INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

ACTIVIDAD EN ÁREAS DE NO ADMISIÓN DE PETITORIOS

PROSPECCIÓN GEOLÓGICA MINERA DEL ANAP CHÁPARRA, BLOQUE 4

Preparado por:

WILLIAM MARTINEZ.
JOEL OTERO.
MANUEL ROSAS C.

Mayo, 2017

Contenido

RESUMEN 6
I INTRODUCCIÓN 1
1.1 UBICACIÓN Y ACCESOS 1
1.2 ESTUDIOS PREVIOS 3
1.3 CLIMA Y VEGETACIÓN 3
1.4 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS 3
1.5 CONCESIONES MINERAS Y LÍMITES COMUNALES 4
1.6 TRABAJOS REALIZADOS 6
1.6.1 Geoquímica de sedimentos 6
1.6.2 Litogeoquímica 6
1.6.3 Cartografiado Geológico 6
1.7 OBJETIVOS 6
1.8 PARTICIPANTES 6
II CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL 7
2.1 GEOLOGÍA REGIONAL 7
2.1.1 Unidades Litoestratigráficas 7
2.2 ASPECTOS METALOGÉNICOS REGIONALES 7
III GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO 9
3.1 ESTRATIGRAFIA 12
3.1.1 Depósitos Cuaternarios 12
3.2 ROCAS ÍGNEAS 12
3.3 ALTERACIONES HIDROTERMALES 12
3.4 MINERALIZACIÓN 13
IV ASPECTO ESTRUCTURAL DEL BLANCO DE INVESTIGACION 14
4.1 SISTEMAS ESTRUCTURALES 15
4.1.1 Pliegues 15
4.1.2 Fallas 15
4.1.3 Fracturas 15
V. GEOQUÍMICA DEL ANAP 16
5.1 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD 16
5.2 MÉTODO DE MUESTREO Y ENFOQUE 17
5.3 PREPARACIÓN DE MUESTRAS, ANÁLISIS Y SEGURIDAD 19
5.4 VERIFICACIÓN DE DATOS 19
5.5 ANÁLISIS DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD 19
5.6 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO 27

5.6.1 Población de rocas intrusivas 29
5.7 INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA 37
5.8 DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA 38
5.8.1 Oro 38
5.8.2 Plata 38
5.8.3 Cobre 38
5.8.4 Molibdeno 38
5.8.5 Plomo 38
5.8.6 Zinc 38
5.8.7 Hierro 38
5.9 ANOMALIAS Y GUIAS GEOQUÍMICAS 39
VI ESTUDIO GEOFÍSICO DE PROSPECCIÓN MAGNÉTICA 40
6.1 RESUMEN 40
6.2 MÉTODO MAGNÉTICO 41
6.3 MÉTODO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA (IP) 41
6.4 TRABAJOS DE CAMPO E INSTRUMENTACIÓN 42
6.4.1 Estudios de magnetometría terrestre 43
6.4.2 Estudios de Polarización Inducida 45
6.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 48
6.5.1 Procesamiento de Datos Magnéticos Terrestres 48
6.5.2 Corrección Diurna 49
6.5.3 Corrección Campo Geomagnética de Referencia Internacional - IGRF 49
6.5.4 Reducción al Polo 50
6.5.5 Derivadas Verticales 50
6.5.6 Señal Analítica 50
6.5.6 Inversión magnética 3D 50
6.5.7 Procesamiento de datos de polarización inducida 2D 50
6.6 INTERPRETACIÓN 51
6.6.1 Interpretación de Datos Magnéticos 51
6.6.2 Interpretación de Polarización Inducida (IP2D) 54
VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 60
VIII REFERENCIAS BLIBLIOGRAFICAS 62
ANEXOS 64

FIGURAS:

Fig.1.1 Mapa de ubicación y accesos.
Fig.1.2 Plano ubicación de vértices del ANAP Chaparra bloque 4, UTM WGS 84 – Zona 18 Sur.
Fig.1.3 Mapa catastral y/o propiedad minera.
Fig.2.1 Mapa de las franjas metalogenéticos y los tipos de depósitos minerales, alrededor del ANAP Chaparra bloque 4.
Fig.3.1 Mapa geológico ANAP Chaparra bloque 4-zona noroeste.
Fig. 5.1 Mapa de Ubicación de muestras de rocas.
Fig. 5.2 Resultado estándar de Au ppb alto (código INGEMMET: CHAB4-16-R-020).
Fig. 5.3 Resultado estándar de Ag ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050).
Fig. 5.4 Resultado estándar de Cu ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050).
Fig. 5.5 Resultado estándar de Zn ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050).
Fig. 5.6 Gráfica de dispersión de muestras duplicadas de campo para el Ag ppb.
Fig. 5.7 Gráfica de dispersión de muestras duplicadas de campo para la Zn ppm.
Fig. 5.8 Gráfica de dispersión de muestras duplicadas de campo para el Fe ppm.
Fig. 5.9 Distribución de valores anómalos de Au ppb en muestras de roca por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4.
Fig. 5.10 Distribución de valores anómalos de Ag ppm en muestras de roca por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4.
Fig. 5.11 Distribución de valores anómalos de Cu ppm en muestras de roca por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4.
Fig. 5.12 Distribución de valores anómalos de Mo ppm en muestras de roca por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4.
Fig. 5.13 Distribución de valores anómalos de Pb ppm en muestras de por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4.
Fig. 5.14 Distribución de valores anómalos de Zn ppm en muestras de roca por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4.
Fig. 5.15 Distribución de valores anómalos de Fe% en muestras de por poblaciones en el ANAP Chaparra bloque 4
Fig. 5.16 Coeficiente de correlación de la población de rocas intrusivas.
Fig.6.1 Mapa de Ubicación de las Líneas de Prospección Magnética en el extremo Nor-Oeste del ANAP Chaparra Bloque 4.
Fig.6.2 Mapa de Ubicación de las líneas de polarización inducida 2D en el extremo Nor-Oeste del ANAP Chaparra Bloque 4.
Fig.6.3 Base magnética en el sector de Chaparra Bloque 4.
Fig.6.4 Mapa de Reducción al Polo y Geológico, se observan anomalías magnéticas; un bajo magnético de color azul y un alto magnético de color magenta. Las anomalías de Bajo Magnético estarían relacionadas a posibles sistemas de alteración hidrotermal, superponiéndose a las áreas de brechas y zonas de Stockwork. Las

anomalías de Altos Magnéticos estarían directamente relacionadas a la respuesta mineralógica propia de la roca intrusiva granodiorita.

Fig.6.5 Mapa de la Señal Analítica y Geológico, se observan pequeños contrastes anómalos de color magenta, los que representan sectores con susceptibilidades magnéticas moderadas a altos, estarían relacionados a materiales de composición máfica.

Fig.6.6 Sección 2800E, Intensidad del Campo Magnético, Susceptibilidad Magnética, Cargabilidad y Resistividad, comportamiento físico de las rocas. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de magnéticos, cargabilidad y resistividad hasta los 400m de profundidad.

Fig.6.7 Sección 3000E, Intensidad del Campo Magnético, Susceptibilidad Magnética, Cargabilidad y Resistividad, comportamiento físico de las rocas. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de magnéticos, cargabilidad y resistividad hasta los 400m de profundidad.

Fig.6.8 Sección 3200E, Intensidad del Campo Magnético, Susceptibilidad Magnética, Cargabilidad y Resistividad, comportamiento físico de las rocas. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de magnéticos, cargabilidad y resistividad hasta los 400m de profundidad.

Fig.6.9 Anomalías de cargabilidad representadas de color roja, presentan valores porcentuales de 15 mV/V a 40 mV/V. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de cargabilidad a diferentes niveles de profundidad que van desde los 50m hasta los 300m

Fig.6.10 Anomalías de resistividad representadas como; resistividades altas de color azul, resistividades moderadas de color amarillo a verde y resistividades bajas de color naranja a roja. Esta es una representación de la información de inversión de datos de resistividad a diferentes niveles de profundidad que van desde los 50m hasta los 300m.

TABLAS:

Tabla 1.1 Concesiones ANAP Chaparra bloque 4.

Tabla 1.2 Coordenadas de los vértices del ANAP Chaparra bloque 4, UTM WGS 84 – Zona 18 Sur.

Tabla 3.1 Resultados anómalos de muestras geoquímicas de superficie de la zona noroeste del Bloque 4 del ANAP Cháparra.

Tabla 5.1 Muestras de control de calidad (estándares, blancos y duplicados).

Tabla 5.2 Valores de estándares certificados.

Tabla 5.3 Cuadro de comparación de análisis de blancos certificados

Tabla 5.4 Muestras duplicadas.

Tabla 5.5 Resultado del análisis de las muestras duplicadas.

Tabla 5.6 Valor de fondo, umbral, rangos de anomalías para intrusivos, en el ANAP Chaparra bloque 4.
Tabla 5.7 Valor de fondo, umbral, rangos de anomalías para stockwork, en el ANAP Chaparra bloque 4.
Tabla 5.8 Valor de fondo, umbral, rangos de anomalías para diques, en el ANAP Chaparra bloque 4.
Tabla 6.1 Ubicación de la base magnética y el punto de control.
Tabla 6.2 Parámetros de recolección de datos magnéticos
Tabla 6.3 Registro de datos de prospección magnética.
Tabla 6.4 Ubicación del punto infinito.
Tabla 6.5 Parámetros de recolección de datos de polarización inducida.
Tabla 6.6 Registro de datos de polarización inducida.

FOTOS:

Foto 3.1 Roca intrusiva, diorita de la Superunidad Linga, con intenso fracturamiento y textura algo brechoide, con venillas milimétricas de cuarzo blanco y óxidos de hierro (goethita+, hematita-).
Foto 3.2 Roca intrusiva, granodiorita gris blanquesina de la Superunidad Tiabaya, fanerítica, fracturada, algo disgregable, con óxidos de hierro y trazas de pirita fina, diseminada.

Foto 3.3 Roca intrusiva, granodiorita gris leucócrata de la Superunidad Tiabaya, fracturada, algo brechada, con fracturamiento tipo “enrrejado” a manera de stockwork.

Foto 3.4 Brecha pipe con alteración potásica y sericitización, la brecha presenta clastos subangulosos de 5 cm a 10 cm de diámetro soportados en una matriz gris oscura con sulfuros (malaquita); la brecha ocurre en la parte central de la zona de alteración hidrotermal.

RESUMEN

La prospección geológica – minera del ANAP Cháparra, Bloque 4 otorgada al INGEMMET, fue realizada entre los meses de abril y junio del 2016.

El marco geológico del área lo constituyen, las andesíticas de la Formación Río Grande (Js-rg/2), cuarzo monzonitas de la Superunidad Linga (Ks-li-cmz), granodioritas de la Superunidad Tiabaya (Ki-ti-gd) y tobas cristalinas de la Formación Alpabamba (Nm-al) estas últimas cubren gran parte del flanco Sur del ANAP, mientras que en la parte norte estan como remanentes, asimismo en los fondos de quebrada se tiene material cuaternario transportado.

