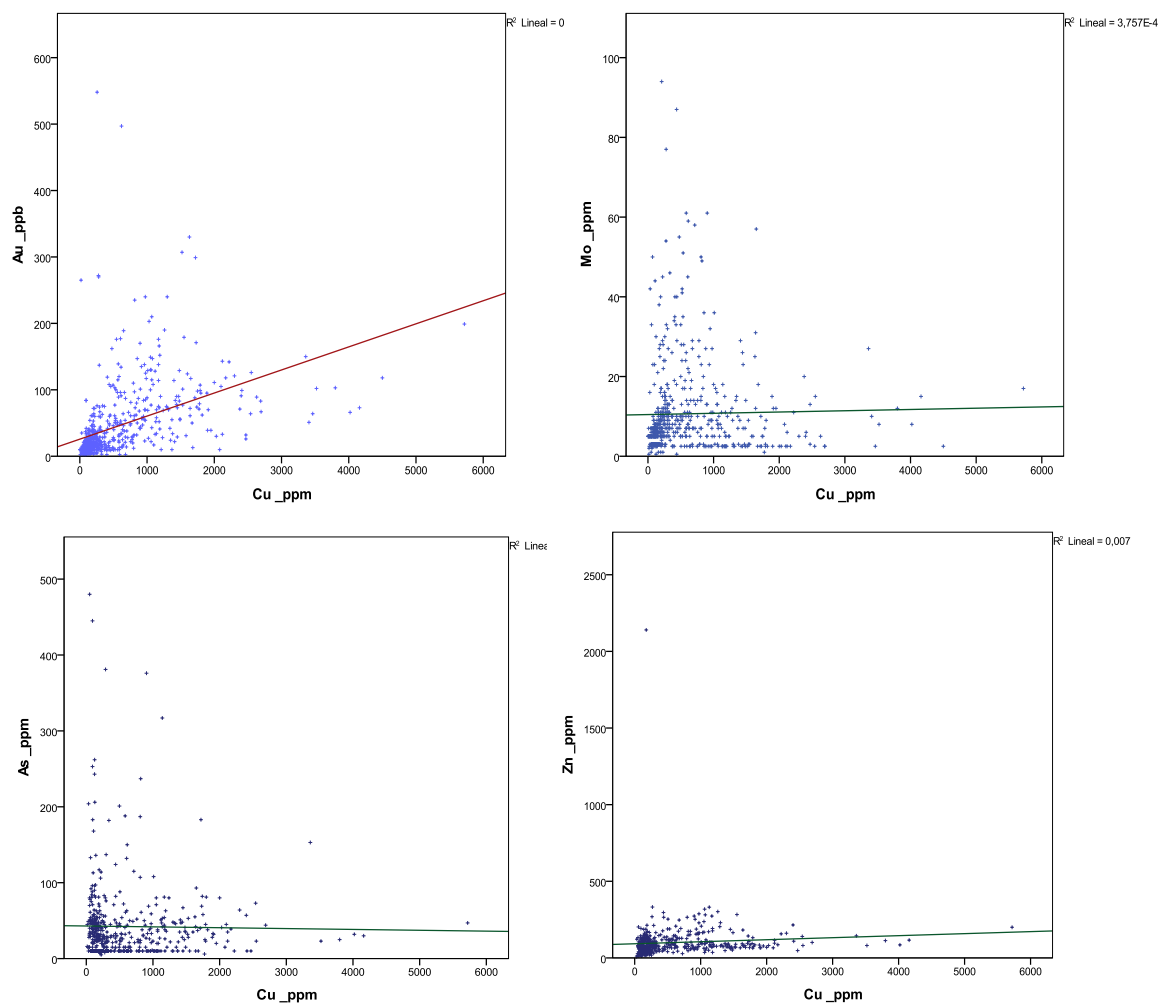
Respecto al Cu de la Tabla N°8

- Elementos con correlación directa con el Cu : Au {0.435} > Pb{0.111} > Zn {0.083}
- Elementos con correlación inversa con el Cu : As {-0.15} > Mo {0.019}

En las gráficas de correlación se observan una moderada correlación del Cu respecto al Au, lo que nos hace presumir que están en estrecha relación y lo conformamos en la gráfica lo que no sucede con los demás elementos, aunque con el Mo tiene más, respecto al As y al Zn es nula. Ver Fig N° 14.

Fig. N°14: Correlación bivariable (Diagramas de dispersión simple).

CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE



4.1.5 Planos geoquímicos de anomalías en rocas

En Cañariaco Norte se elaboraron planos de isovalores geoquímicos fueron contorneados a partir de los valores ploteados en programas de módulo de discover para mapinfo con los que se ha trabajado.

A continuación se describen anomalías para cada elemento:

- COBRE (Cu)

Los isovalores geoquímicos >2000 ppm Cu graficado, nos indica un halo alrededor de la zona intermedia con cierta tendencia en la parte Sur. Ver Fig. N° 15

- ORO (Au)

Los isovalores geoquímicos >100 ppb de Au graficado, nos indica un halo en la zona central. Ver Figura N° 16

- MOLIBDENO (Mo)

Los isovalores geoquímicos >75 ppm Mo al graficado, nos indica un halo en la zona de la periferia mas distal. Ver Fig. N° 17

4.1.6 Planos geoquímicos de anomalías en suelos

En Cañariaco Sur se elaboraron planos de isovalores geoquímicos fueron contorneados manualmente a partir de los valores ploteados en programas propios de la empresa y con los nuevos intervalos a partir de los histogramas y frecuencias acumulativas. La mayor cantidad de datos provienen principalmente de la geoquímica enviados hasta el año 2004 y en menor cantidad datos posteriores de los muestreos en zonas correspondientes en las rocas porfiríticas (pórfido de cuarzo grueso, biotita feldespático).

A continuación se describen anomalías para cada uno:

- COBRE (Cu)

Los isovalores geoquímicos >1500 ppm Cu graficado, nos indica un halo alrededor de la zona central de Cañariaco Sur con un 3.6% de la población total el cual genera la anomalía fuerte. Ver Fig. N° 18

- ORO (Au)

Los isovalores geoquímicos >150 ppb de Au graficado, nos indica un halo alrededor de la zona central de Cañariaco Sur con un 95.5% de la población total el cual genera la anomalía fuerte. Ver Figura N° 19.

- MOLIBDENO (Mo)

Los isovalores geoquímicos >15 ppm Mo graficado. Nos indica un halo alrededor de la zona central de Cañariaco Sur y tendencia a Quebrada Verde con un 78.6% de la población total genera la anomalía moderada a fuerte. Ver Figura N° 20.

4.1.7 Niveles de prioridad de anomalías

Una vez realizada el análisis de las muestras de suelos y rocas se procedió a generar un plano final donde se señalan los niveles de prioridad para las zonas anómalas, se concluyó que presenta anomalías geoquímicas coincidentes Cu-Au-Mo, Ver Plano Fig N°21.

Cañariaco Norte

Los rangos de valores geoquímicos de rocas estimados según niveles de prioridad de anomalías. Ver planos de Au, Cu, Mo de Figuras N°15, 16, 17.

Oro

Valor Back Ground	< 37ppb	<50%
Moderado	37 - 80 ppb	50% al 75%
Fuerte	80 – 149 ppb	75% al 95%
Threshold	>149 ppb	>95%

Cu

Valor Back Ground	< 385 ppm	<50%
Moderado	385 - 700 ppm	50% al 75%
Fuerte	700 – 2628 ppm	75% al 95%
Threshold	>2628 ppm	>95%

Mo

Valor Back Ground	< 18ppm	<50%
Moderado	18 - 32 ppm	50% al 75%
Fuerte	32 – 76 ppm	75% al 95%
Threshold	>76 ppm	>95%

As

Valor Back Ground	< 0 ppm	<50%
Moderado	0 - 10 ppm	50% al 75%
Fuerte	10 – 171 ppm	75% al 95%
Threshold	>171 ppm	>95%

Cañariaco Sur y Quebrada Verde

Los rangos de valores geoquímicos de suelos estimados según niveles de prioridad de anomalías. Ver planos de Au, Cu, Mo de Figuras N°18, 19, 20.

Oro

Valor Back Ground	< 25ppb	<50%
Moderado	25 - 61 ppb	50% al 75%
Fuerte	61 – 145 ppb	75% al 95%
Threshold	>145 ppb	>95%

Cu

Valor Back Ground	< 287 ppm	<50%
Moderado	287 - 799 ppm	50% al 75%
Fuerte	799 – 1907 ppm	75% al 95%
Threshold	>1907 ppm	>95%

Mo

Valor Back Ground	< 7 ppm	<50%
Moderado	7 - 11 ppm	50% al 75%
Fuerte	11 – 34 ppm	75% al 95%
Threshold	>34 ppm	>95%

PLANO DE ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE ROCAS DE CAÑARIACO NORTE
LEYES DE COBRE (CU PPM)