Estructuralmente el Bloque 4 del ANAP Cháparra está disturbado esencialmente por la falla Calpa de rumbo andino y movimiento dextral. Esta ha generado una serie de fallas menores tensionales de rumbo este-oeste, siendo aprovechadas en algunos casos para el emplazamiento de vetas y/o venillas de cuarzo con contenidos de sulfuros como pirita y calcopirita y posiblemente oro, así como algunos de diques aplíticos.

Al margen de la presencia de algunas vetas que generan un halo de alteración argílico propilítico restringido, se tiene al flanco NO del ANAP un núcleo de alteración potásica que afecta a la diorita-granodiorita con *stockwork* rodeado de un halo sericitico propílico de 1000 m por 800 m.

La mineralización observada e interpretada de acuerdo a los resultados obtenidos para las muestras tomadas, está relacionada básicamente al sector afectado hidrotermalmente y descrito en el párrafo anterior, se trata de la presencia de sulfuros como pirita, calcopirita diseminados y/o en venillas mayormente lixiviados, la presencia de vetas es muy limitada y de poco interés prospectivo.

Se obtuvieron en total 83 muestras de roca y 09 controles (QA/QC), las mismas que fueron analizadas por 52 elementos y por oro en los Laboratorios de SGS.

Dados los resultados obtenidos para el sector NO, se recomendó investigaciones geofísicas; magnetometría e IP cuyas lecturas marcarían mejor el sector de interés.

Con la recolección de datos geofísicos en el flanco NO del Bloque, se ha podido identificar tres parámetros físicos, que son; el campo magnético, la resistividad y cargabilidad de las rocas. El estudio de IP2D ha proporcionado información de cargabilidad con rangos importantes de ~20-40 mV/V, abarcando un área aproximada de 0.8km x 0.8km con una orientación Noroeste-Sureste. Las cargabilidades se presentan desde los 50m y profundizan hasta los 400m., esta es una respuesta directa de anomalías relacionadas a sulfuros diseminados. Asimismo, la respuesta de resistividad ha contribuido en identificar dos sectores; el primero de resistividades moderadas a altas y el segundo de resistividades bajas/área conductiva.

Teniendo en cuenta las observaciones de campo y/o resultados obtenidos se recomienda mantener el área que involucra a este Bloque del ANAP Chaparra y pasarla a Proinversión como un área de interés prospectivo por depósitos diseminados de cobre, molibdeno, oro.

I INTRODUCCIÓN

Políticamente El ANAP Chaparra bloque 4 se ubica en el distrito de Quicacha, provincia de Caravelí y Región Arequipa, hoja Chaparra (32o) con 8,100 hectáreas.
El objetivo de los trabajos programados, fue la de prospectar y evaluar el área total del Bloque a fin de ubicar sectores o blancos prospectivos por mineralización de cobre, molibdeno, oro. Los trabajos fueron realizados entre los meses de abril y junio del año 2016

El ANAP Cháparra, Bloque 4, fue otorgada al INGEMMET por el Ministerio de Energía y Minas según Decreto Supremo N° 007-2013-EM, con fecha 01 de marzo del 2013, el área en mención forma parte de la hoja de Chaparra la cual fue materia de investigaciones geoquímicas hecha por geólogos del Servicio Geológico de China durante el los años 2012 y 2013 en convenio de cooperación con el INGEMMET.
Como resultados importantes, fue la ubicación y reconocimiento al flanco NO del área de un sector afectado hidrotermalmente y con estructuras tipo *stockwork*, brechas hidrotermales la que continua a fuera del ANAP. Litológicamente en el área afloran rocas intrusivas en un 85%, granodioritas de la Superunidad Tiabaya, el otro 15% lo conforman rocas intrusivas dioriticas de la Unidad Linga que se manifiesta a manera de apófisis, también afloran tobas cristalinas de la Formación Alpabamba.
Estructuralmente el área está afectada por la falla Calpa de carácter regional con dirección NO la misma que generó zonas de debilidad y/o apertura para la migración de fluidos que alteraron y mineralizaron con contenidos de Cu y Mo. La zona centro y sur está cubierta por tobas de la Formación Alpabamba y andesiticas de la Unidad Río Grande, sin efectos hidrotermales.

1.1 UBICACIÓN Y ACCESOS

Ubicación

El ANAP Cháparra, Bloque 4, política y geográficamente se ubica en el distrito de Quicacha (Cuadrángulo de Cháparra, 32-o), suroeste de la provincia de Caravelí, región Arequipa (Fig.1.1) con una altitud promedio de 2700 m.s.n.m.

Accesos

Su accesibilidad es vía la panamericana sur hasta la ciudad de Chala (9 horas 730 km), luego siguiendo la carretera de penetración Chala, Chaparra, Paucar de Sara Sara hasta el sector denominado Sifuentes, con un tiempo aproximado de 3 horas, de allí con trochas o caminos hasta el área de trabajo. Como base de trabajo se puede establecer las ciudades de Chaparra y/o Chala que en ambos casos ofrecen la logística base para poder trabajar. El acceso también se puede hacer Lima Arequipa vía aérea, 1hora 30 minutos luego Arequipa Chala en 5 horas.

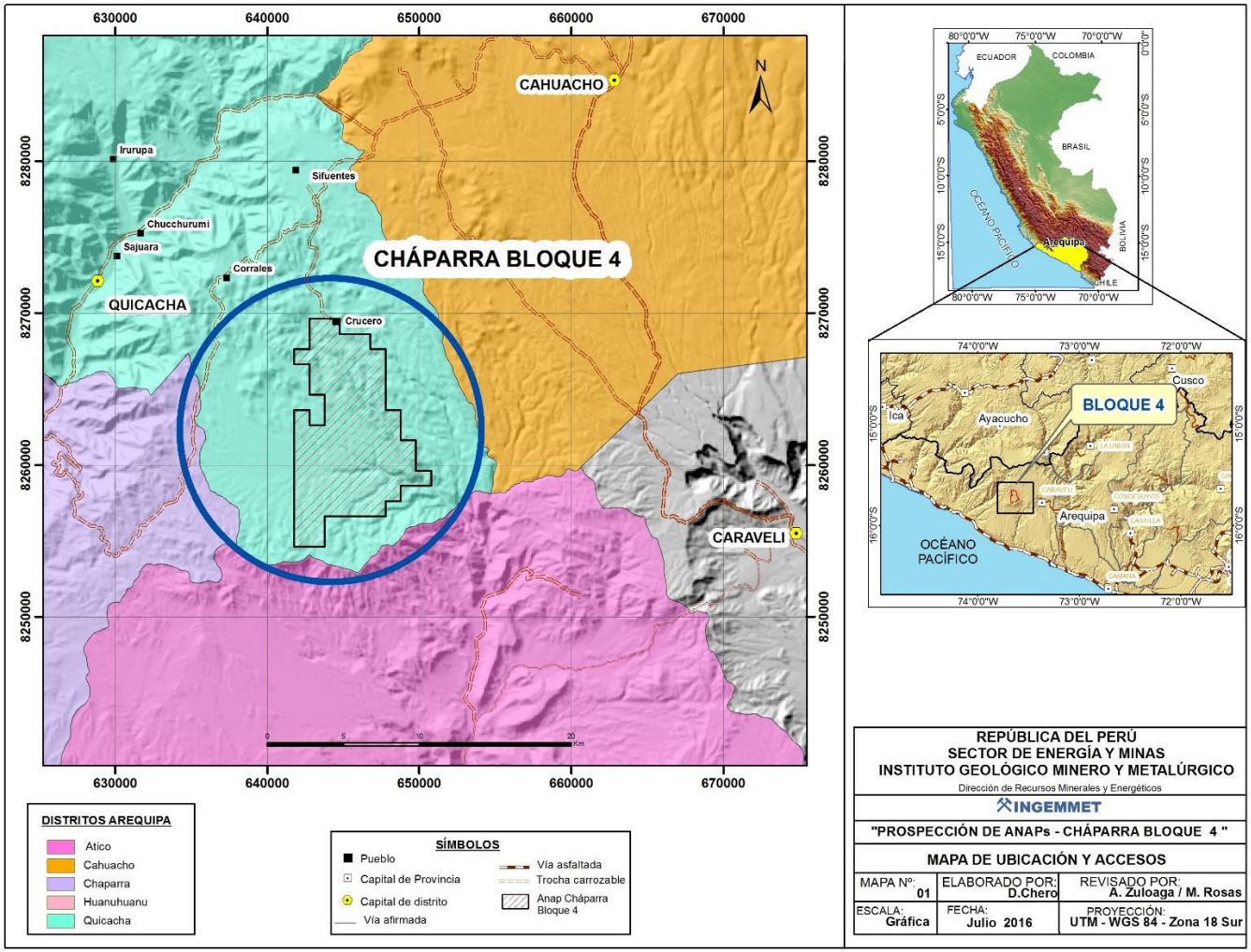

Fig.1.1 Mapa de ubicación y accesos.

1.2 ESTUDIOS PREVIOS

En el ANAP Chaparra bloque 4 se encuentran labores de minería artesanal, lo que significa que esta fue de alguna manera prospectada por lugareños de chaparra y/o pueblos aledaños. A la fecha se desarrollan actividades de minería artesanal en vetas de oro.
Fue generada en marzo del año 2013, con lo que se trataba de asegurar las áreas de interés generadas bajo el marco del convenio con el Servicio Geológico de China (CGS), que desarrolló un amplio programa de recolección de sedimentos de quebradas activas, cubriendo totalmente las hojas de Chaparra y Atico; fue solicitada por el INGEMMET al Ministerio de Energía y Minas el 01 de marzo del año 2013 y autorizada con Decreto Supremo N° 007-2013-EM, con una extensión de 8100 hectáreas. Entre los meses de abril y noviembre del año 2016 el INGEMMET, realizó la prospección de este ANAP en dos fases de campo, no encontrando mayores evidencias de mineralización.

1.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima en la región es caluroso y árido. Las precipitaciones se dan entre los meses de enero a marzo, con una media mensual de 7 mm. Es posible que estas se dén también de manera muy esporádica en los meses de diciembre y abril, algunas veces las lluvias pueden producir fenómenos geodinámicas como deslizamientos y huaycos, afectando la carretera Chala – Chaparra y Atico - Caravelí. Mientras que el resto del año es totalmente seco.
La temperatura en el área por estar ubicada en una zona de semi a desértica es variada fría por las noches y calurosa por el día con un promedio de 15 ºC. Los terrenos son eriazos y desérticos con vegetación prácticamente nula.

1.4 INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS

Los centros poblados más cercanos al ANAP Chaparra bloque 4 son Quicacha y Chaparra. En estos lugares se pueden encontrar suministros logísticos de primera necesidad como: víveres, hospedaje, combustible (petróleo y gasolina de 90 y 95 oct), alimentación, acémilas, comunicación, así como personal a los que se les puede contratar como guías por su conocimiento de la zona. Las carreteras de penetración que existen en el sector sur del ANAP y NE (desde la carretera a Caraveli) fueron trazadas y construidas por ABENGOA, para los trabajos de instalación de las torres de media y alta tensión del proyecto de electrificación Trans-mantaro (Línea de Transmisión 500 kV Mantaro-Marcona-Socabaya-Montalvo y Subestaciones Asociadas 2012 - 2016), siendo muchas de ellas en general de regular estado. Estas carreteras son mantenidas mientras dure el proyecto y accesibles durante todo el año. La otra línea de penetración por la carretera Atico-Caraveli, hasta el Km. 48, luego accesos en mal estado que fueron construidos con fines exploratorios.