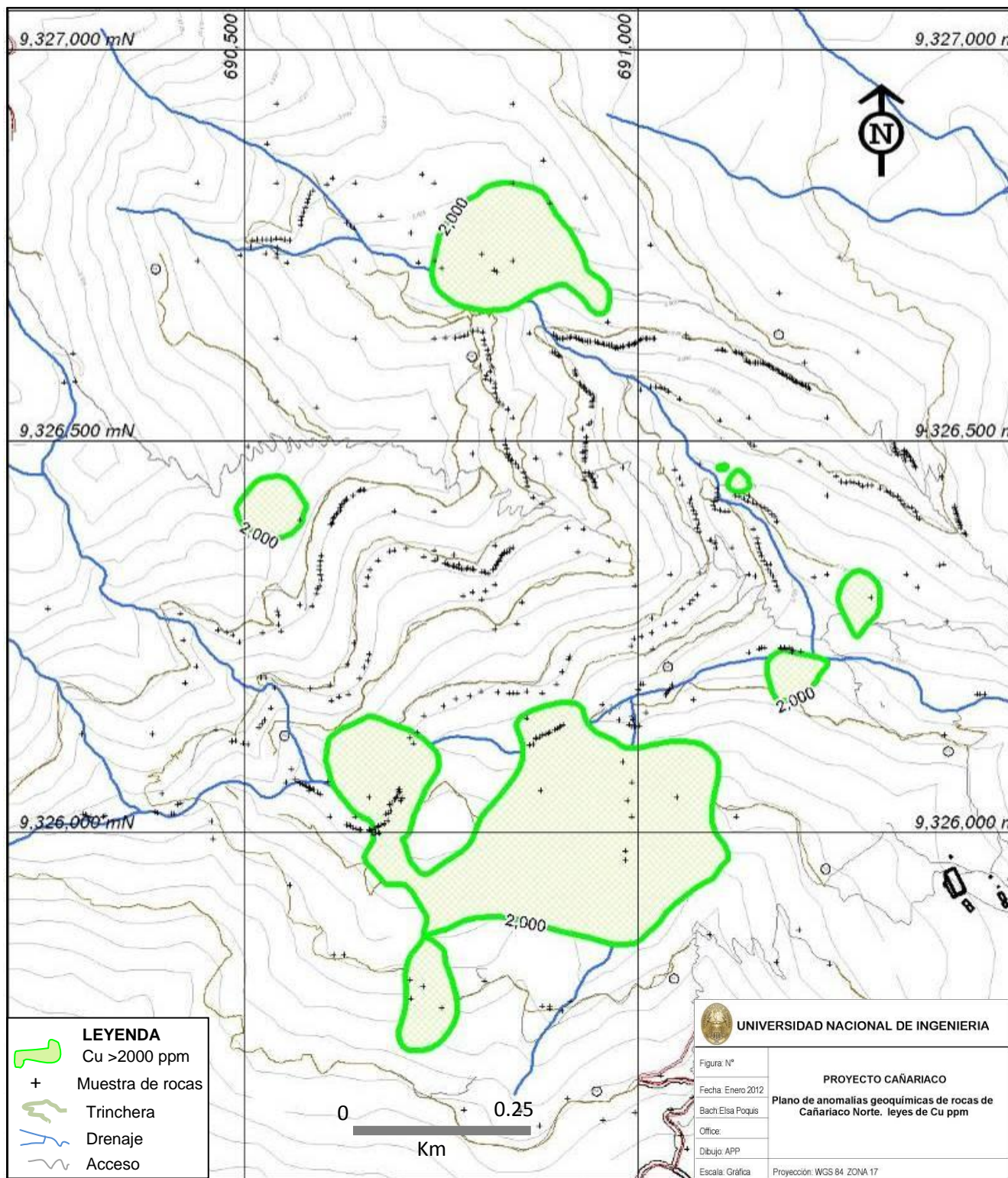


Figura N° 15

**PLANO DE ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE ROCAS DE CAÑARIACO NORTE
LEYES DE ORO (AU PPB)**

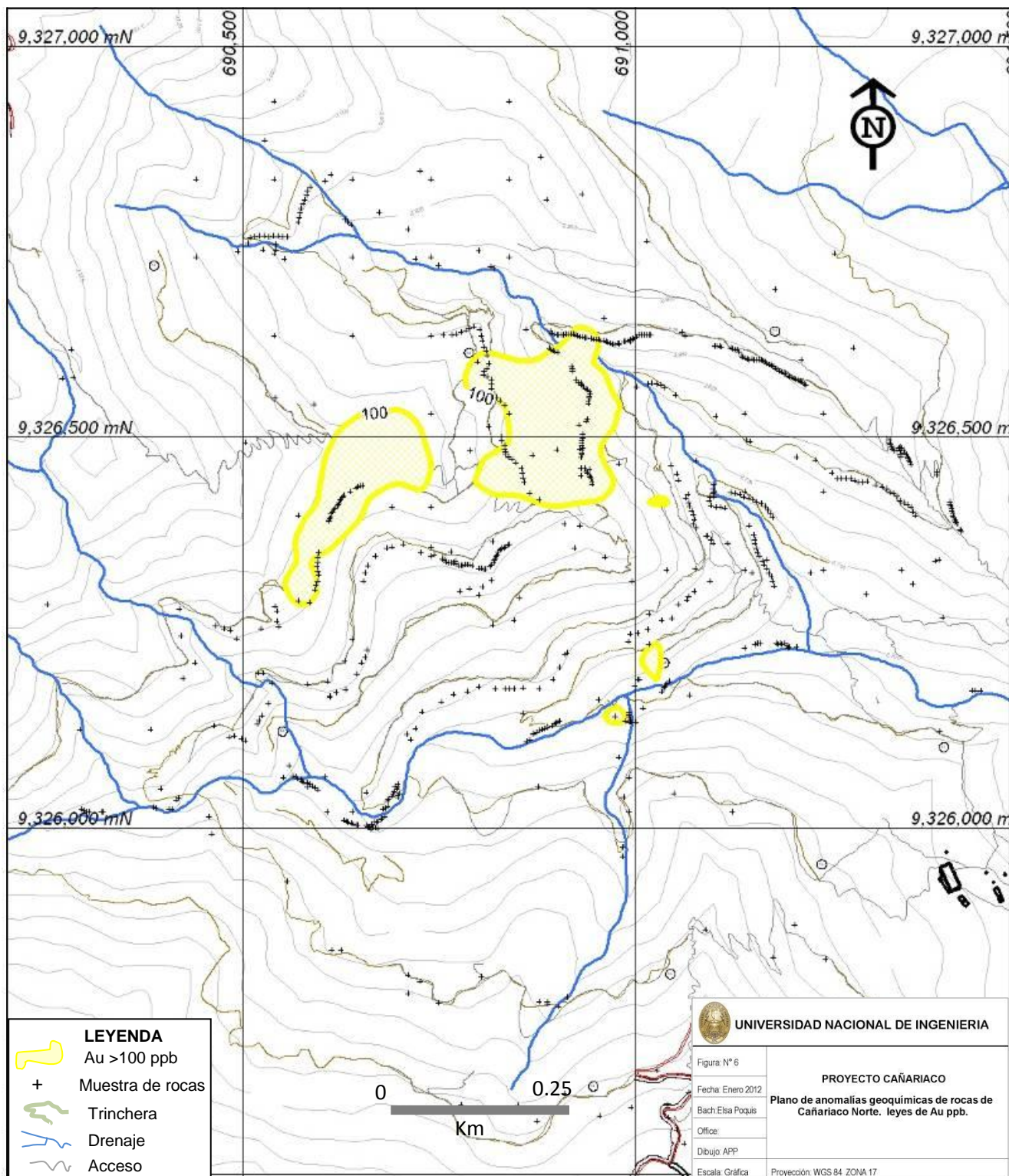


Figura N° 16

PLANO DE ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE ROCAS DE CAÑARIACO NORTE
LEYES DE MOLIBDENO (MO PPM)

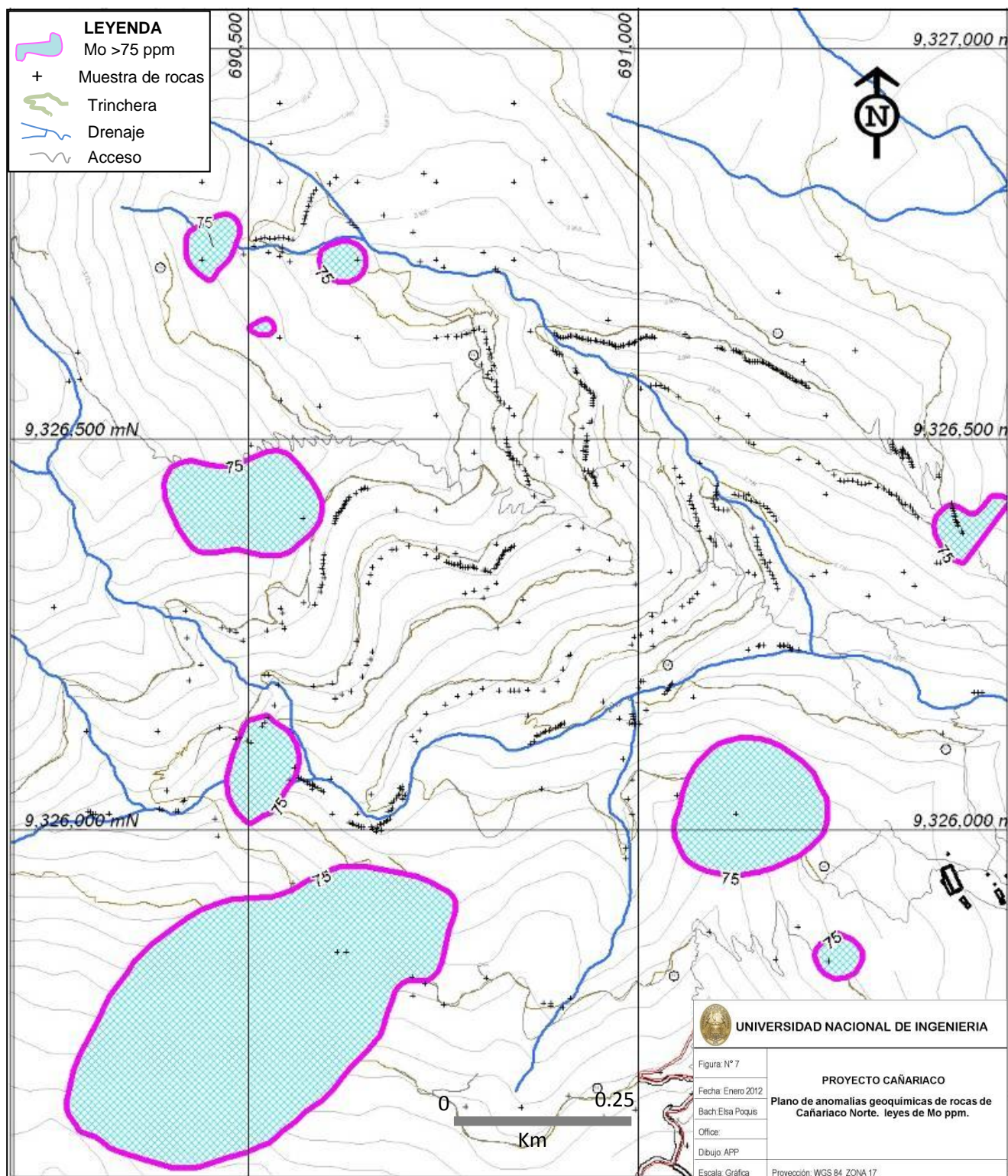


Figura N° 17

PLANO GEOQUÍMICO DE ISOVALORES DE COBRE (CUPPM)

CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

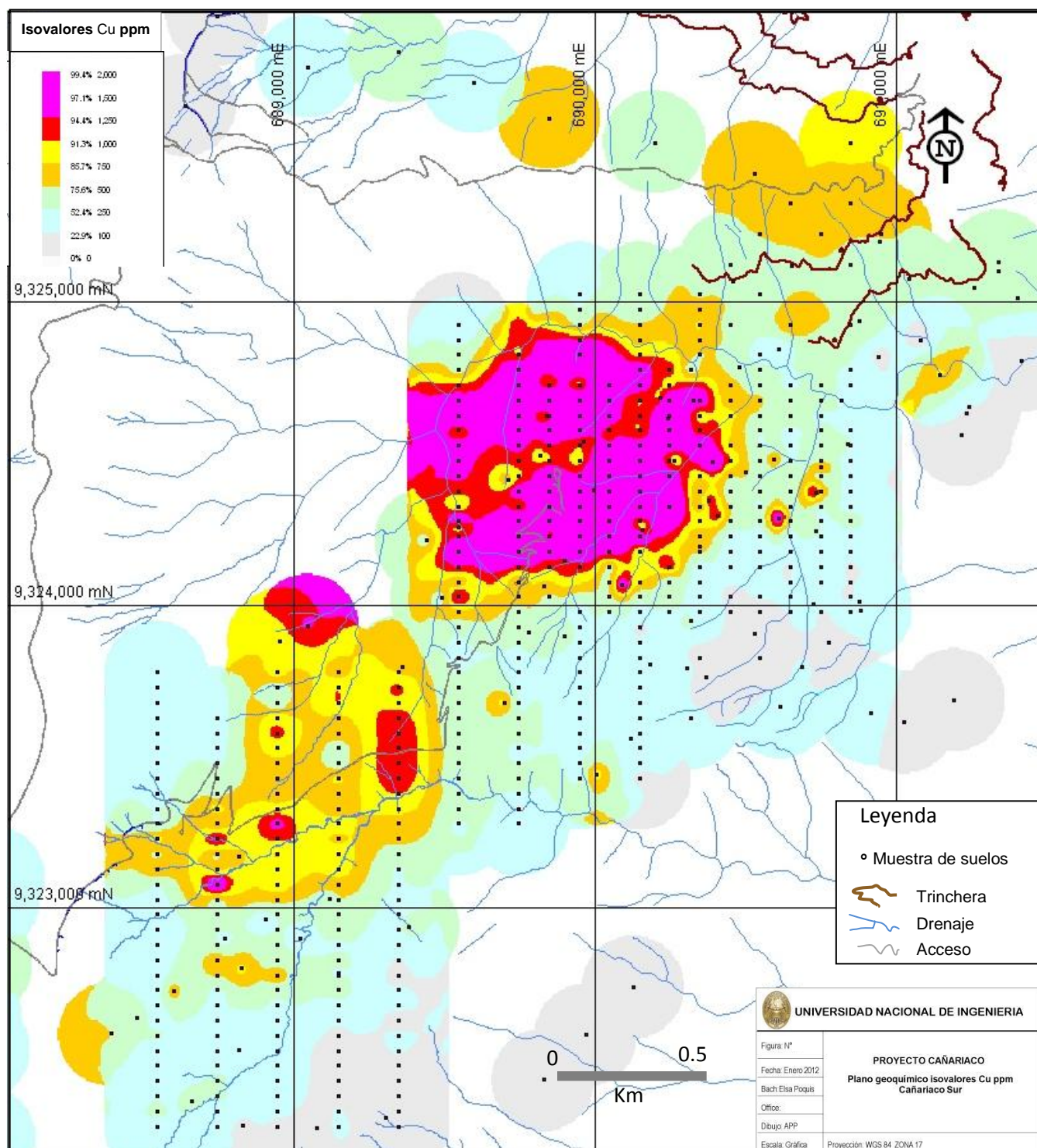


Figura N° 18

**PLANO GEOQUÍMICO DE ISOVALORES DE ORO (AUPPB)
CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE**

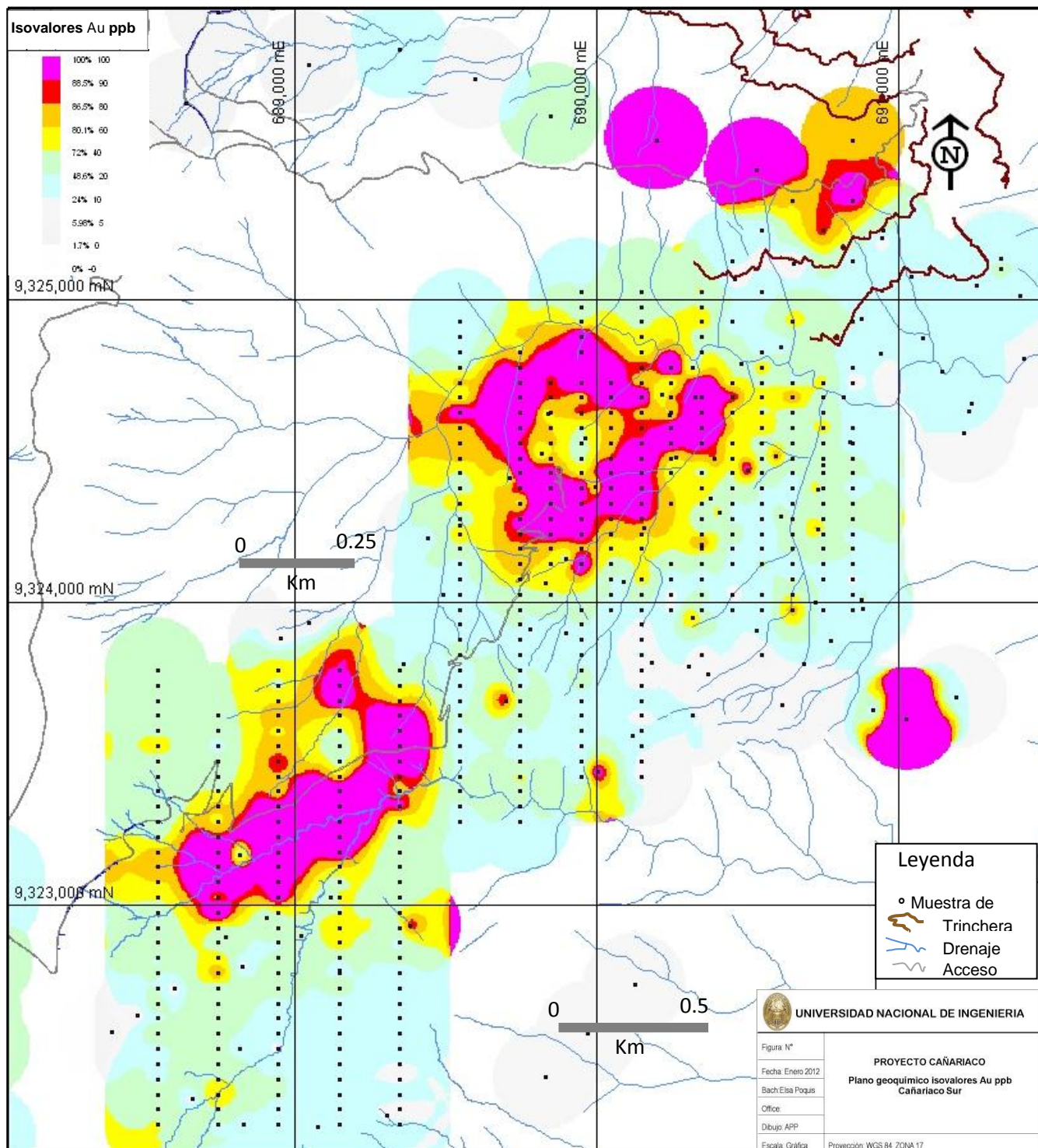


Figura N° 19

**PLANO GEOQUÍMICO DE ISOVALORES DE MOLIBDENO (MO PPM)
CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE**

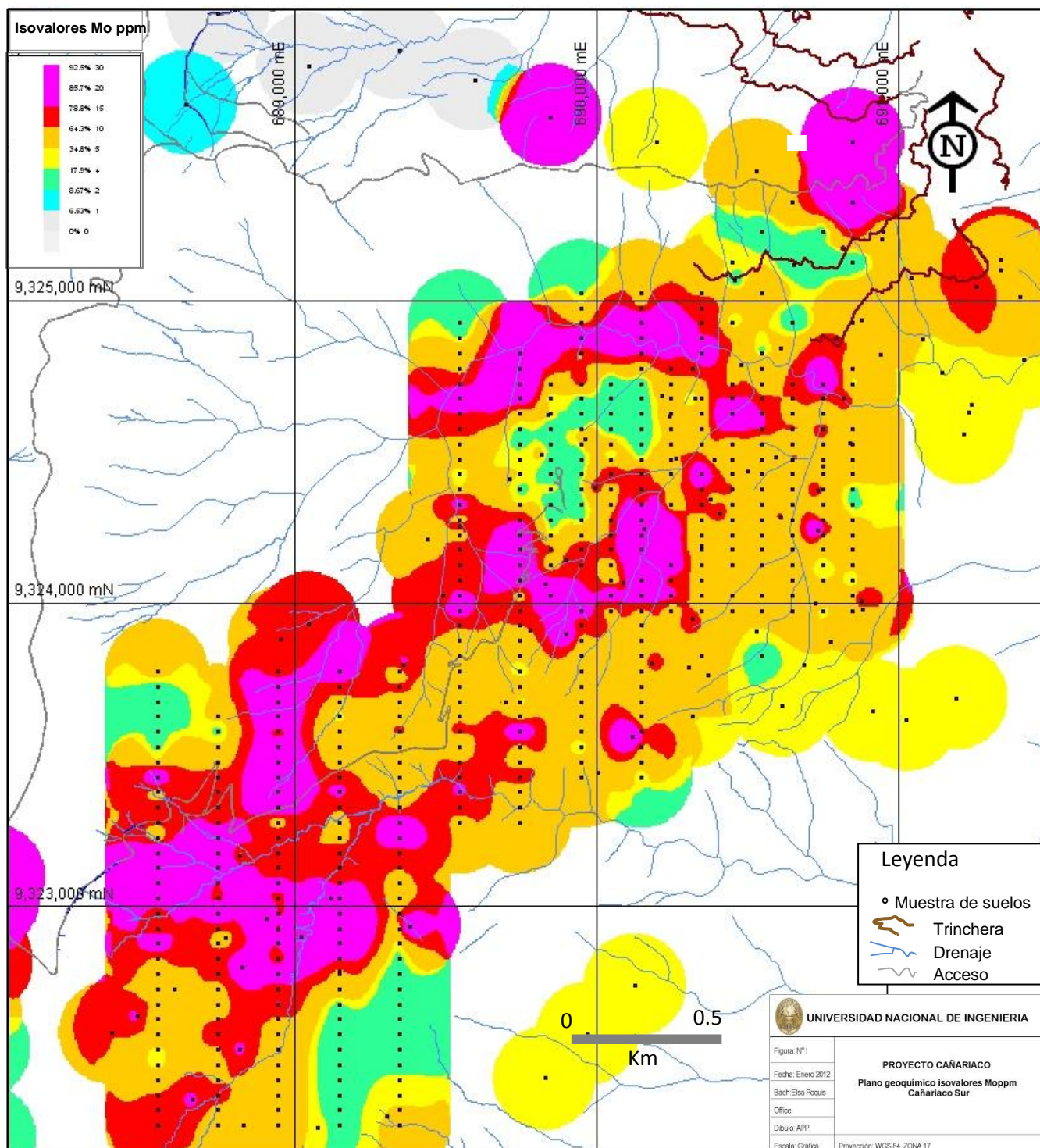


Figura N° 20

PLANO RESUMEN DE ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS CAÑARIACO NORTE

CAÑARIACO SUR Y QUEBRADA VERDE

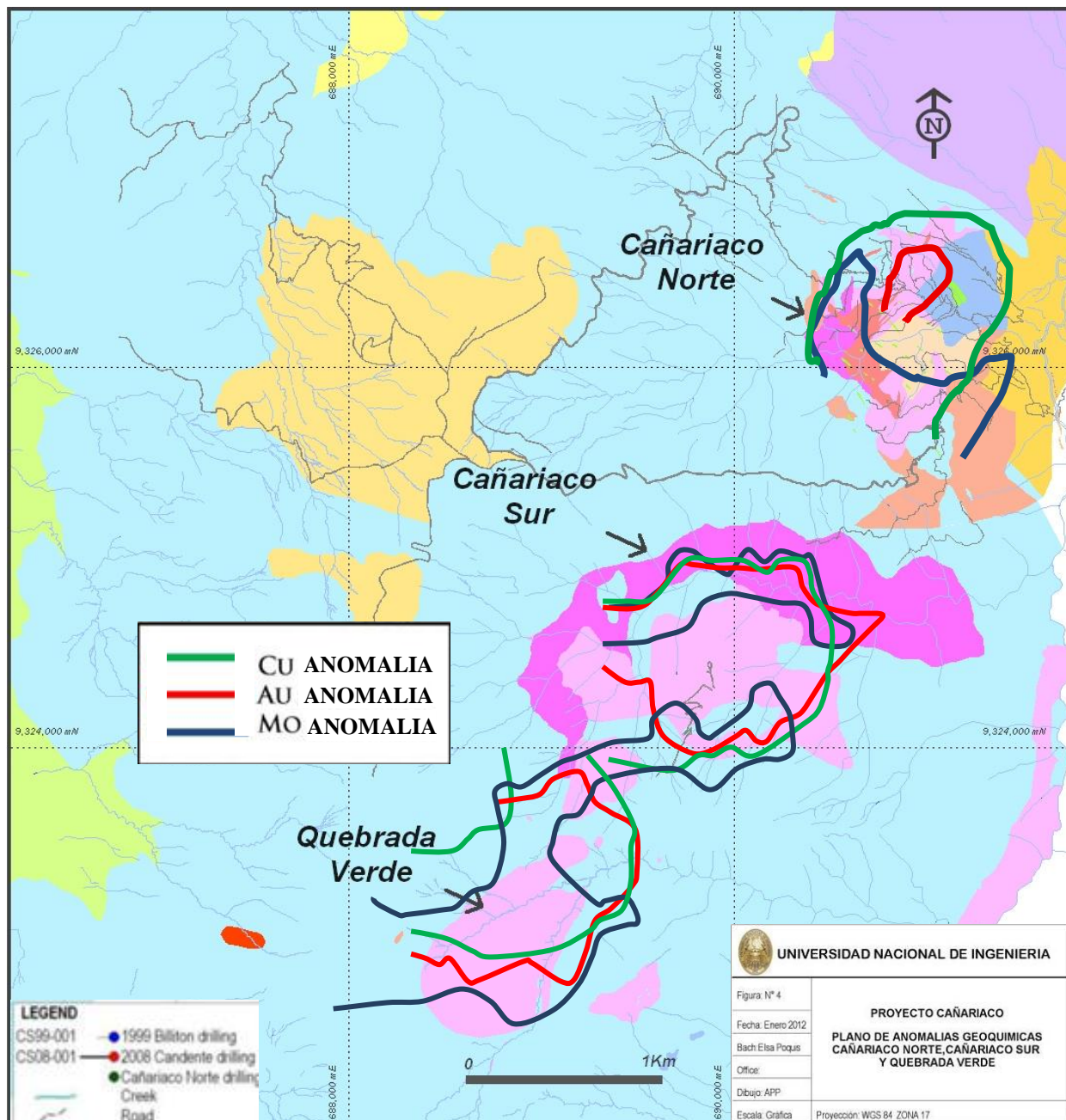


Figura N° 21

4.2 PERFORACIÓN DIAMANTINA

Un total de 228 pozos de perforación de diamantina (63,849 m) se han perforado desde 2004 en Cañariaco Norte. En el año 1999, se perforó tres pozos (473 m) en la zona de Cañariaco Sur y un taladro de perforación (100m) en el Quebrada Verde. Ver tabla N° 9

La estimación de recursos previa se basó en 91 perforaciones (28,328 m) perforados hasta el final del 2006, también muestras compósitos de nueve pozos de perforación (2,310 m) del testigo de perforación histórico. En 2007 y 2008 (a finales de marzo) un adicional de 134 sondajes de perforación diamantina (34,921 m) se han completado. De los pozos de perforación 119 (31,666 m) fueron de relleno y de perforación delineación y 16 pozos de perforación (3,255 m) fueron perforados para toma de muestras metalúrgicas y no se incluyen en este recurso actualizado, posteriormente se perforaron tres pozos a prueba de anomalías geoquímicas en Cañariaco Sur y Quebrada Verde.

La geoquímica de sondajes nos permitirá conocer si los patrones establecidos en superficie para el Cu tienen el mismo comportamiento o distinto en profundidad.

Table N° 9: Cuadro resumen de perforación en Cañariaco Norte.

Compañía	Año	No. De Pozos	Total (m)
INGEMMET	1973	5	1.500
Placer Dome	1995	3	854
Billiton	1999	3	556
Candente	2004	12	2.647
Candente	2005	24	7.388
Candente	2006	46	15.984
Candente (Perforacion para Recursos)	2007	110*	28.966
Candente (Perforacion para Metalurgia)	2007	13	2.385
Candente (Perforacion para Recursos)	2008	9	2.700
Candente (Perforacion para Metalurgia)	2008	3	870

* incluye dos pozos marcados como gemelos debido a que re-iniciaron en el mismo collar (C07-085 / 085a y C07-202/202a).

4.2.1 Objetivo

El objetivo principal de la exploración inicial fue tener el suficiente detalle de la información litológica al detalle para ayudar en la construcción de un modelo geológico.

Las exploraciones por perforación diamantina, aplicándose una malla regular y ajustándose la distancia entre los mismos (Infill & delineation drilling), con el objetivo de definir mejor los contactos geológico, alteraciones, mineralógico y zonas no testeadas (gaps) y toda esta información obtenida ha sido usado para los propósitos de estimación de recursos. Aunque se ha añadido nuevos datos para tener mucho más detalle y ajustar contactos entre las intrusiones y las brechas hidrotermales.

El modelo geológico básico para Cañariaco Norte no ha cambiado significativamente desde el final de 2006.

Una campaña separada de logueo geotécnico detallado se ha completado el cual ayudará en el diseño del futuro tajo con las consideraciones técnicas para el proceso de infraestructura y construcción de la futura operación.

4.3 GEOQUÍMICA DE SONDAJES

Las secciones geoquímicas fueron elaboradas con softwares de la empresa (Datamine y Discover) y cada uno de ellos usados y adecuados para los distintos planos y necesidades.

4.3.1 Metodología

Todas las muestras de perforación de Cañariaco Norte fueron analizadas por el Laboratorio de Actlabs Lima –Perú (sondaje 1-216), se han excluido sondajes metalúrgicos.

Cada muestra dentro de un lote de 80 fue enviado para el análisis de Cobre Total y lixiviación por cobre secuencial y los resultados devueltos fue para ácido soluble, cianuro soluble y leyes de cobre residual. Se consideró trabajar sobre una sola base de datos en donde predominan los análisis en intrusivos y brechas hidrotermales, alterados y oxidados; y con los que se efectuó el análisis estadístico.

Verificación de Datos

Se ha llevado a cabo las siguientes comprobaciones para la base de datos de sondajes de perforación en curso:

- Verificación detallada de los ensayos que se utilizan, certificados firmados.
- Verificación de los archivos de ensayos electrónicos de laboratorio.
- Verificación de los datos de desviaciones de sondajes (downhole survey).
- Verificación de posiciones de los sondajes de perforación en el campo.
- Comparación de las leyes de Cu de re-muestreo y los sondajes de perforación históricos con los datos originales.
- Verificación de los datos de ensayos de Cu en taladros gemelos.
- Comparación de los ensayos de cobre de diferentes procedimientos analíticos.
- Comparación de los ensayos de Cu de sondajes verticales frente inclinada.
- Recolección y análisis independientes de muestras para la verificación de los ensayos.

4.3.2 Análisis Estadístico

El recorte de ensayos de alto valor

Estimaciones de los valores de los bloques podría ser afectado por valores altos o valores atípicos (outliers). Para mitigar estos datos pueden ser evaluados y tratados usando dos metodologías diferentes:

Método gráfico de Probabilidad: Los valores altos o atípicos (outliers) podrían ser recortados sobre gráficos de probabilidad, tanto como el límite

inferior de una población de valores bajos pero también con poblaciones de valores muy altos.

Método estadístico de Corte: Este método se basa en la correlación entre los ensayos adyacentes, transformando a los indicadores de un límite determinado (un enfoque similar al kriging indicadores). Tanto el gráfico de probabilidad y los métodos estadísticos de recorte fueron utilizados en la evaluación del corte de valores. La figura N° 22 muestra los gráficos de ensayos que fueron tratados con la metodología de estadísticas de corte en los tres dominios con más altos valores.