1.5 CONCESIONES MINERAS Y LÍMITES COMUNALES

La zona de estudio abarca un total de 8,100 hectáreas (Fig.1.2 y tabla 1.1). Las mismas que se encuentran rodeadas de áreas denunciadas por importantes empresas mineras como Teck Perú S.A. al noreste y Golden Empire S.A.C. al oeste. (Fig.1.3).

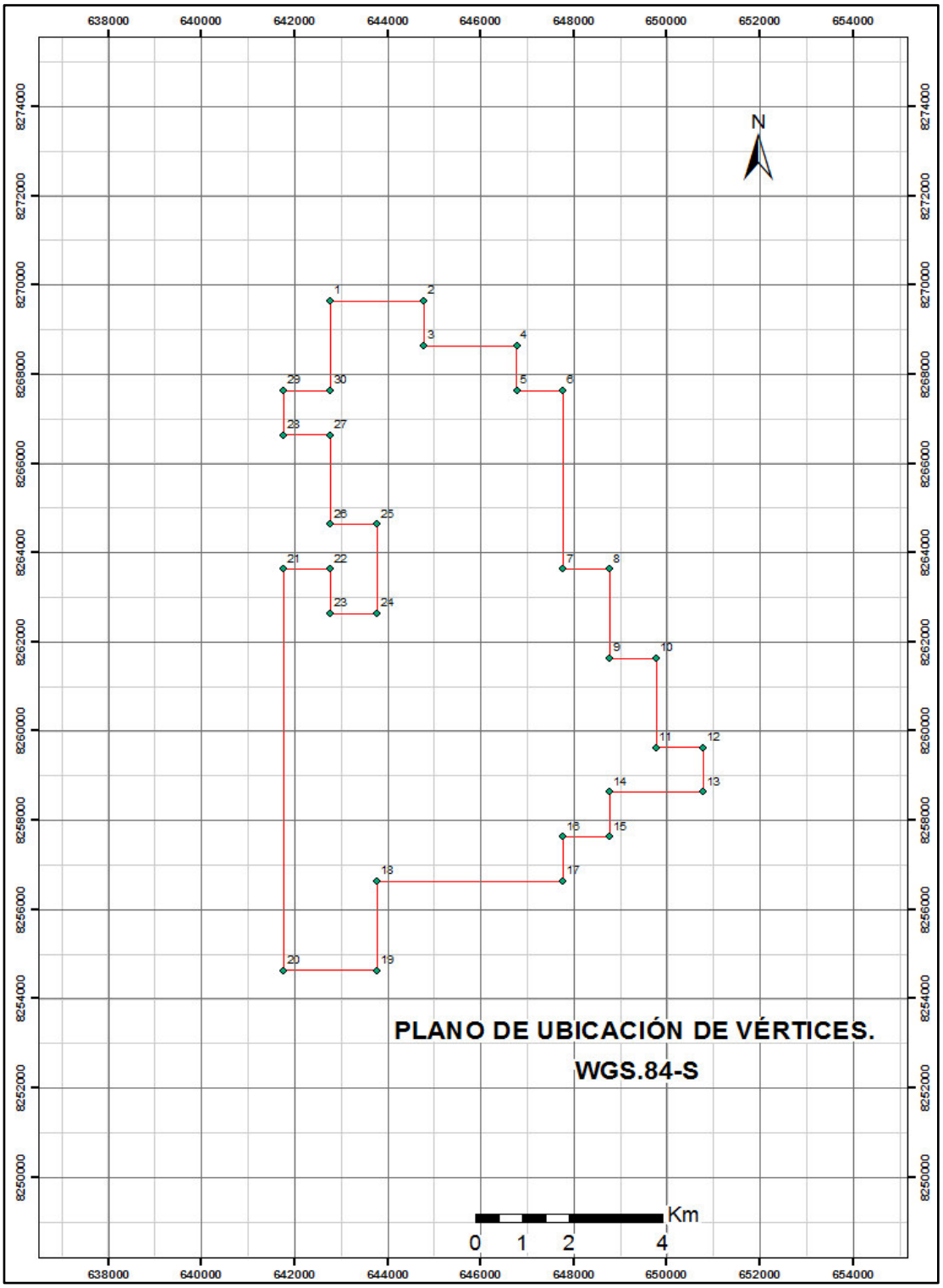

Fig.1.2 Plano con ubicación de vértices, bloque 4 del ANAP Chaparra UTM WGS 84 – Zona 18 sur.

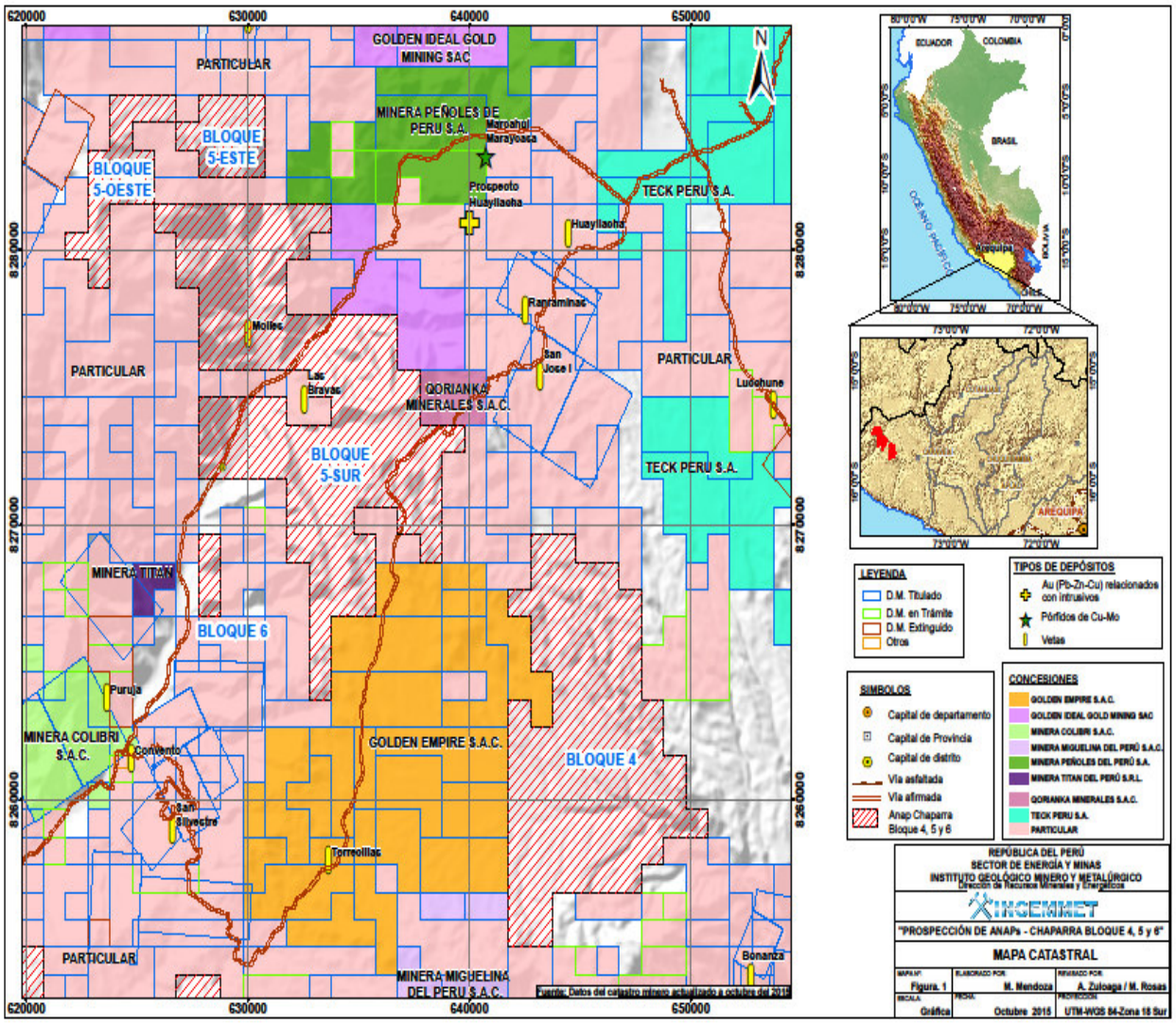

Fig.1.3. Mapa catastral y/o propiedades mineras que rodean al bloque en trabajo.

Tabla 1.1 Coordenadas de los vértices del bloque 4, ANAP Chaparra, UTM WGS 84 – Zona 18 Sur.

VERTICE	ESTE (m)	NORTE (m)
1	642777	8269629
2	644777	8269629
3	644777	8268629
4	646777	8268629
5	646777	8267629
6	647777	8267629
7	647777	8263629
8	648777	8263629
9	648777	8261629
10	649777	8261629

VERTICE	ESTE (m)	NORTE (m)
11	649777	8259630
12	650777	8259630
13	650777	8258630
14	648777	8258630
15	648777	8257630
16	647777	8257630
17	647777	8256630
18	643777	8256629
19	643778	8254629
20	641778	8254629

VERTICE	ESTE (m)	NORTE (m)
21	64177	8263630
22	642777	8263630
23	642777	8262630
24	643777	8262630
25	643777	8264630
26	642777	8264630
27	642777	8266630
28	641777	8266630
29	641777	8267630
30	642777	8267630

1.6 TRABAJOS REALIZADOS

Dentro del área de trabajo se realizaron los siguientes trabajos:

1.6.1 Geoquímica de sedimentos

Teniendo como objetivo evaluar el potencial geo-económico de los recursos minerales de interés en las hojas Ático y Chaparra, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en cooperación con el Servicio Geológico de China (CGS) ejecutaron un programa de recolección de sedimentos de quebrada activos a escala 1: 100,000. El área de trabajo abarco 5.921,3 km2. Las muestras fueron analizadas por 39 elementos, y los métodos de terreno usados comprendieron la recolección de sedimentos de quebradas activas así como muestreo de roca o suelo en zonas de difícil acceso. La cantidad de puntos de muestreo en el diseño original fue de 3,075 muestras para las dos hojas. Este trabajo sirvió como base para los ejecutados durante el 2016 en este Bloque. Los resultados de los análisis hechos a las muestras tomadas reportan valores muy bajos en oro, en el caso del cobre solo una muestra reporta un valor de 103.5 ppm (Anexo I).

1.6.2 Litogeoquímica

No se recolectaron muestras para análisis litogeoquímico

1.6.3 Cartografiado Geológico

Se cartografió y muestreo selectivamente los sectores con cierto interés prospectivo poniendo énfasis en las unidades intrusivas que dominan el Bloque, describiéndose la litología y estructuras asociadas a la escala 1/25,000. Es importante recalcar, que de acuerdo a la extensión del área de trabajo (8,100 ha), la estratigrafía tanto de secuencias volcano-sedimentarias, como intrusivas fueron tratadas de forma generalizada.

1.7 OBJETIVOS

Los objetivos prioritarios fueron el reconocimiento geológico y la ubicación de blancos y/o sectores de interés prospectivo por mineralización de oro y cobre.

1.8 PARTICIPANTES

Participaron en los trabajos de prospección tanto en gabinete como campo los geólogos; William Martínez, Manuel Rosas, Miguel Poma Rodríguez, Renato Chero & Joel Otero.

II CONTEXTO GEOLOGICO REGIONAL

2.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El marco geológico regional está dominado por rocas intrusivas, dioritas de la Superunidad Linga (Ks-li/di) del cretáceo superior (95 Ma), granodioritas de la Superunidad Tiabaya (Ks-ti/gd) del cretáceo superior (80 Ma). Asimismo, afloran rocas volcánicas, tobas de cristales, de la Formación Alpabamba (Nm-al) del mioceno, las cuales cubren la mayor parte del Bloque en trabajo, esta unidad suprayacen a las Superunidades Linga y Tiabaya, compuestas en su mayoría por granodioritas con cantidades menores de dioritas. Finalmente se tiene depósitos aluviales del Cuaternario reciente (Qh-al), estos depósitos–ocurren en las quebradas que siguen los debilitamientos estructurales; fallas.

2.1.1 Unidades Litoestratigráficas

Las unidades lito estratigráficas que dominan el Bloque 4 del ANAP Chaparra, se les puede describir de la siguiente forma.

- Unidades intrusivas: Están representadas por las dioritas de la Superunidad Linga del cretáceo superior y por la superunidad Tiabaya, de edad Cretaceo inferior a Jurasico superior. Afloran ampliamente en el sector central del ANAP Chaparra Bloque 4.–Su característica morfología y litología es fácilmente reconocible y diferenciado del Batolito Ordoviciano
- Formación Alpabamba: de edad Pliocena, compuesta de tobas de cristales adosada a los valles de incisión y que cubren gran parte del bloque en trabajo.
- Depósitos Cuaternarios: todos los depósitos compuestos de sedimentos inconsolidados que están sobre todas las unidades sedimentarias, volcánicas e intrusivas y en los fondos de quebrada.

2.2 ASPECTOS METALOGÉNICOS REGIONALES

El área de estudio se encuentra dentro de la franja metalogénetica IX, la misma que se extiende discontinuamente en tres áreas; Trujillo (Cerro Ballena; 9°30´-10°), Canta (Lomada-Caracol-Lajas; 11°-11°30´ y Saramarca-Nasca-Ocoña (14°30´-17°). Las estructuras de cuarzo-oro-sulfuros se encuentran hospedadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la costa. La tercera área que es en la que se encuentra nuestra área de estudio las estructuras mineralizadas están controladas por fallas con orientaciones NO-SE, N-S y E-O, que constituyen el corredor Nasca-Ocoña (Acosta et al. 2008). Entre los principales depósitos de esta franja, se puede mencionar a Orión, Caravelí, Ishihuinca, Calpa, Arirahua y San Juan de Chorunga, lamentablemente la mineralización en vetas dentro del bloque 4 es muy escasa y se emplaza en los intrusivos mayormente dioríticos, al flanco Noroesre existen algunas evidencias de un sistema diseminado del tipo pórfido de cobre-molibdeno.

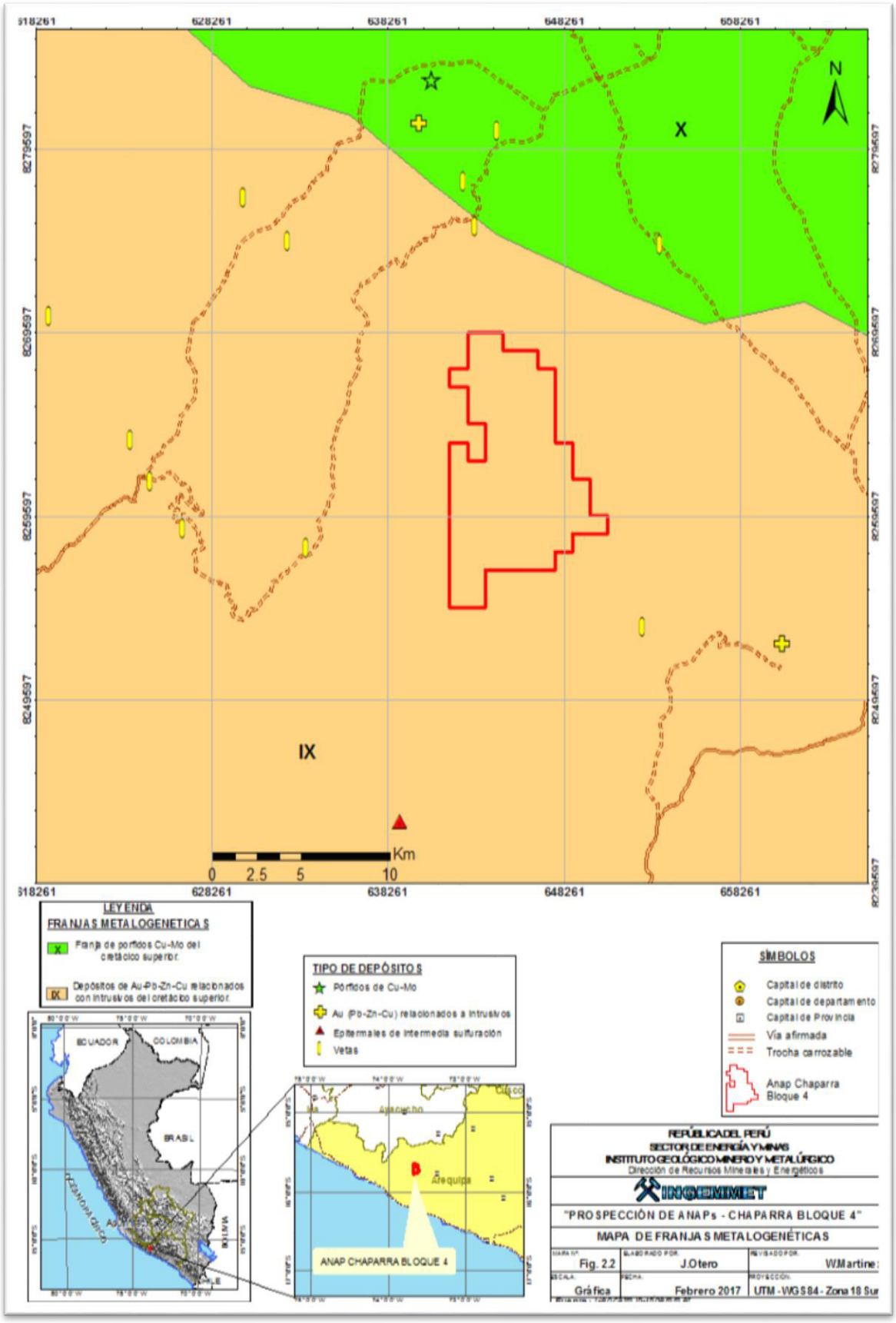

Fig.2.1 Mapa de las franjas metalogenéticas y los tipos de depósitos minerales, alrededor del bloque 4 del ANAP Chaparra

III GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localmente en el área explorada y con mayor énfasis en el flanco Noroeste del Bloque 4 del ANAP Cháparra) se tienen básicamente tres unidades litológicas, las dioritas de la Superunidad Linga (Ks-li/di), las granodioritas de la Superunidad Tiabaya (Ki-ti-gd) y las tobas cristalinas de la Formación Alpabamba (Nm-al) (Fig.3.1).
La litología predominante de la Superunidad Linga es la monzodiorita, con diferenciación magmática.
La Superunidad Tiabaya, en el área de estudio, corresponde al evento final de la intrusión del Batolito de la Costa y tiene la particularidad de haberse emplazado a lo largo de una faja central y longitudinal limitada en el suroeste por la Superunidad Linga y al noreste por la Superunidad Incahuasi.

Litológicamente la Superunidad Tiabaya se halla compuesta por tres grupos de rocas, producto de una cristalización fraccionada de máfico a félsico, un primer grupo melanócrata-mesócrata, consistente en gabrodiorita-diorita cuarcífera; un segundo grupo mesócrata-leucócrata, con tonalita dominante que varía a granodiorita; y un tercer grupo mucho más claro, consistente en monzogranito. Todas las rocas de la Superunidad Tiabaya se caracterizan por tener un grano fanerítico y textura granítica a hipidiomórfica con cuarzo intersticial, contienen plagioclasas zonadas, grandes cristales prismáticos de hornblenda o biotita euhedral; en la muestra CHAB4-16-R-096 se observa un afloramiento de granodiorita gris blanquesina, fanerítica, fracturada y meteorizada, algo disgregable; en la muestra CHAB4-16-R-099 se observa un afloramiento de granodiorita fracturada y meteorizada, algo brechada, con un fracturamiento tipo “enrrejado” a manera de *stockwork* (Fotos 3.1 y 3.2).(Anexo 3 informe petrográfico).

Las tobas de cristales de la Formación Alpabamba presentan una coloración blanca grisácea, algo marrón por oxidación supérgena, con textura porfirítica, observándose fenos de cristales rotos y menor cantidad de líticos soportados en una matriz afanítica, moderadamente meteorizada, fracturada en lajas y con leve argilitización. Se observan sólo como remanentes, producto de la acción erosiva, en las partes superiores de las unidades intrusivas.

Foto 3.1 Roca intrusiva, diorita de la Superunidad Linga, con intenso fracturamiento y textura algo brechoide, con venillas milimétricas de cuarzo blanco y óxidos de hierro (goethita+, hematita-).

Foto 3.2 Roca intrusiva, granodiorita gris blanquesina de la Superunidad Tiabaya, fanerítica, fracturada, algo disgregable, con óxidos de hierro y trazas de pirita fina, diseminada.

Foto 3.3 Roca intrusiva, granodiorita gris leucócrata de la Superunidad Tiabaya, fracturada, algo brechada, con fracturamiento tipo “enrrejado” a manera de stockwork.