En los dominios de BFP, la correlación se aproxima a cero en torno al 2%.

Los valores finales de corte son resumidos en la Tabla N° 10. Nótese que el valor (ley) recortado en cada dominio geológico, en la mayor parte de tiempo insignificante.

Figura N° 22: Estadísticas de corte en (a) IBXP, (b) IBXH, (c) BFP.

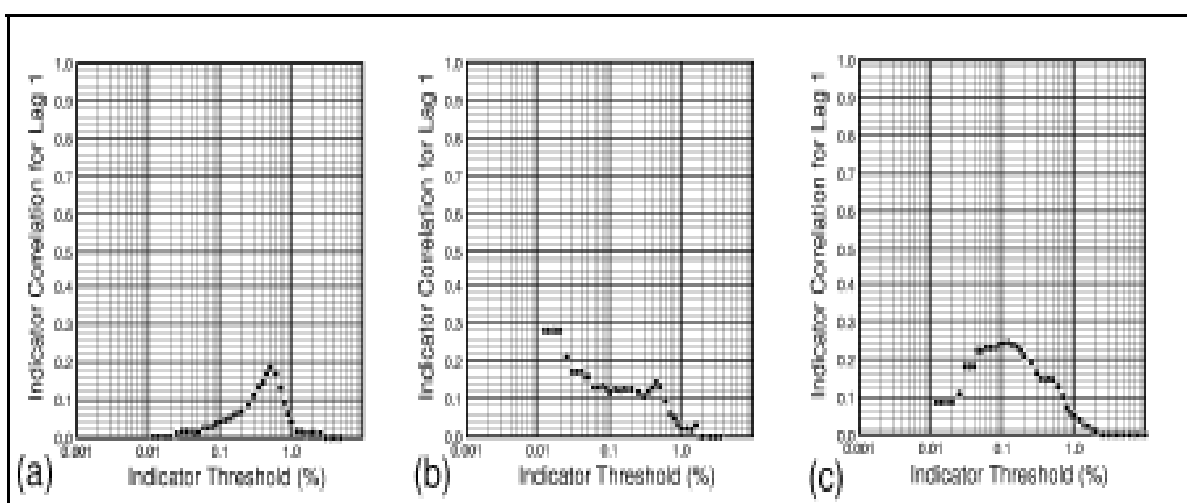


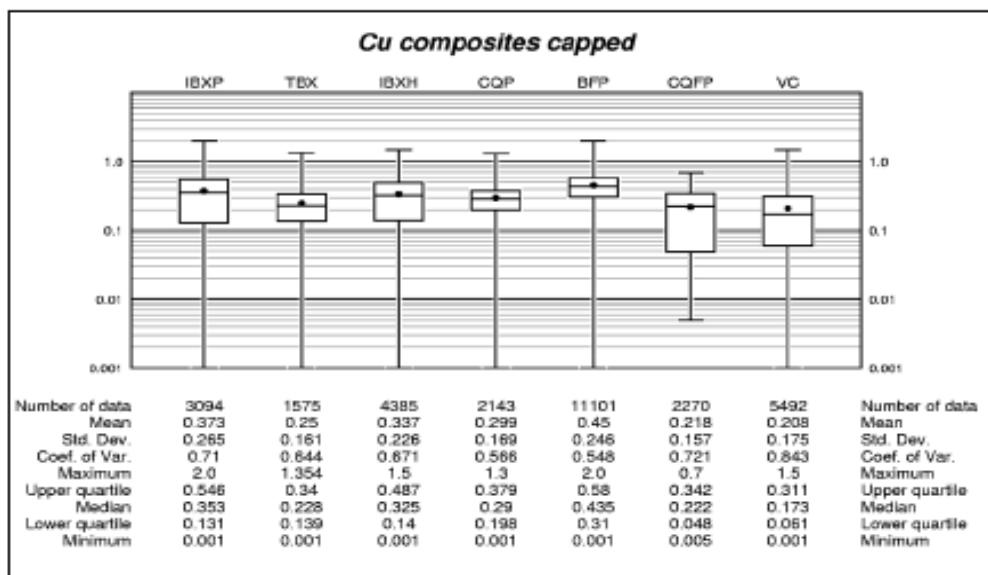
Tabla N° 10: Capeado de valores y pérdida de valores (ley) en cada dominio geológico.

Dominio	Codigo	Maximo Valor	Cap Valor	Numero Capeado	Perdida Cu Metal a 0.2% Cut-off
IBXP	100	5.47	2.0	8	0
TBX	200	1.49	Ninguno	5	0
IBXH	120	3.96	1.5	14	0
CQP	140	3.68	1.3	6	1
BFP	510	4.18	2.0	16	0
CQFP	225	2.38	0.7	21	1
VC	425	11.27	1.5	19	4

Estadísticas básicas

La figura N° 23 muestra las estadísticas básicas para los ensayos recortados y compósitos re agrupadas de cobre en cada dominio geológico. Los valores más altos se pueden encontrar en el dominio BFP (media = 0.45% Cu), seguido de los valores en los dominios IBXP y IBXH (media = 0.373 Cu% a 0.337% de Cu respectivamente).

Figura N° 23: Estadísticas de Compósitos re-agrupados y 2 m de tope (Capped).



Modelo del variograma

Los variogramas experimentales y modelos fueron generados para cada dominio geológico. Los valores de pepita (es decir, la variabilidad de la muestra a una distancia muy estrecha) se establecieron a partir de variogramas hechos de los datos internos del sondajes. El valor determinado para pepita varía de 3-10% del total de la meseta (sill) (Tabla N° 11). (Nota: Esta meseta (sill) representa el umbral de la variabilidad de la muestra a una distancia más allá del cual no hay una correlación entre los valores).

Las mejores direcciones de la continuidad de leyes fueron modeladas para todos los dominios y mostraron resultados variables, algunos dominios geológicos mostraron una mejor continuidad de leyes una dirección sub-horizontal (por ejemplo El dominio BFP). y casi vertical en otros dominios (por ejemplo. El dominio IBXH). Los modelos variogramas utilizados dentro de las estimaciones kriging ordinario está mostrado en la Tabla N° 11.

Tabla 11: Modelos de variogramas exponenciales. Ejemplo La dirección de continuidad del Cu dentro del BFPD: Inclinacion / Direccion X: 0°/ S60E°. Y: 15°/ N30°E; Z: 75°/S60W°.

Metal	Dominio	Nugget Effect C0	Sill C1, C2	Around Z	Rotations around X	Around Y	X-Rot	Ranges a1, a2, Y-Rot	Z-Rot
Cu	IBXP	0.06	0.3	270	-45	0	20	50	20
			0.64				120	170	120
	TBX	0.07	0.5	90	-75	0	40	40	30
			0.43				250	2000	120
	IBXH	0.07	0.62	120	-75	0	70	35	60
			0.31				150	400	130
	CQP	0.1	0.45	30	-30	0	20	90	20
			0.45				300	900	150
	BFP	0.07	0.5	30	-15	0	105	75	35
			0.43				175	450	180
CQFP	0.07	0.93	0	0	0	190	190	190	
		0.34				40	20	20	
VC	0.03	0.63	0	-90	0	300	700	700	

CAPITULO V

PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

5.1 MÉTODOS GEOFÍSICOS APLICADOS EN CAÑARIACO

En el proyecto Cañariaco el método geofísico usado fue magnetometría terrestre é IP.

El primer método fue usado en el año 1974 cuya aplicación fue sólo en el área de Cañariaco Norte.

En el año de 1996 hasta 1999 se utilizaron ambos métodos (IP y magnetometría) en las zonas de Cañariaco Sur y Quebrada Verde.

En el año 2004 se realizó un nuevo levantamiento geofísico de ambos métodos (IP y magnetometría), los datos obtenidos mas los levantamientos realizados anteriormente fueron analizados conjuntamente.los espacios entre las líneas del levantamiento geofísico fueron demasiado amplias y se tuvieron que realizar levantamientos de líneas geofísicas más densas para así obtener mayor información dentro de la zona.

El levantamiento geofísico de magnetometría fue usado para determinar los cambios laterales entre tipos de rocas (litología), lineamientos estructurales (fallas, locales y regionales) é identificación de posibles zonas con alteración potásica asociadas con magnetita.

El levantamiento de IP en Cañariaco Norte, Cañariaco Sur y Quebrada verde nos ha ayudado a definir zonas de alta cargabilidad y resistividad, el primero indicaría la existencia de sulfuros, y el segundo asociada a la alteración. Estas lecturas coinciden con zonas de anomalías geoquímicas de suelos (Cu,Au,Mo).

5.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS GEOFÍSICOS APLICADOS EN CAÑARIACO

- **PLANOS GEOFÍSICOS**

MAGNETOMETRÍA (nanoTesla=1 gamma)

En Cañariaco Norte se trazaron líneas N-S cada 200m, los resultados no fueron concluyentes debido a que el espacio entre líneas era demasiado amplia, posteriormente se hizo una malla más densa y se encontró zonas de bajos magnéticos en Cañariaco Norte, que ayudó a delinear las zonas estructurales locales, las cuales estarían controlando y delimitando zonas on diferentes alteraciones así como el conjunto de estructuras más locales en diferentes direcciones. Los cuales se observan en el gráfico. Ver Fig. N°24

Los estudios magnetométricos en Cañariaco Sur y Quebrada Verde se realizó líneas NS cada 50m cada celda 10m de separación, señal que permitió un buen entendimiento del comportamiento zonas de alteración potásica (Currie, 2004). Coincidentemente altos magnéticos y la cargabilidad de IP correlacionan en zonas con altos valores de cobre, oro y molibdeno asociados a alteración potásica. Ver Fig. N°25

- **SECCIONES GEOFÍSICAS (SECCIÓN A-A' mirando al oeste)**

Los altos magnéticos y la cargabilidad IP que correlacionan nos indican la presencia de un cuerpo mineralizado con valores de cobre, oro y molibdeno, asociados a la alteración potásica. Ver Fig. N 26. La combinación de éstos dos métodos geofísicos realizados son de gran utilidad para la programación de posibles sondajes propuestos en varias direcciones, así poder obtener mejores resultados para intersectar mas recursos minerales. Ver Fig. N°26, 27.