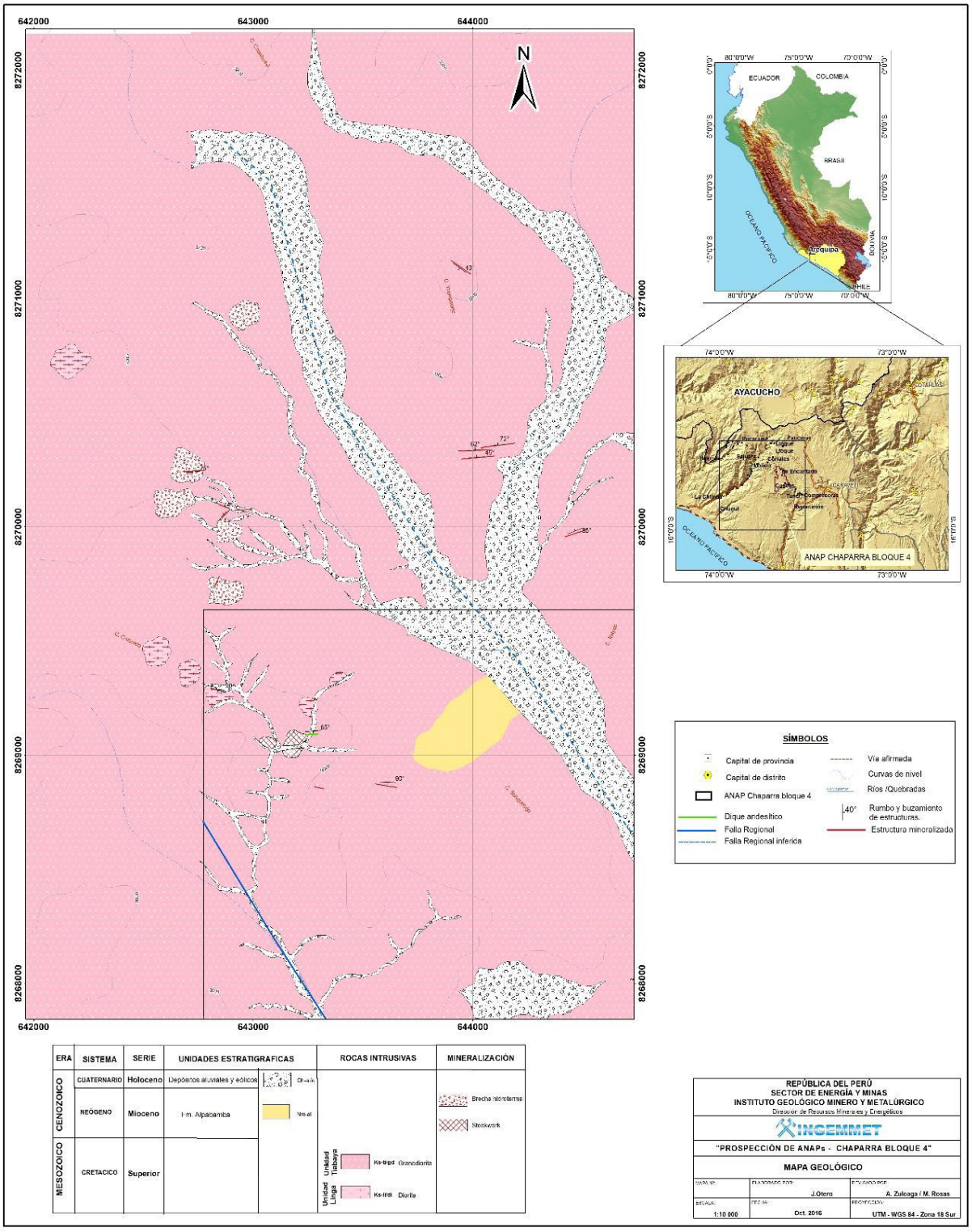

Fig.3.1 Mapa geológico ANAP Chaparra bloque 4-zona noroeste

3.1 ESTRATIGRAFIA

3.1.1 Depósitos Cuaternarios

Dentro del Bloque, se encuentran depósitos aluviales, de tipo eluvial, coluvial y fluvial, los mismos que se encuentran rellenando las principales cuencas que drenan hacia la costa. Sus clastos provienen mayormente de la erosión de las unidades intrusivas y volcánicas.

3.1.2 Formación Alpabamba

Esta unidad está compuesta de tobas de cristales, de coloración blanca amarillenta, poco resistentes se encuentran rellenando los valles y quebradas pre existentes o cubriendo como techos mayormente a los cuerpos intrusivos. A estas tobas por sus características de depositación y dataciones realizadas se le asignan una edad pliocena.

3.2 ROCAS ÍGNEAS

La Súper Unidad Tiabaya (Ks) tiene una edad de emplazamiento de 81 Ma (Moore et al., 1985). Está constituida por rocas de composición ácida del tipo granodioritas/tonalitas de grano medio a grueso textura granular de color gris blanquecina. Normalmente esta unidad se encuentra en contacto inferido con rocas del volcánico Chocolate (Ji-cho)/Formación Guaneros (Ji-gua) (no aflorante en el Bloque) y cubiertas por los volcánicos Alpabamba (Nm-al).

Es muy evidente por la mayor presencia de afloramientos de tonalita/granodiorita así como presencia esporádica de estructuras vetiformes de poco interés prospectivo.

3.3 ALTERACIONES HIDROTERMALES

El flanco noroeste del Bloque 4 del ANAP Cháparra presenta alteración hidrotermal, principalmente potásica (Foto N° 3.4), y propilítica a los bordes - con epidotización en fracturas, venillas y puntos, reemplazando a los minerales máficos (hornblendas – biotitas) y trazas de clorita – hacia la zona periférica; este tipo de alteración se observa en las rocas intrusivas, granodioritas y dioritas de las Superunidades Tiabaya y Linga, respectivamente, con débil a moderada silicificación y sericitización incipiente.

Foto 3.4 Brecha pipe con alteración potásica y sericitización, la brecha presenta clastos subangulosos de 5 cm a 10 cm de diámetro soportados en una matriz gris oscura con sulfuros (malaquita); la brecha ocurre en la parte central de la zona de alteración hidrotermal.

3.4 MINERALIZACIÓN

La tercera campaña realizada en el Bloque 4 del ANAP Cháparra se centro en la cuadrícula del noroeste, esta zona se ubica entre los cerros Colorado y Sonqueorjo, fue mapeado con mayor detalle a una escala 1/10,000, el resto del área se mapeo al 25,000, de igual forma el muestreo geoquímico de rocas se hizo con una densidad mayor.

El mapeo geológico y los resultados anómalos del muestreo geoquímico de superficie realizado, confirman la existencia de parte de un blanco de interés prospectivo, ya que la anomalía continúa en los denuncios vecinos, se recomienda que este debiera de seguir siendo explorando a fin de delimitar mejor su potencial. (Tabla N°3.1).

Tabla 3.1 Resultados anómalos de muestras geoquímicas de superficie de la zona noroeste del Bloque 4 del ANAP Cháparra.

ROCA INTRUSIVA	Au PPB	Cu PPM	Mo PPM
CHAB4-16-R-008	8	150	2
CHAB4-16-R-012	5	193	4
CHAB4-16-R-023	5	825	4
CHAB4-16-R-067	5	485.9	3.63
CHAB4-16-R-069	9	245.7	5.21
CHAB4-16-R-071	6	247.9	12.02
CHAB4-16-R-072	5	181.1	2.39
CHAB4-16-R-073	5	231.6	2.58
CHAB4-16-R-076	5	173.8	0.95
CHAB4-16-R-078	9	495.3	9.66
CHAB4-16-R-084	5	368.6	4.52
CHAB4-16-R-086	54	703.3	665.29
CHAB4-16-R-087	6	216.1	6.18
CHAB4-16-R-088	5	279.7	27.03
CHAB4-16-R-090	97	192.3	179.7
ESTRUCTURAS	**Au PPB**	**Cu PPM**	**Mo PPM**
CHAB4-16-R-005	5	26	2
CHAB4-16-R-006	5	14	3
CHAB4-16-R-009	312	577	77
CHAB4-16-R-011	44	595	46
CHAB4-16-R-044	7	30	2
CHAB4-16-R-065	1331	10000	210.1

En el blanco detectado se han reconocido estructuras tipo *stockwork*, brechas hidrotermales, y digitaciones de diorita, cuyo emplazamiento está controlada por fallas tensionales, dextrales, de dirección andina (a manera de un corredor estructural), y fallas conjugadas de dirección este-oeste.

IV ASPECTO ESTRUCTURAL DEL BLANCO DE INVESTIGACION

El análisis estructural del ANAP Chaparra bloque 4, fue interpretado tomando como base el mosaico geo referenciado Google Earth a escala 1: 25,000 y la geología base a escala 1: 50,000. Se interpretó los principales lineamientos asociados a las fallas Calpa, identificando de áreas con interceptación de lineamientos o con sectores de debilidad, como áreas potenciales de prospección.

4.1 SISTEMAS ESTRUCTURALES

4.1.1 Pliegues

En la zona de estudio no se han identificado pliegues significativos que se relacionen a la mineralización.

4.1.2 Fallas

La falla regional Calpa de carácter regional afecta a los terrenos paleozoicos y neógenos del ANAP Chaparra bloque 4:
Falla Regional Calpa
De orientación noroeste – sureste con una extensión considerada de 50 kilómetros se origina en la localidad las Trancas por el lado sureste hasta la localidad Capillas por el lado noroeste. Esta falla regional de alguna forma constituye un control litológico como mineralógico para el conjunto de yacimientos minerales vetiformes de tendencia anti andina como andina que hay en el distrito metalogenético de Chaparra como algunos proyectos porfiriticos como Duraznillo ubicado al lado este, sur este de la propiedad. (Anexo I Mapa Geológico ANAP CHAPARRA BLOQUE 4).

4.1.3 Fracturas

Sistemas de fracturas asociadas a la Falla Calpa, se encuentran distribuidas a lo largo del ANAP Chaparra bloque 4, principalmente afectan a las unidades Tiabaya y Linga. Dichas fracturas, tienen dirección andina y desplazamiento dextral.

V. GEOQUÍMICA DEL ANAP

5.1 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

En el bloque 4 del ANAP Chaparra se aplicó el protocolo de aseguramiento y control de calidad (QA/QC). En el muestreo de rocas, se insertaron 04 blancos de control (01 finos y 03 gruesos) para monitorear la contaminación en las etapas de chancado, pulverización y análisis en el laboratorio, de igual forma se insertó 02 muestras estándar para monitorear la exactitud en el análisis de laboratorio y finalmente se tomaron 03 muestras duplicadas para monitorear la precisión del muestreo en el campo. El detalle de las muestras de control de calidad (estándares, blancos y duplicados) se observan en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Muestras de control de calidad (estándares, blancos y duplicados).

TIPO DE MUESTRA	DETALLE	CANTIDAD	TOTAL	Comentario
Blanco	Grueso - Certificado	3	4	Certificada por ActLab
	Fino - Certificado	1		Certificada por ActLab
Estandares	G915-2	1	2	Au alto - 4980 ppb
	GBM313-6	1		Cu bajo - 37 ppm
Duplicados	Muestras de roca	3	3	Tomadas en Campo
	Total Análisis		9	

Los blancos de control utilizados son muestras proporcionadas y certificadas por el laboratorio Actlabs Skyline Perú S.A.C., los blancos finos corresponden a material de cuarzo estéril 250g a malla -200 y los blancos gruesos corresponden a material de cuarzo blanco estéril de 1kg con ½ pulgada.

Finalmente, los estándares de control insertados son certificados y proceden del laboratorio GEOSTATS PTY LTD., de Australia. Los límites mínimos y máximos de tolerancia para los estándares han sido calculados considerando el promedio certificado ± 2 desviaciones estándar y con estos resultados se elaboró la Tabla 5.2.

Tabla 5.2.- Valores de estándares certificados.