PLANO DE GEOFÍSICA MAGNETOMETRÍA CAÑARIACO NORTE

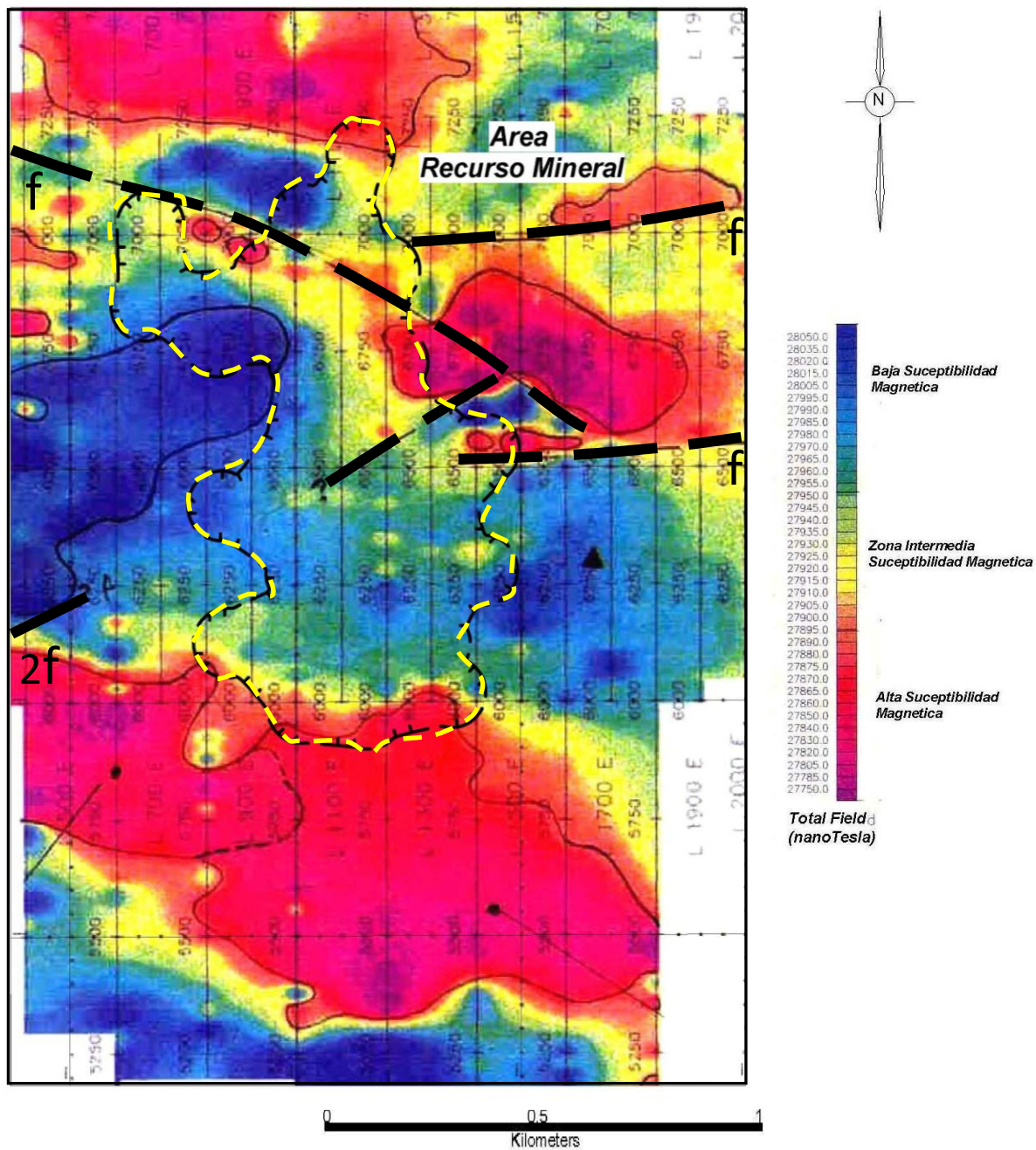


Figura N°24

PLANO DE GEOFÍSICA MAGNETOMETRÍA

CAÑARIACO NORTE, CAÑARIACO SUR & QUEBRADA VERDE

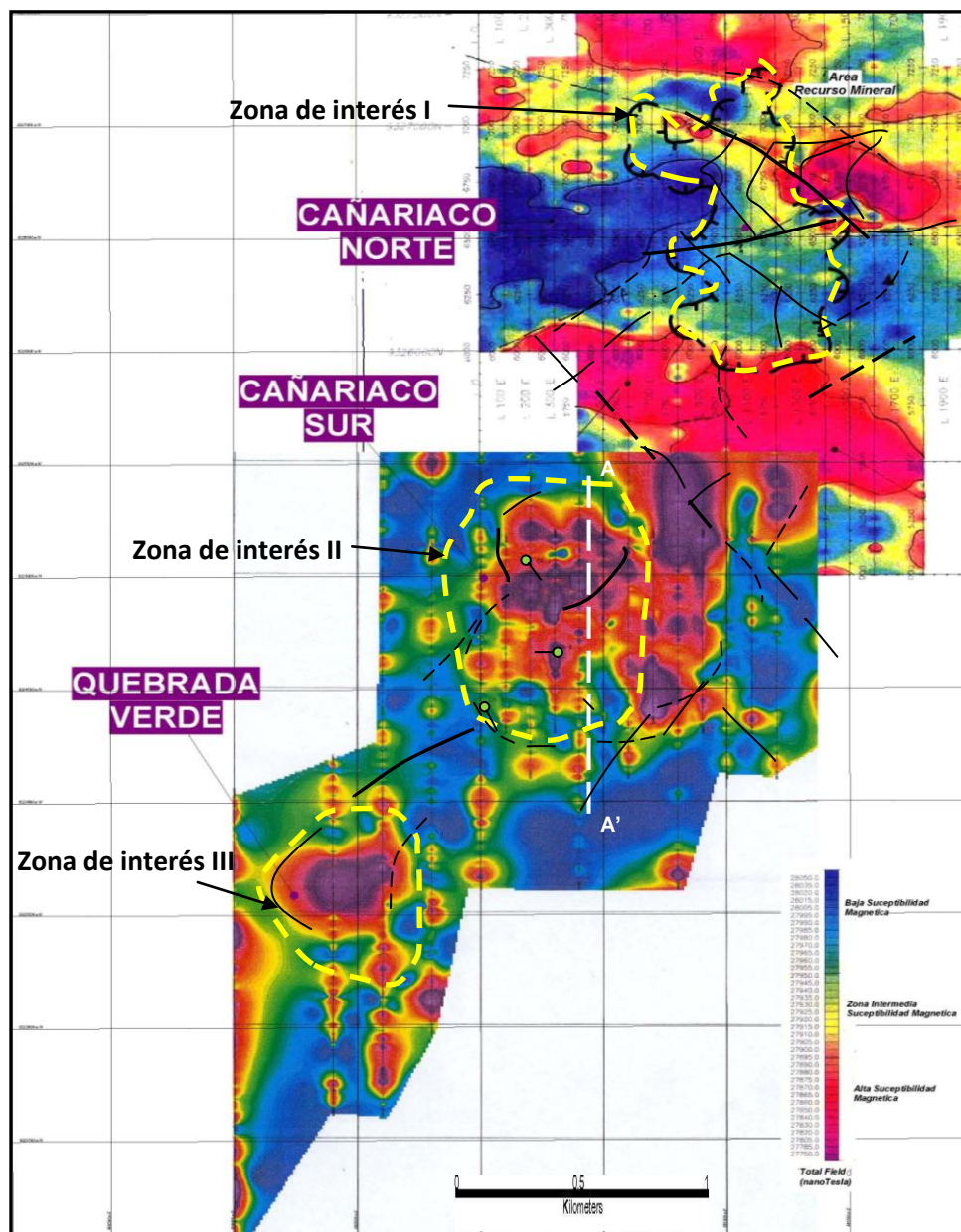
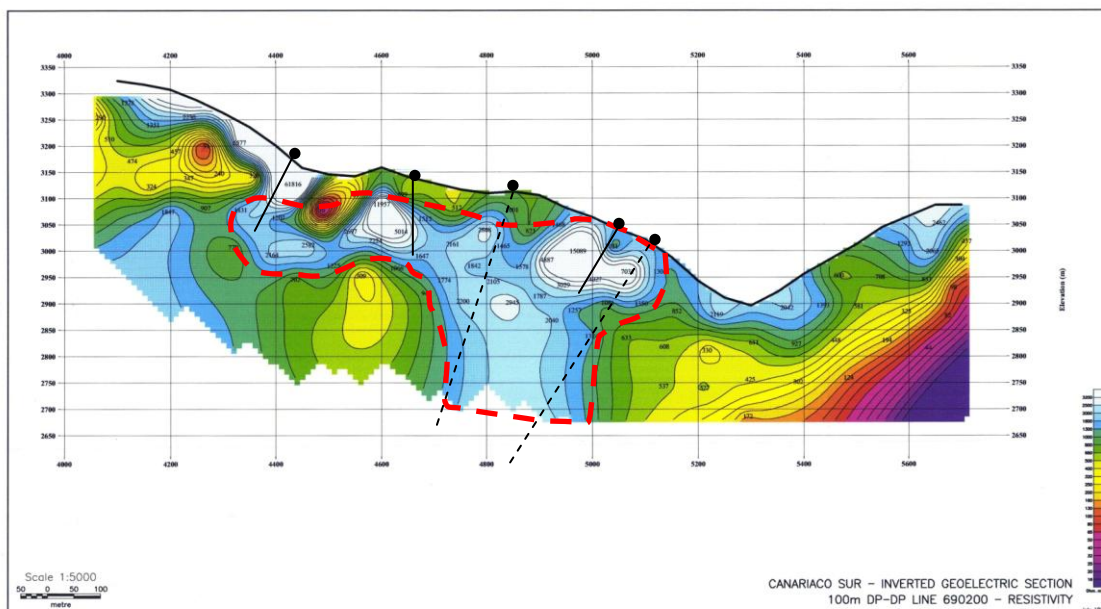


Figura N° 25

SECCIONES GEOFÍSICAS

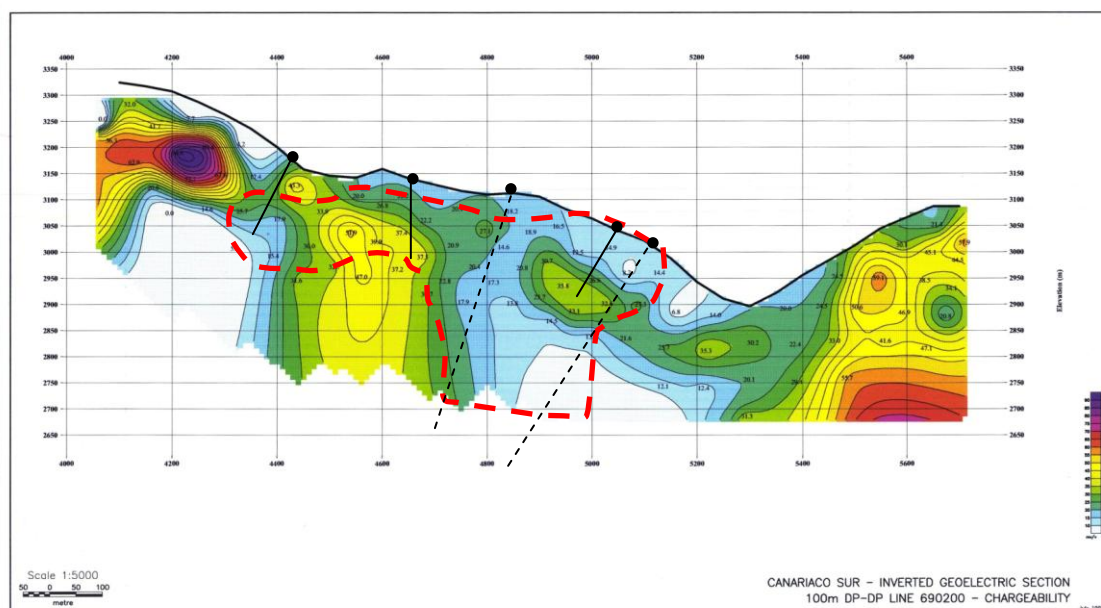
Cañariaco Sur, IP Resistividad, Sección A-A'



● Taladro ● Taladro Propuesto - - - Zona de Interés II

Fig. N 26

Cañariaco Sur, IP Cargabilidad Sección A-A'



● Taladro ● Taladro Propuesto - - - Zona de Interés II

Fig. N 27

5.3 COMPARACIÓN DE LOS DATOS GEOFÍSICOS Y ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS DE SUPERFICIE

Utilizando el programa de geoquímica de suelos superficial como una herramienta importante así como los métodos geofísicos aplicados en el proyecto Cañariaco como magnetometría (Mag) y IP (cargabilidad y resistividad) se ha obtenido una comparación que ha confirmado tres zonas mineralizadas (Cañariaco Norte, Cañariaco Sur, Quebrada Verde), los resultados demostrarían la coincidencia que existen entre ambas herramientas para ubicar zonas de mineralización profundas o como en nuestro caso en zonas con vegetación muy densa. Ver plano.fig N°28

MAPA DE ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS Y GEOFÍSICAS

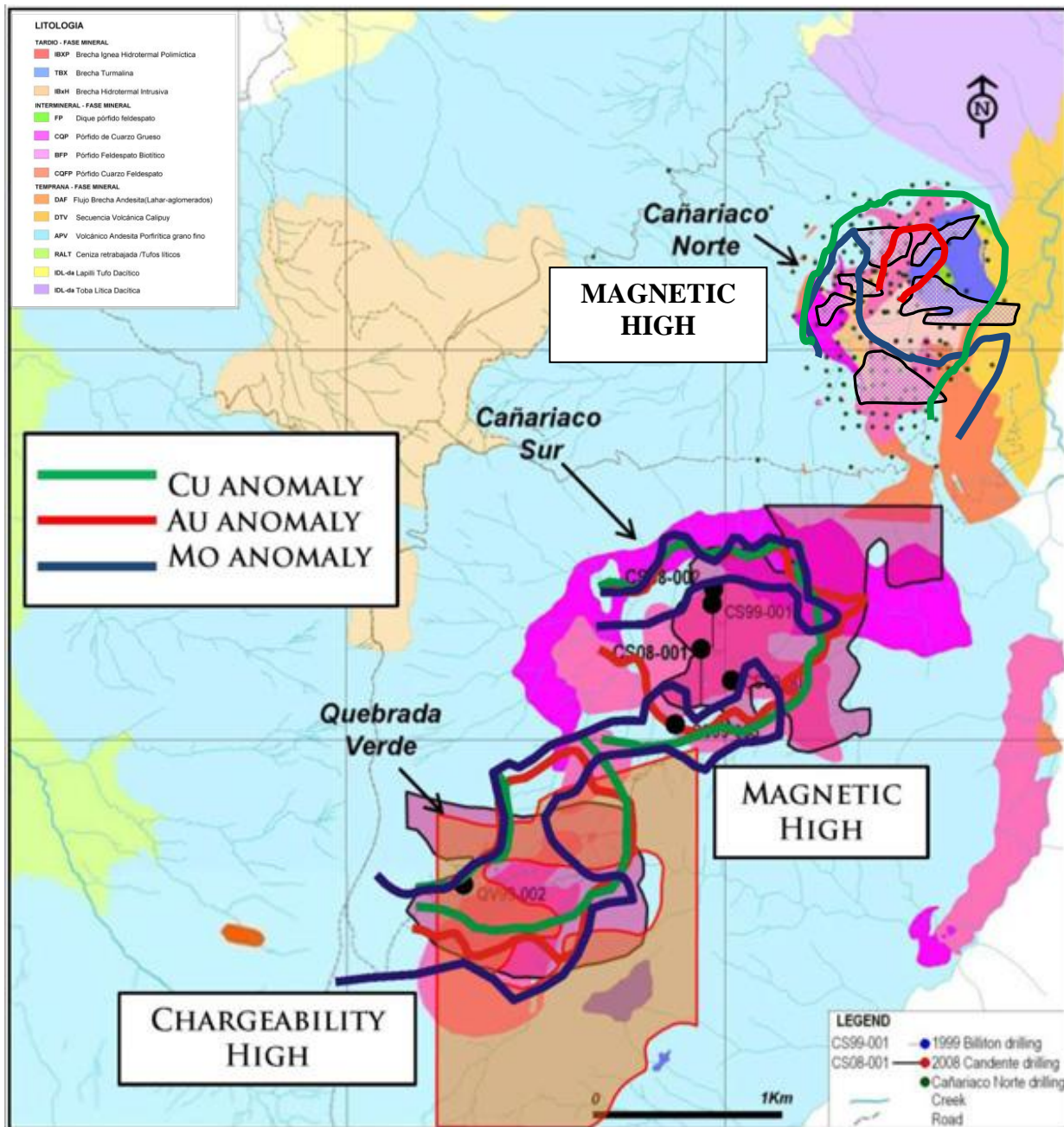


Figura N° 28

CAPITULO VI

Estimación del Recurso Mineral

6.1 Introducción

Un objetivo primordial del presente trabajo del depósito de Cañariaco Norte era producir una estimación de Recursos de las leyes de cobre. Esta estimación reemplaza a una estimación anterior, redactado en el año (2007). La estimación de recursos se llevó a cabo con un conjunto de datos que incluye los resultados 60,400 metros de perforación en 229 sondajes de perforación (1973-2008). La Perforación estaba todavía en curso en el momento de esta estimación y sólo los resultados de los sondajes hasta C08-216 (finalizado en marzo de 2008) se incluyeron en la estimación. Los componentes principales del trabajo de estimación de incluyen:

- Construcción de un modelo geológico en 3D en el software Datamine para limitar la selección de datos y procesos de interpolación.
- Definición de los dominios geológicos.
- Estimación de recursos minerales de cobre por kriging ordinario.
- Clasificación de los recursos.

6.2 Modelo Geológico

6.2.1 Datos y Modelamiento

Para este proceso se contó con un mapa geológico y un conjunto de secciones transversales en la escala de 1:2000. Las secciones que comprenden 16 secciones de este a oeste de la siguiente manera:

En base en el mapa geológico de superficie, secciones geológicas y el archivo de dominio litológico, es construido el modelo litológico 3D del depósito de Cañariaco Norte con el software Datamine.

Durante el proceso modelamiento se tuvo que validar los datos geológicos, secciones y datos del logueo de sondajes. Por lo tanto sólo intervalos litológicos que superen los 10 m de longitud se puede modelar de forma explícita. Basándose en las observaciones geológicas en el modelamiento geológico se ha simplificado los diversos pulsos de brechas mediante la agrupación de unidades de roca con geológica similar y características mineralógicas juntas como las siguientes zonas: zona de diques, base de lixiviación, y consideraciones topográficas y estructurales (fallas).

Cabe señalar sin embargo que el depósito se considera para la explotación minera selectiva y áreas de valores altos, la importancia de las fallas es probable que desempeñe un papel más importante. Por lo tanto, será necesario mejorar la posición y la geometría de contactos litológicos y

fallas.

Siete formaciones geológicas se han modelado. Véase la Tabla N° 12

Tabla N° 12 Nombres de Dominio y Codificación de modelamiento

Geological Domain	Description
IBXP	Igneous Breccia Polyolithic
TBX	Tourmaline Breccia
IBXH	Igneous Hydrothermal Breccia
CQP	Coarse Quartz Porphyry
BFP	Biotite Feldspar Porphyry
CQFP	Crowded Feldspar Quartz Porpyry
VC	Volcanic

Una vez que el modelo geológico 3D ha sido creado como se describe en los datos y las secciones de modelamiento, estas secciones y vistas en planta se trazan y se comparan con la sección geológica con el modelo de sólidos representativo basado en el conocimiento de la geología. Ver figura N° 29

6.3 Datos utilizados para la estimación de recursos

El conjunto de datos utilizados en la estimación de recursos del Proyecto Cañariaco Norte se compone de un total de 31,000 datos en promedio, de ensayos de cobre de 229 pozos de perforación. Casi todas las muestras analizadas son de las campañas de perforación Candente 2004-2008 (218 perforaciones). Los taladros restantes fueron perforados en los años setenta y década de los noventa. Los taladros de perforación se tienen aproximadamente una cuadrícula con separaciones de 60 a 90 metros. La ubicación de los collares se presentan en la Figura N° 30

Dentro de los límites de los sólidos geológicos interpretados, los datos de ensayo fueron capeados y compositadas en intervalos de 2 m de longitud de muestreo. Para el análisis estadístico y la estimación de recursos, los ensayos que faltan se les asignaron una calificación de 0.0. Cada vez que se encontraron espacios vacíos (gaps) en intervalos de muestra los valores de Cu % fueron asignados a estos intervalos fueron 0% Cu.

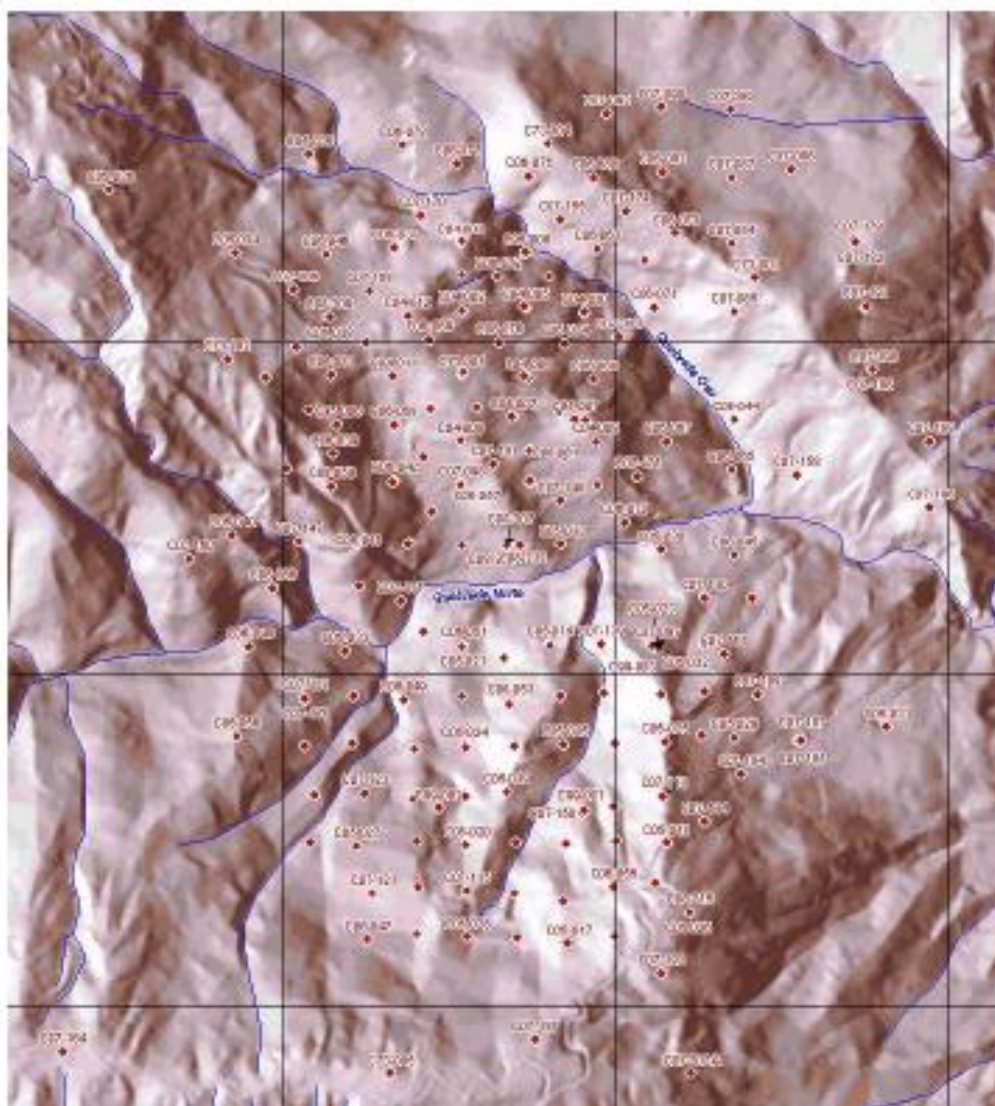


Figura N° 30: Ubicación de los Collares de sondajes perforación

6.4 El modelo de Bloques

El modelo de bloques se compone de medición de los bloques de 15m x 15m x 15m de tamaño alineados norte-sur y de este a oeste. Los parámetros geométricos básicos del modelo de bloques se resumen en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13: Extensión de bloques para la Estimación de Recursos

	East	North	Elevation
Block Origin (Centroid)	689,207.5	324,807.5	1,907.5
Block Dimension	15	15	15
Number of Blocks	190	214	100

6.5 Parámetros para la estimación de recursos

Como las estimaciones de recursos se llevaron a cabo en dos etapas que son las siguientes:

Primer paso. Los bloques dentro del testigo del depósito fueron calculados con parámetros restringidos por octantes y el número mínimo de sondajes (véase Tabla N° 14).

Segundo paso. Parámetros con menor restricción (por ejemplo. no hay restricción en el número de sondajes), fueron utilizados para estimar los bloques con un menor número de pozos de perforación dentro de un área vecina cercana (ver Tabla N°15). Los radios de búsqueda se establecieron para estimar una gran porción de bloques dentro de la zona modelada con la extrapolación limitada. Los parámetros se establecieron mediante la realización de repetidas estimaciones de recursos de prueba y revisión de los resultados como una serie de vistas en planta y secciones.

Tabla N° 14: Parámetros de estimación en la etapa I

Parameters	IBXP	TBX	IBXH	CQP	BFP	CQFP	VC
Major Search Radius - rotated Y (m)	180	220	180	220	180	180	220
Semi-major horizontal search radius - rotated X (m)	127	55	68	73	70	180	94
Vertical search radius - rotated Z (m)	127	37	59	37	72	180	220
Min data	6	6	6	6	6	6	6
Max data	12	24	16	12	16	12	24
Maximum number of samples per dh	4	4	4	4	4	4	4
Maximum number of samples per octant	4	4	4	4	4	4	4
Minimum numbers of octants	2	2	2	2	2	2	2
Minimum numbers of holes	2	2	2	2	2	2	2

Tabla N°15: Parámetros de estimación en la etapa II

Parameters	IBXP	TBX	IBXH	CQP	BFP	CQFP	VC
Major Search Radius - rotated Y (m)	150	220	200	220	200	220	220
Semi-major horizontal search radius rotated X (m)	108	55	75	73	78	220	94
Vertical search radius - rotated Z (m)	108	37	65	37	80	220	220
Min data	6	6	6	6	6	6	6
Max data	16	24	16	16	16	16	24
Maximum number of samples per dh	6	6	6	6	6	6	6
Maximum number of samples per octant	6	6	6	6	6	6	6
Minimum numbers of octants	1	1	1	1	1	1	1
Minimum numbers of holes	1	1	1	1	1	1	1

Durante el proceso de estimación, después de ejecutar de algunas pruebas de ensayo estimación inicial, se adoptó utilizar el método mixto de límites de dominios duros y blandos. Los límites suaves permiten que los compósitos de las leyes de Cu de la perforación puedan influir en el valor de estimación a través de los dominios geológicos, mientras que los límites duros no.

En tabla N°16 Se observa la definición de la matriz lógica con los compósitos usados para geología y sus códigos (filas) que fueron usados

para la estimación de los bloques, ubicados en estos dominios específicos (columnas).

Tabla N°16: Definición de la Matriz Lógica con los compósitos que fueron usados (filas) para estimación de bloques (columnas)

Domain	IBXP	TBX	IBXH	CQP	BFP	CQFP	VC
IBXP	X		X		X		
TBX		X					
IBXH	X		X		X		
CQP				X			
BFP	X	X			X		
CQFP						X	
VC							X

6.6 Densidad

La base de datos de densidad aparente está compuesto principalmente de un conjunto de 9,424 determinaciones. Estos datos se utilizaron para calcular el los valores medios de densidad aparente de cada dominio geológico. En estos cálculos fueron usados los valores aceptables (es decir. valores inferiores a 1.8 y valores superiores a 3.5 fueron excluidos). Basado en estas diferencias, los valores para el promedio de densidad en volumen fueron calculados para cada dominio geológico, consecuentemente ajustado por factores de corrección, presentados en la Tabla N° 17 Ajustando constantemente los valores Densidad en volumen para cada dominio geológico que fueron usados la estimación de recursos.

Tabla N° 17: Los valores gravedad especifica (SG) utilizados en la estimación de recursos

Domain	SG Field Data	Reduction Factor	SG Field data adjusted - based on SGS results
IBXP	2.53	0.96	2.43
TBX	2.47	0.98	2.42
IBXH	2.51	0.99	2.48
CQP	2.51	0.99	2.48
BFP	2.49	1	2.49
CQFP	2.5	0.98	2.45
VC	2.5	0.98	2.45

6.7 Validación del Block Modelo

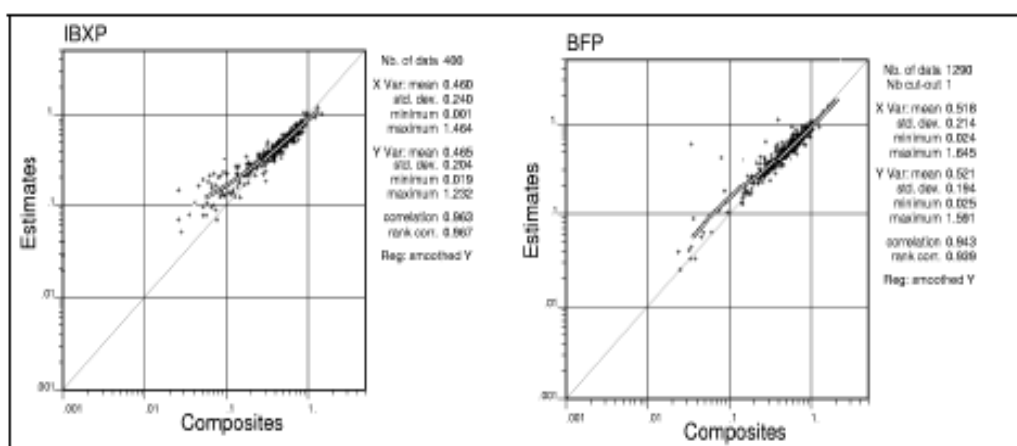
Los ejercicios de validación siguientes se llevaron a cabo dentro del modelo de bloques:

- Comparaciones locales de los valores (ley) del bloque con los compósitos contenidos en estos bloques.
- Evaluación de la variabilidad optima del bloque y las estimaciones entre la varianza y su relación con el volumen.
- Comparación de los promedio de leyes de ensayo con los promedios de bloques estimados lo largo de estos y diferentes direcciones - graficas de barrido (swath).
- Comparación de las estimaciones en Datamine con un software no comercial.