Código Estándar	Elemento	Promedio	Desviación Estándar	Lím.Mín	Lím.Máx
G915-2 (*)	Au (ppb)	4980	200	4780	5180
GBM313-6 (*)	Ag (ppm)	3	0.2	2.8	3.2
GBM313-6 (*)	Cu (ppm)	37	5	32	42
GBM313-6 (*)	Zn (ppm)	66	6	60	72
GBM313-6 (*)	Pb (ppm)	18	3	15	21
GBM313-6 (*)	Co (ppm)	19	2	17	21
GBM313-6 (*)	As (ppm)	6	2	4	8

5.2 MÉTODO DE MUESTREO Y ENFOQUE

Toda muestra de roca en el ANAP Chaparra Bloque 4, fueron tomadas dentro de los targets de prospección generados en ~~a~~ base del análisis e interpretación de información geológica, yacimientos mineros, estructural, imágenes Aster, imágenes Google y geoquímica de sedimentos.

Para determinar los targets geoquímicos de prospección se crearon preliminarmente planos y análisis isovalórico de Au, Ag, Cu, y Mo donde se utilizó el software geológico ArcGis y la herramienta “análisis espacial” con el método del “Vecino Cercano” (Neighborhood) esta técnica simplemente asigna el valor de la muestra más cercana a cada nodo que se calcula y de esta manera se determina las zonas anómalas de acuerdo a cada elemento. Luego de ubicar las zonas anómalas por elemento se transpuso la interpretación geológico – estructural y así se pudo determinar preliminarmente los targets de prospección.
El método de muestreo utilizado fue el de esquirlas de roca, este método consiste en tomar dicha muestra en afloramientos con manifestaciones visibles de alteración hidrotermal, estructural y/o evidencia de mineralización. Fig. 5.1.

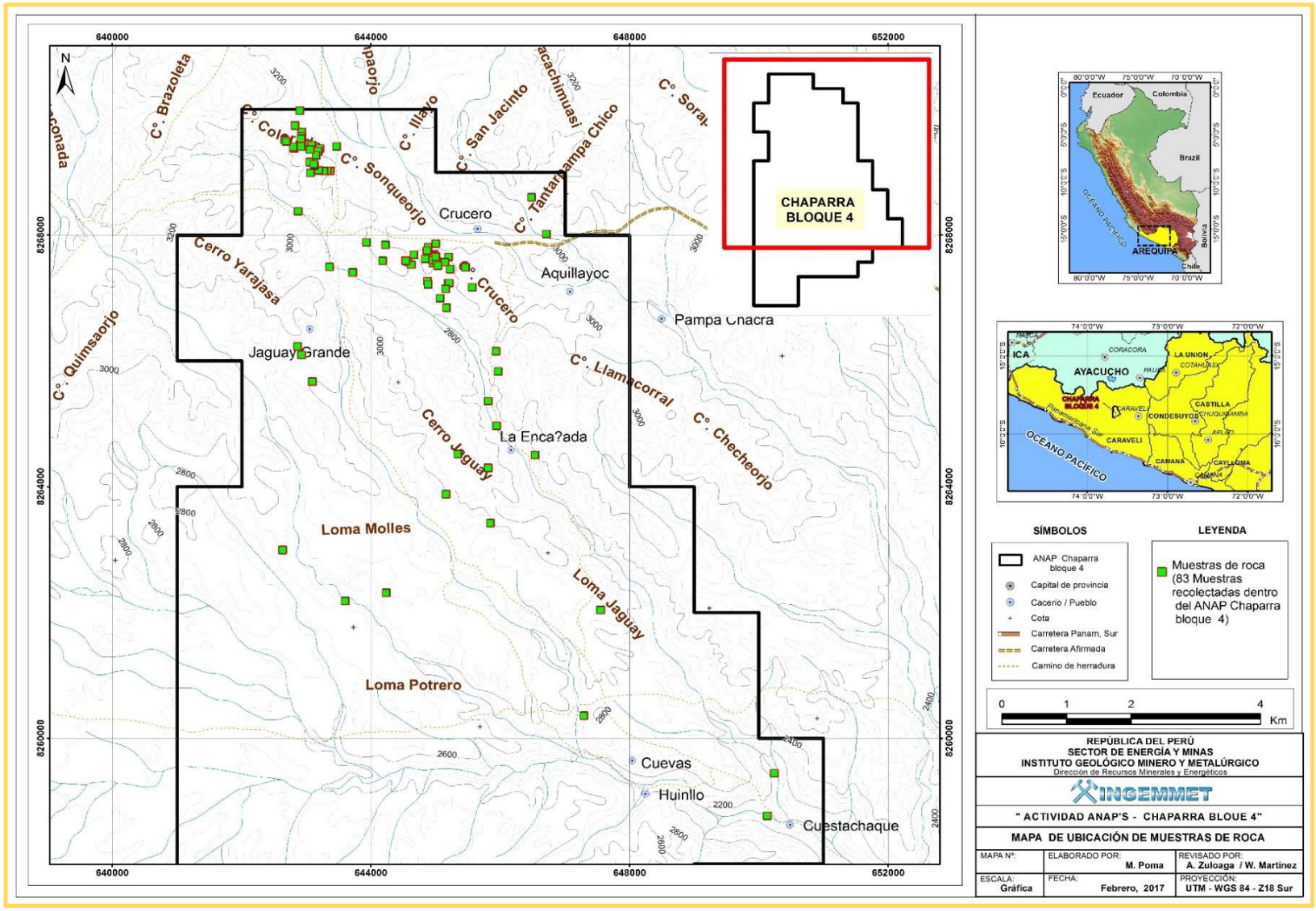

Fig. 5.1. Mapa de Ubicación de muestras de rocas.

5.3 PREPARACIÓN DE MUESTRAS, ANÁLISIS Y SEGURIDAD

Las muestras de roca recolectadas en el ANAP Chaparra bloque 4, cumplen con un riguroso control de calidad (QA/QC), En todo el proceso de muestreo de rocas se tomó en cuenta y se previnieron factores que implicarían una posible contaminación de estas, se utilizaron adecuadamente los equipos de seguridad con el uso adecuado de los EPPs, se puso énfasis en la preparación, acopio, traslado y custodia de las muestras desde el campo al laboratorio con el fin de evitar contaminación y pérdida de muestras.

El total de muestras tomadas fueron 92, estas corresponden a esquirlas de roca y muestras de control (blancos, estándares y duplicados). Del total 83 corresponden a muestras de roca y 09 corresponden a muestras de control de calidad (QA/QC). El total de muestras fueron preparadas y analizadas en los laboratorios de SGS del Perú S.A.C., el cual tuvo las siguientes metodologías de análisis, FAA515 ensayos al fuego, finalización por absorción atómica para el Au y ICM90A análisis múltielemento por fusión de peróxido de sodio ICP-AES/ICP-MS, 55 elementos.

5.4 VERIFICACIÓN DE DATOS

Como se estipula en la preparación y control de muestras, se realizó la verificación de datos tanto en gabinete como en campo; en gabinete se procedió de la siguiente manera:

- Cada integrante de brigada entregó sus tarjetas de campo debidamente ordenadas y con los datos validados.
- Una vez entregadas todas las tarjetas de campo a un encargado se procedió a guardarlas en un fichero, para luego ingresarlas a la base de datos Excel del ANAP Chaparra bloque 4.
- Realizada la verificación de la información cada integrante ingresará las descripciones de las tarjetas de campo a la base de datos geo científica de INGEMMET.

5.5 ANÁLISIS DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

En el muestro de rocas en el ANAP Chaparra bloque 4 se aplicó el protocolo de aseguramiento y control de calidad (QA/QC), se emplearon muestras blancas para controlar la contaminación en el análisis de las muestras en el laboratorio, muestras estándar para el control de la exactitud de los resultados de los análisis del laboratorio y finalmente muestras duplicadas para el control de la precisión del muestreo en el campo. Cabe mencionar que del total de la población de muestras el 10% ha sido considerado muestra de control.

Los blancos de control son muestras certificadas y proporcionadas por el laboratorio Actlabs Skyline Perú S.A.C., los blancos finos corresponden a material de cuarzo estéril de 250g a malla

-200 y los blancos gruesos corresponden a material de cuarzo blanco estéril de 1kg con ½ pulgada.

SGS del Perú S.A.C. tuvo la siguiente metodología de análisis: Análisis multielemento por absorción de agua regia ICM12B para 55 elementos y Análisis multiácido por fusión de peróxido de sodio ICM90A para tierras raras, 56 elementos; la diferencia de análisis hace que los límites de detección, sean diferentes, pero de igual manera indetectables, por tal motivo se determina que mientras los resultados de SGS del Perú S.A.C. se ubiquen bajo los límites de detección se le considerara un blanco aceptable. Tabla 5. 3.

Tabla 5.3. Cuadro de comparación de análisis de blancos certificados.

CHAB4-16-R-001 - Cuarzo Estéril Grueso (0.5 Pulgadas / 1 kg)			
Elemento	**Certificado por : ActLabs**	**Resultados SGS**	**Observación**
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	No presenta contaminación
Ag	< 0.4 ppm	< 1 ppm	No presenta contaminación
Cu	5 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
Pb	< 5 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
Zn	< 2 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
CHAB4-16-R-030 - Cuarzo Estéril Grueso (0.5 Pulgadas / 1 kg)			
Elemento	**Certificado por : ActLabs**	**Resultados SGS**	**Observación**
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	No presenta contaminación
Ag	< 0.4 ppm	< 1 ppm	No presenta contaminación
Cu	5 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
Pb	< 5 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
Zn	< 2 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
CHAB4-16-R-060 - Cuarzo Estéril Grueso (0.5 Pulgadas / 1 kg)			
Elemento	**Certificado por : ActLabs**	**Resultados SGS**	**Observación**
Au	< 5 ppb	6 ppb	Presenta ligera contaminacion
Ag	< 0.4 ppm	< 1 ppm	No presenta contaminación
Cu	5 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
Pb	< 5 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminacion
Zn	< 2 ppm	< 5 ppm	No presenta contaminación
CHAB4-16-R-080 - Cuarzo Estéril Fino (Malla -200 / 250 gr)			
Elemento	**Certificado por : ActLabs**	**Resultados SGS**	**Observación**
Au	< 5 ppb	< 5 ppb	No presenta contaminación
Ag	< 0.4 ppm	0.01 ppm	No presenta contaminación
Cu	< 2 ppm	1.2 ppm	No presenta contaminación
Pb	< 5 ppm	0. 5 ppm	No presenta contaminacion
Zn	< 2 ppm	< 1 ppm	No presenta contaminación

De acuerdo al cuadro de comparación de análisis de blancos, se concluye que el resultado correspondiente a la muestra de control CHAB-16-R-001, cuarzo estéril grueso, entregado por SGS del Perú S.A.C., es aceptable en Au ppb, Ag ppm, Cu ppm, Pb ppm y Zn ppm por estar libre de contaminación.

Del mismo modo y de acuerdo al cuadro de comparación de análisis de blancos, se concluye que el resultado correspondiente a la muestra de control CHAB-16-R-030, cuarzo estéril grueso, entregado por SGS del Perú S.A.C., es aceptable en Au ppb, Ag ppm, Cu ppm, Pb ppm y Zn ppm por estar libre de contaminación.

De otro lado y teniendo en cuenta el cuadro de comparación de análisis de blancos, se concluye que el resultado correspondiente a la muestra de control CHAB-16-R-060, cuarzo estéril grueso, entregado por SGS del Perú S.A.C., es aceptable en Ag ppm, Cu ppm, Pb ppm y Zn ppm por estar libre de contaminación; pero en el Au ppm, el resultado demuestra una ligera contaminación en el análisis del laboratorio. En este caso se recomienda informar al laboratorio SGS del Perú S.A.C., utilizar personal y equipamiento que garanticen parámetros óptimos de calidad y libre de contaminación.

Por último y de acuerdo al cuadro de comparación de análisis de blancos, se concluye que el resultado correspondiente a la muestra de control CHAB-16-R-080, cuarzo estéril fino, entregado por SGS del Perú S.A.C., es aceptable en Au ppb, Ag ppm, Cu ppm, Pb ppm y Zn ppm por estar libre de contaminación.

Los estándares de control son certificados y proceden de los laboratorios GEOSTATS PTY LTD., de Australia. Los límites mínimos y máximos de tolerancia para los estándares han sido calculados considerando el promedio certificado ± 2 desviaciones estándar. Tabla 5.2,

Para la elaboración de los gráficos estadísticos del control de calidad de las muestras estándar se grafica el valor promedio del estándar por elemento en el eje Y, paralela a esta línea se grafica los limites máximo y mínimo, el resultado por elemento entregado por el laboratorio SGS del Perú S.A.C., será graficado en el eje X, el punto tendrá que caer dentro de estos límites máximo y mínimo para que los resultados sean confiables y se pueda considerar la exactitud del laboratorio. Figuras 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 y 5.6.

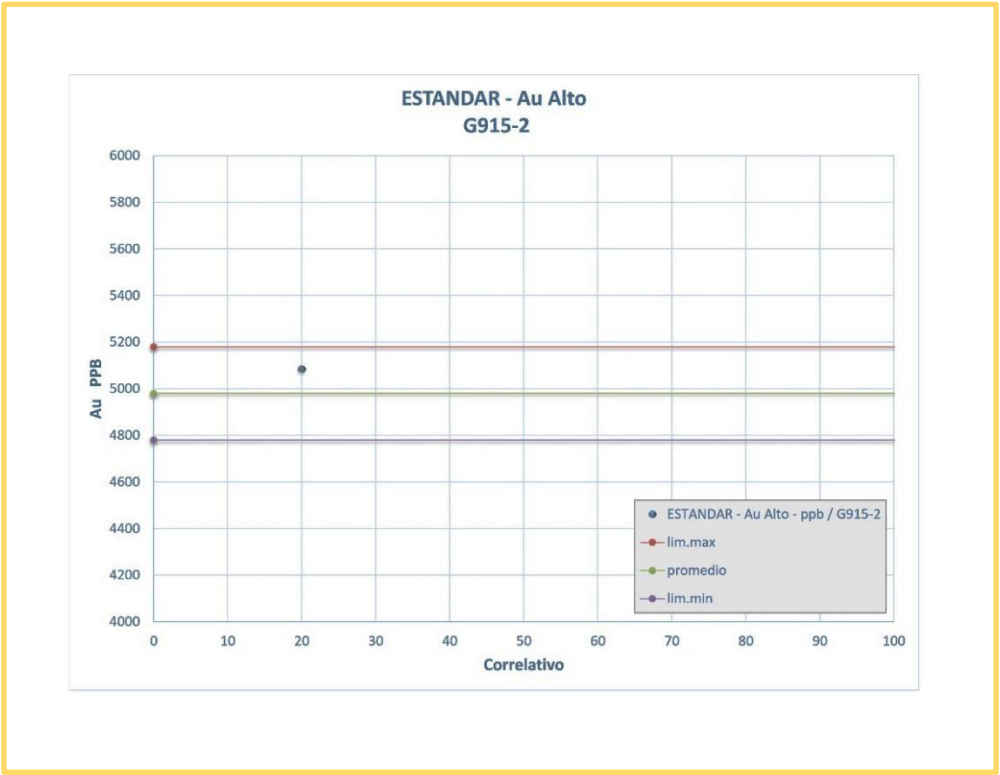

Fig. 5.2 Resultado estándar de Au ppb alto (código INGEMMET: CHAB4-16-R-020).

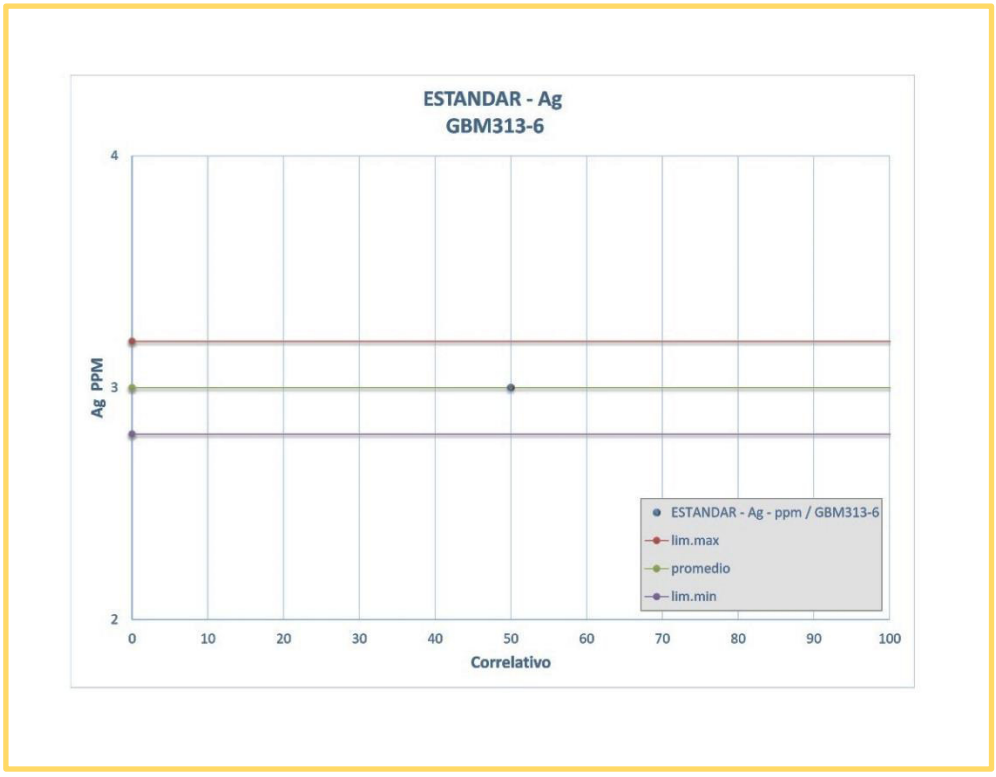

Fig. 5.3 Resultado estándar de Ag ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050).

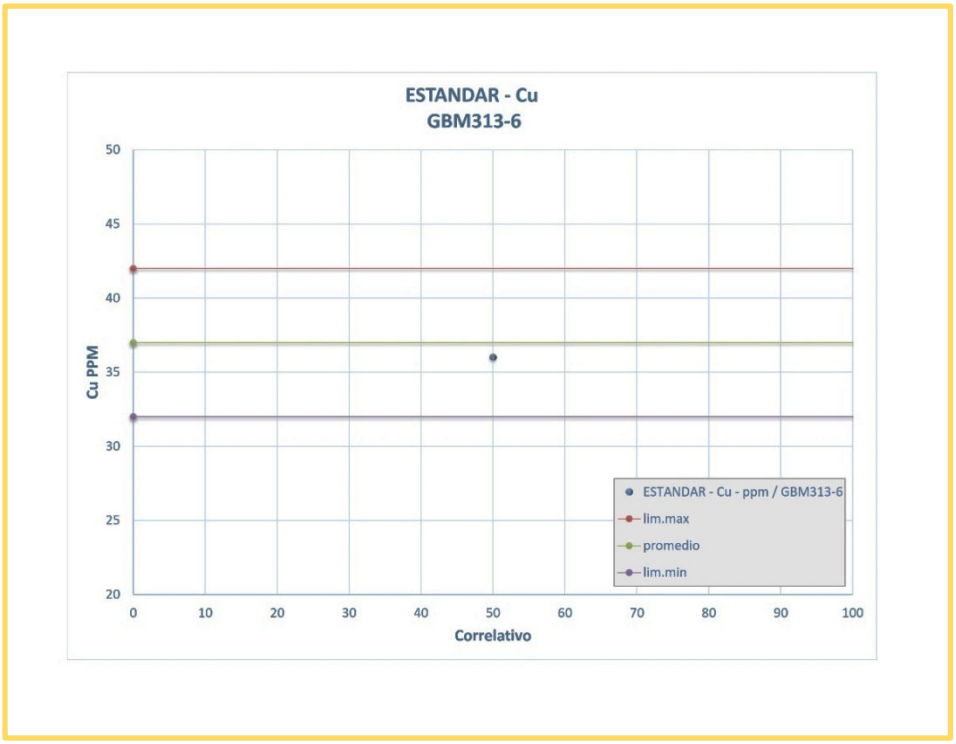

Fig. 5.4 Resultado estándar de Cu ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050).

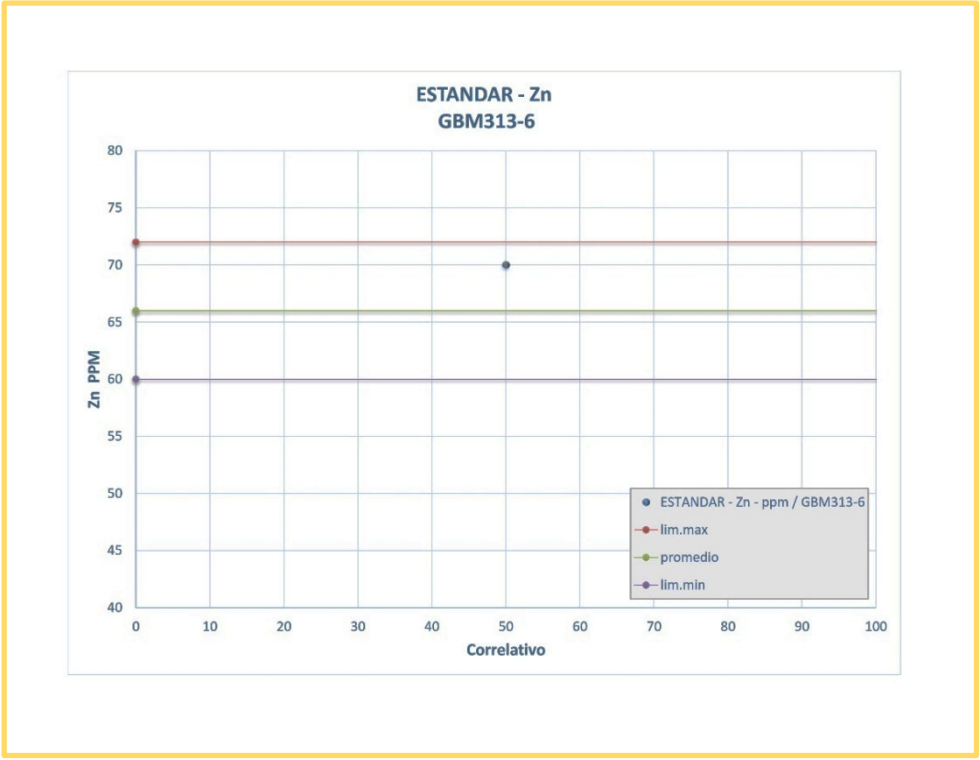

Fig.5.5 Resultado estándar de Zn ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050).