Figura N° 31 muestra una comparación de los valores de cobre en los bloques estimados con los valores de ensayo medias en los compósitos contenidos dentro de dichos bloques en los dominios IBXP y BFP. En promedio, los valores de los bloques estimados son muy similares al de los ensayos. Como era de esperar, teniendo en cuenta la continuidad de largas

distancias y bajo los efectos de pepita, existe una excelente correlación entre los valores de bloques estimados y los de ensayos. Una relación similar está presente en todos los dominios.

Figura N°31: Comparación del cobre promedio en los bloques estimados vs ley promedio de los compósitos de ensayos contenidos dentro de los bloques en los dominios de BFP y IBXP.

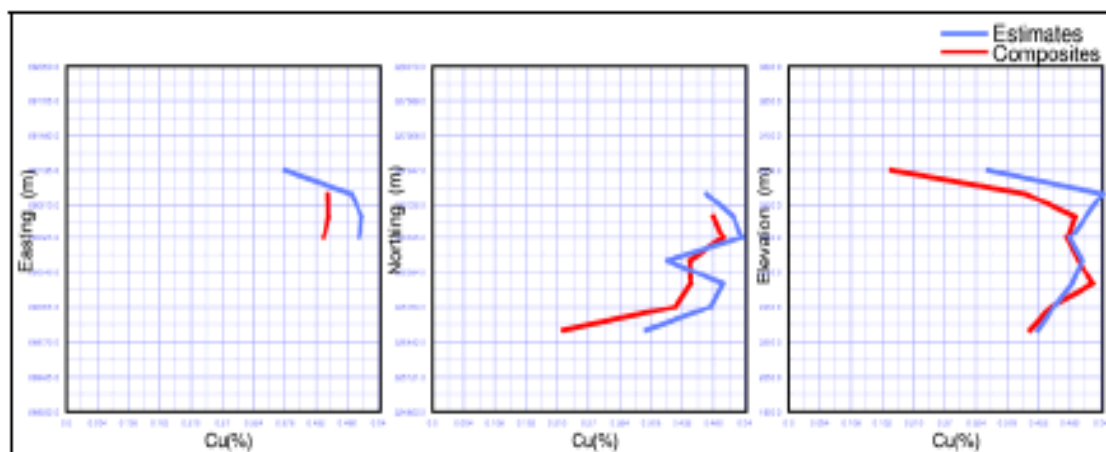


La revisión final fue una comparación de los valores promedio de ensayo (ley) con el promedio de los bloques estimados a lo largo de direcciones diferentes. Este consistía en calcular el promedio de los valores de ensayo-agrupados y compararlos con el promedio de la estimación de bloques con la orientación de la franjas Este a Oeste, franjas orientadas norte a sur y franjas horizontales. Dentro del dominio BFP, el promedio de los valores (ley) de Cu en los ensayos compositados y el valor promedio del Cu en la estimación de bloques son muy similares en todas las direcciones, con los valores de los ensayos ligeramente inferiores en algunos lugares (Figura N°32). Esta ligera diferencia está probablemente relacionada a la

dificultad de una adecuada asignación de pesos a estos compósitos. Una relación similar se puede observar en otros dominios.

Para comprobar si los parámetros de estimación ingresados en el software Datamine fueron aplicados y entendidos en la estimación bloques en Datamine se compararon con las estimaciones de bloque en software no comerciales. Cuando la comparación se realizó sin el modo de búsqueda octante, los dos tipos de las estimaciones fueron correlacionados casi a la perfección.

Figura N°32: valores promedio de Cu en datos agrupados comparados con los valores de Cu del Block estimado para el dominio BFP.



6.8 Clasificación de Recursos

Clasificación Bloques fue aplicado utilizando el modelo de la combinación de la distancia media para los compósitos y el número de perforaciones que contribuyen a la estimación local, ésta clasificación representa los resultados de las evaluaciones visuales sobre las secciones y vistas en planta.

Categoría Clase I (medido) se aplicó a dichos bloques para que tres o más sondajes han contribuir a los compósitos para la estimación y la distancia promedio entre estos compósitos fue menor a 70 m. Esta categoría fue asignada para los bloques del paso I en la etapa de estimación.

Categoría Clase II (indicado) se aplicó a dichos bloques para los que:

- Dos o más sondajes compositadas han contribuido a la estimación y la distancia media entre estos compósitos fue mayor que 70 m y menor que 110. Solamente bloques de la etapa I de estimación fueron asignados a esta etapa (ver Sección).
- La distancia promedio de los compósitos fue inferior a 60 m para los bloques estimados en la etapa del paso II.
- Categoría Clase III (inferido) se aplicó a todos y otros bloques estimados.

La asignación de bloques a estas categorías se evaluó visualmente con ajustes adicionales fueron hechos para encontrar a pequeños grupos de bloques. Estos pequeños grupos fueron eliminados y el resultante fue en un modelo más suave para las categorizaciones de recursos.

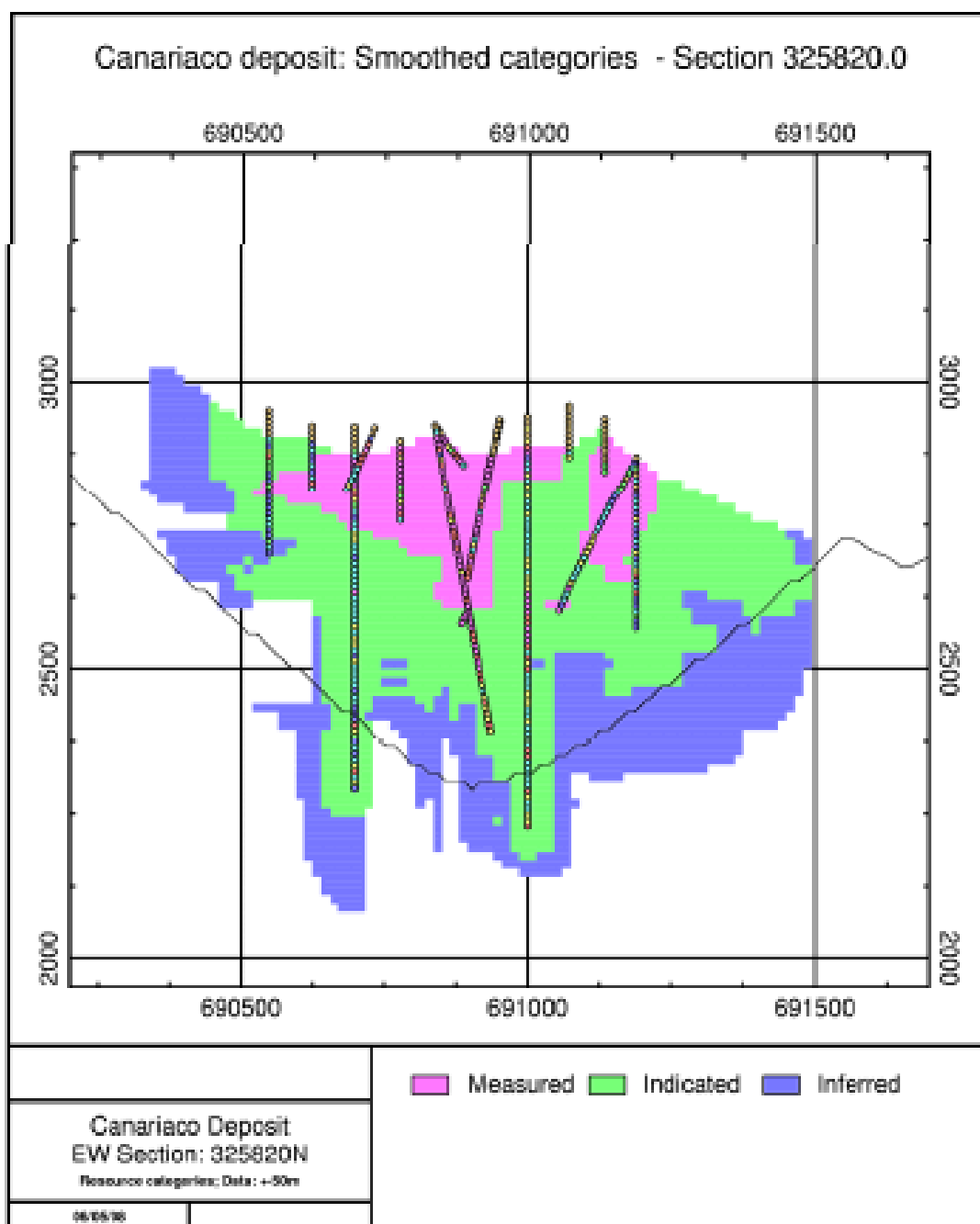
6.9 Recursos Minerales clasificados

El clasificado estimación de recursos minerales de Cu para el depósito de Cañariaco Norte se limita a la Whittle Shell de recursos que se describe en la Sección y se presentan en la Tabla N°18. La limitación del recurso a la Whittle shell satisface el requisito reglamentario para reportar sobre los recursos razonables que se tienen y las perspectivas de extracción económica. El tonelaje de cada clase del recurso se ha redondeado al millón más cercano que refleja la incertidumbre existente en las estimaciones. Ver Figura N° 33,34,35,36

Tabla N°18: La clasificación de recursos minerales para el depósito de Cañariaco Norte es el Cut-off 0.3% Cu.

Mineral Resource Classification	Tonnes (M)	Copper Grade (%)	Contained Copper (Mt)	Contained Copper (Bib)
Measured	237	0.51	1.21	2.66
Indicated	385	0.45	1.73	3.80
Measured + Indicated	622	0.47	2.94	6.46
Inferred	128	0.43	0.55	1.21

Figura N°33 muestra un ejemplo de las categorías asignadas en la sección 325820N.



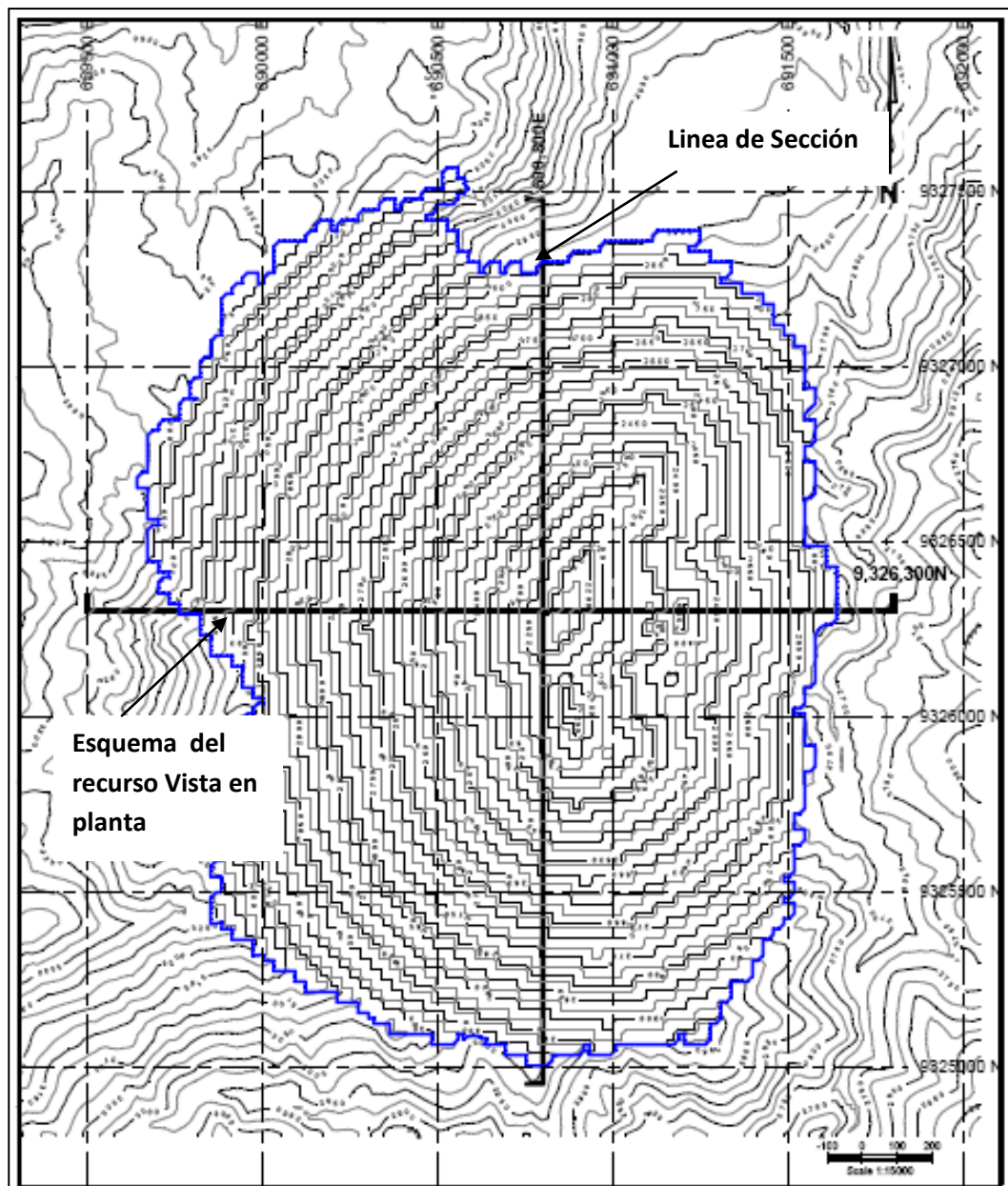

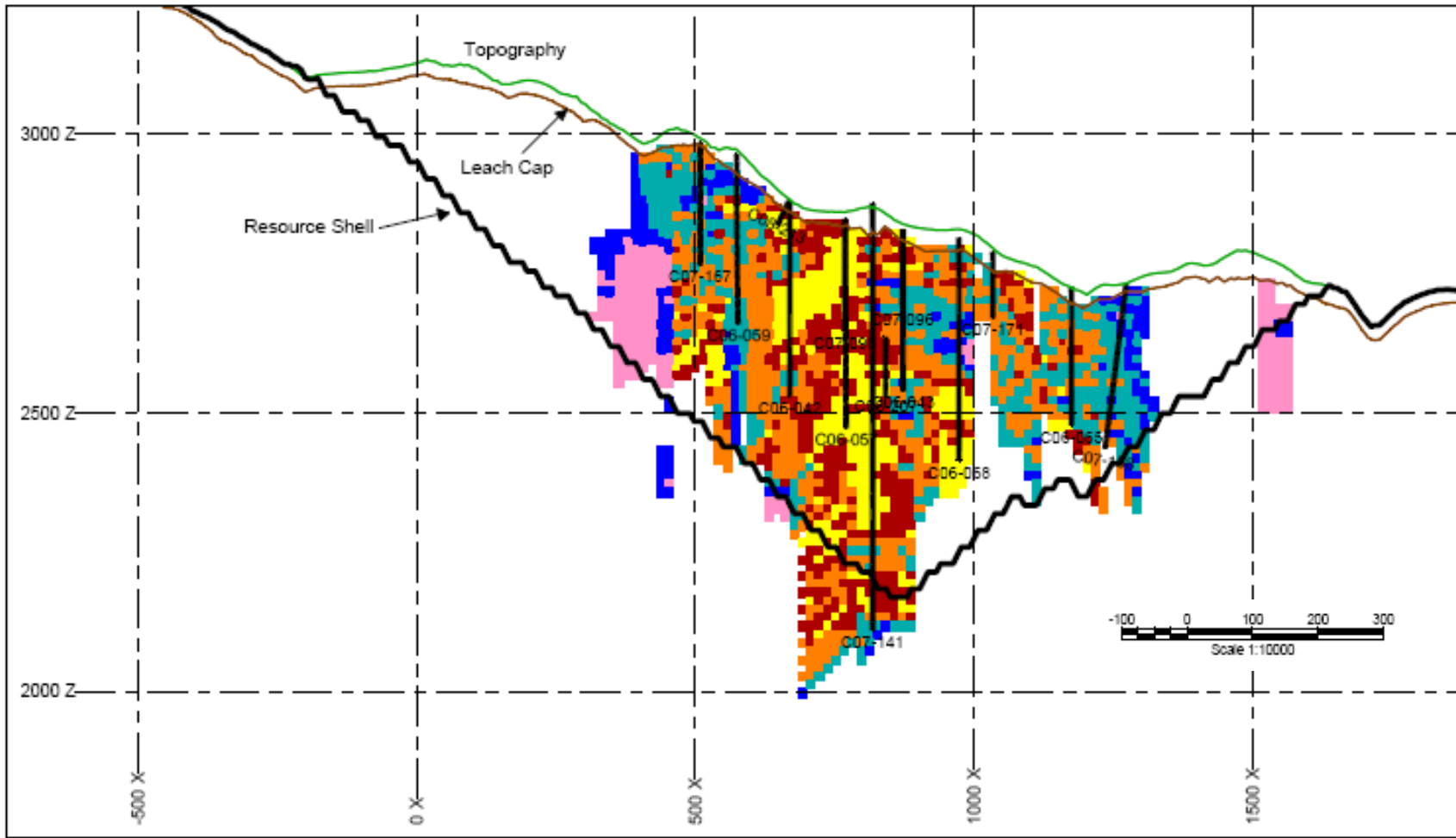


FIGURA N° 34

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Figura N° Fecha: Enero 2012 Bach: Elisa Proja Office: Dibujó: APP Escala: Gráfica	PROYECTO CAÑARIACO Cañariaco Norte Zona de Limite de Recurso Mineral Cut Off 0.3% Cu
Proyección: WGS 84, UTM, 17	



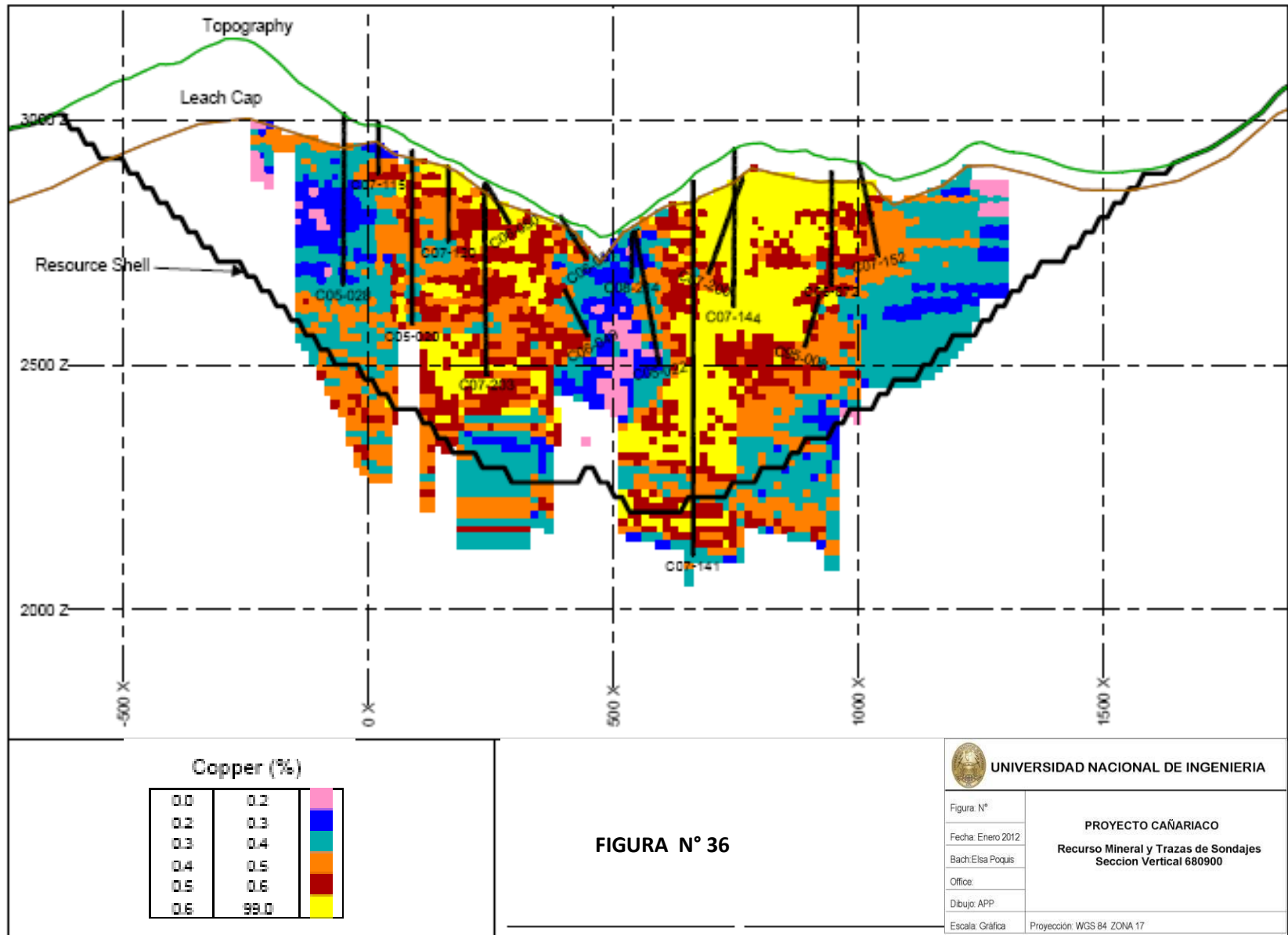
Copper (%)

0.0	0.2	
0.2	0.3	
0.3	0.4	
0.4	0.5	
0.5	0.6	
0.6	99.0	

FIGURA N° 35

 **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

Figura: N°	<p align="center">PROYECTO CAÑARIACO</p> <p align="center">Recurso Mineral y Trazas de Sondajes</p> <p align="center">Seccion Vertical 9326300 N</p>
Fecha: Enero 2012	
Bach: Elisa Poquis	
Office:	
Dibujo: APP	
Escala: Gráfica	Proyección: WGS 84 ZONA 17



CONCLUSIONES

- El yacimiento Cañariaco Norte está geológicamente situado en rocas intrusivas porfiríticas de edad Miocénica cortando rocas desde el Jurásico hasta el Terciario.
- El prospecto de Cañariaco Norte está en un nivel alto, es un pórfido bien preservado, que consta de una extensa zona de alteración fílica, una zona pobremente desarrollada de enriquecimiento supergénico y una zona de sulfuros primarios de baja ley.
- El cobre está presente en todas las alteraciones sobrepuestas y con un fuerte control estructural. Dentro del pórfido Cañariaco existen dos tipos de mineralización de tipo pórfido y de alta Sulfuración. La mineralización Cu-Mo está hospedado desde la litología pórfido feldespato biotítico (BFP) a un complejo porfirítico cuarzo feldespato.
- En el estudio se presentan fallas de tipo tensional y tras-tensional, las fallas tienen un rumbo dominante Noroeste-Sureste y Noreste Suroeste, los controles basados en la forma de las intrusiones son las conjugaciones de tres sistemas NNE-SSO, NNO-SSE y/o ONO-ESE
- Las fallas NO son de bajo ángulo con un desplazamiento vertical de escala regional, estas fallas muestran foliación milonítica y son las que controlan el desplazamiento ígneo.
- La NNE y SSO estas fallas son posteriores a las intrusiones porfiríticas y pre o coetáneas con la mineralización de alta sulfuración también controlan en algunos casos el enriquecimiento hipógeno.

- La alteración potásica está severamente sobre impuesta por ambas alteraciones como la argílica intermedia (illita-montmorillonita-clorita) y sericita. Además está sobreimpuesta por una alteración argílica avanzada, ambos eventos han ayudado al aporte de la mineralización de transición de enriquecimiento hipógeno, como el ensamble calcopirita-bornita-pirita a pirita-calcosina-covelina-enargita.
- Los múltiples eventos sobreimpuestos sobre la mineralización temprana “calcopirita-pirita” y el aporte de un tipo de ensamble de alta sulfuración “pirita, calopirita – covelina - bornita”. Este evento ha dado como resultado el incremento de los valores de cobre desde 0.35% Cu a 0.75% de Cu hasta valores más altos.
- La geoquímica superficial aplicada se concluye de que existen elementos con anomalías y que estos se volvían a repetir en cada estudio así; Cu, Mo, Au en la zona central y en la zona periférica, en un área de 750 m. de diámetro.
- Los resultados de la geofísica aplicadas (magnetometría) confirmaron las zonas resistivas por intrusivos volcánicos.
- Todos los taladros terminan con valores de Cu 0.55% a 1.00% - El límite vertical del depósito es desconocido.
- Los valores extremos de alto valor (ourliers) fueron evaluados con el uso de estadísticas de corte y un método de gráfico de probabilidades, estos fueron cortados y separados.
- Variogramas experimentales y modelos de dirección de continuidad de las leyes se han generado para cada estimación de bloque.

RECOMENDACIONES

- Hacer más taladros Cañariaco Sur y Quebrada Verde para completar Recursos Minerales.
- Realizar un programa de perforación en estas zonas anómalas para confirmar el recurso en profundidad e incrementar los recursos del proyecto.
- Se recomienda que en las zonas donde la mineralización de venillas predomina, la recolección detallada de las orientaciones de las venillas mineralizadas, mediante el uso de mediciones orientadas del testigo de perforación, y estos datos de densidad de las venillas puede ayudar a construir parámetros de distribución direccional sobre isovalores de Cu.
- Varios sondajes se dan en la categoría de los recursos indicados, principalmente debido a la densidad de los datos locales de sondajes de perforación. Se recomienda perforar un pequeño número de sondajes para dar los datos necesarios de apoyo para los recursos en estas áreas compatibles a través de la estimación del recurso mineral actualizado.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

COLLINS. J. McCrea. J.. Rokosh. J.. Cañariaco proyecto de cobre - Perú.
Evaluación Preliminar y Informe de Evaluación Económica. Mérito Consultants
International Inc. (28 de junio de 2008).

FLORES. G.Ñ. 1971. Informe Sobre La investigacion preliminar geoquimica de la
Anomalia A-2 de Cañares. Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque.

Mc Crea. J.. Informe Técnico - Geología y recursos actualizada sobre el pórfido de
cobre Cañariaco Proyecto. revisado. (26 de junio de 2006).

GREG J. Corbett y Terry M. Leach (1998): En el suroeste de la Cuenca del Pacífico
de oro y cobre-sistemas: estructura, la alteración y la mineralización. Sociedad de
Geólogos Económicos: Número de Publicación Especial 6.

Minefill Services Inc. (Stone. DMR. Godden. S.. van Egmond. R.. Tosney. JR)
Puesta al día Informe Técnico y Evaluación Económica Preliminar en el pórfido de
cobre Cañariaco Norte Proyecto - Opción de tajo abierto. Versión modificada (26 de
abril de 2007).

MURPHY, F. (2004): Notas preliminares sobre la interpretación estructural de
imágenes Landsat ETM de la propiedad Cañariaco. www.imagenessatelitales.net

SANCHEZ, C. (2001): Resumen de Cañariaco (información interno).

SILLITOE, RH (1999): Comentarios sobre la geología y el potencial del prospecto
de cobre Cañariaco Porfirítico, el norte de Perú. Informe interno preparado para
BHP Exploración y Minería Perú BV (Sucursal Peruana) (interno).

WILSON, A.J. (1999): Proyecto Cañariaco, Lambayeque, norte del Perú, Informe
Final de noviembre de 1999. BHP Exploración y Minería Perú BV (Sucursal
Peruana).