De acuerdo a los gráficos estadísticos de estándares por elemento correspondientes a: Au ppb alto (código INGEMMET: CHAB4-16-R-020, código estándar: G915-2) Fig. 5.2 y Ag ppm, Cu ppm, y Zn ppm (código INGEMMET: CHAB4-16-R-050, código estándar: GBM313-6) Fig. 5.3, Fig. 5.4 y Fig. 5.5, se concluye, que los resultados entregados por SGS del Perú S.A.C. son aceptables y están dentro de los rangos de exactitud.

Duplicados de control para monitorear la precisión del muestreo en el campo, se tomó la mitad del material recolectado de roca, dividido por cuarteo en el campo. Se tomaron 03 muestras duplicadas para evaluar la precisión del muestreo. Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Muestras duplicadas.

Muestras	Control
CHAB4-16-R-008	Original
CHAB4-16-R-010	Duplicado campo
CHAB4-16-R-039	Original
CHAB4-16-R-040	Duplicado campo
CHAB4-16-R-069	Original
CHAB4-16-R-070	Duplicado campo

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

$$\left|RPD\right| = \left| \frac{X1 - X2}{\dot{X}} \right| x\ 100\%$$

Dónde:

X1 = Valor de la muestra original
X2 = Valor de la muestra duplicada
$\dot{X}$ = Media aritmética de X1 y X2

Para la elaboración de las figuras de los análisis de duplicados se ha considerado un rango de +/- 20% de tolerancia para determinar si el duplicado es aceptable. Este rango se fijó teniendo en cuenta el nivel inicial de prospección. Además de tener en cuenta los resultados poco

favorables para encontrar minerales económicamente rentable. En base a estos criterios se ha determinado utilizar un rango de +/- 20%.

Según la base teórica para la determinación de la precisión del porcentaje de error entre duplicados es el siguiente:

- En muestras duplicadas : +/- 20%

- *Aseguramiento y Control de Calidad (QA-QC).*

Para graficar los resultados por elemento de muestras duplicadas, se ha considerado una línea de 45°, como línea limite y dos líneas de máximo y mínimo correspondientes a +/-20%, el punto de análisis de duplicado no debería salir de estos límites y mientras más cercana se encuentre de la línea límite de 45°, se considerara una muestra precisa y confiable. Figs. 5.6, 5.7, 5.8.

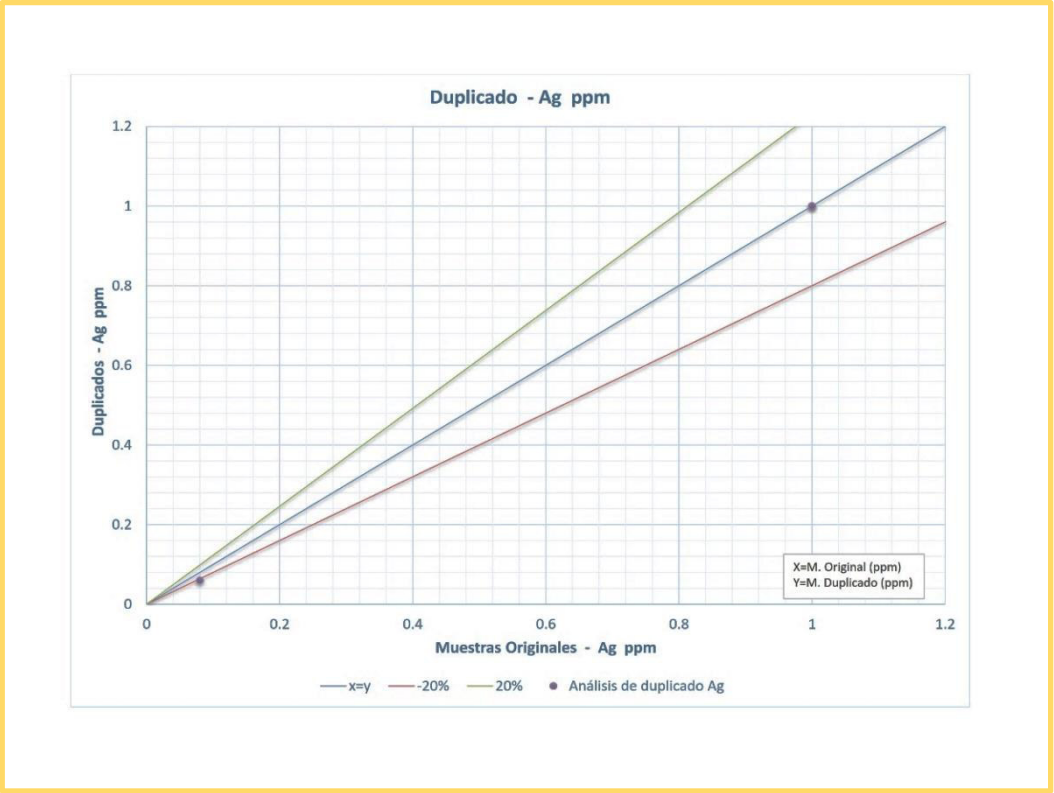

Fig. 5.6. Gráfica de dispersión de muestras duplicadas de campo para el Ag ppm.

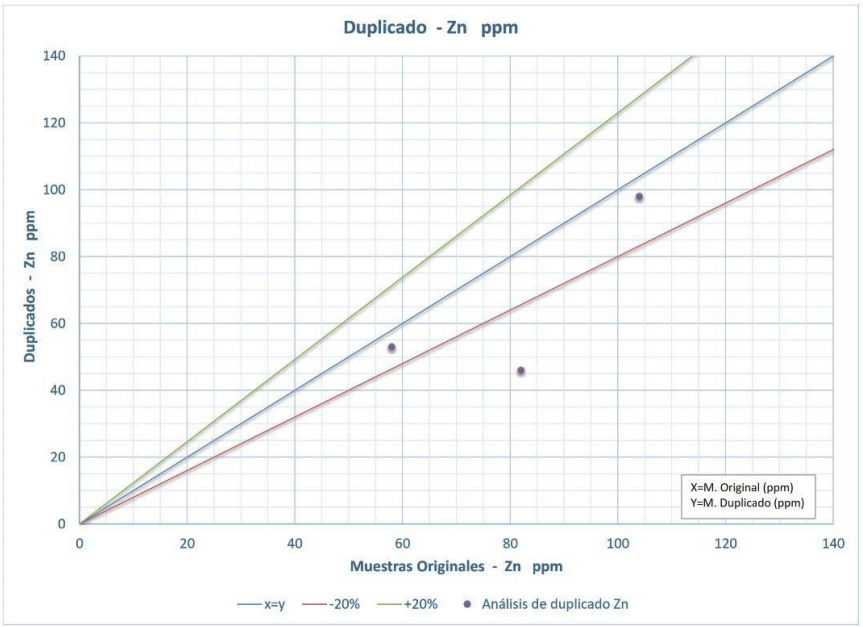

Fig. 5.7. Gráfica de dispersión de muestras duplicadas de campo para el Zn ppm.

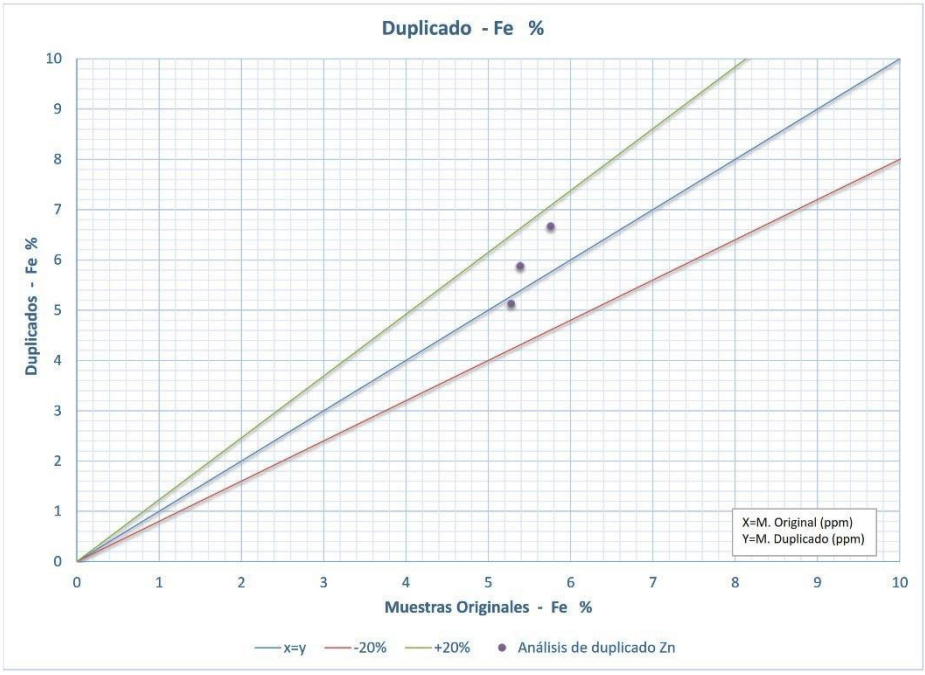

Fig. 5.8. Gráfica de dispersión de muestras duplicadas de campo para el Fe%.

Tabla 5.5. Resultado del análisis de las muestras duplicadas.

Muestras	Control	Au ppb	RPD	Ag ppm	RPD	Cu ppm	RPD	Pb ppm	RPD	Zn ppm	RPD	Mo ppm	RPD	Fe %	RPD
CHAB4-16-R-008	Original	8	-145.76	1	0.00	150.00	-129.16	5.00	0.00	82.00	56.25	2.00	-184.00	5.76	-14.64
CHAB4-16-R-010	Duplicado campo	51		1		697.00		5.00		46.00		48.00		6.67	
CHAB4-16-R-039	Original	5	0.00	1	0.00	99.00	15.22	8.00	13.33	104.00	5.94	3.00	40.00	5.39	-8.70
CHAB4-16-R-040	Duplicado campo	5		1		85.00		7.00		98.00		2.00		5.88	
CHAB4-16-R-069	Original	9	57.14	0.08	28.57	245.70	18.16	10.10	120.63	58.00	9.01	5.21	-9.51	5.28	2.88
CHAB4-16-R-070	Duplicado campo	5		0.06		204.80		2.50		53.00		5.73		5.13	

De acuerdo al gráfico de dispersión del total de muestras duplicadas por elemento correspondiente a Fe%, se concluye, que los resultados entregados por SGS del Perú S.A.C. son aceptables y están dentro de los rangos de precisión. Fig. 5.8, tabla 5.5.

De acuerdo a los gráficos de dispersión de muestras duplicadas por elemento correspondiente a Au ppm con código CHAB4-16-R-039, CHAB4-16-R-040; Ag ppm con códigos CHAB4-16-R-008, CHAB4-16-R-010 y CHAB4-16-R-039, CHAB4-16-R-040 ; Cu ppm con códigos CHAB4-16-R-039, CHAB4-16-R-040 y CHAB4-16-R-069, CHAB4-16-R-070; Zn ppm con códigos CHAB4-16-R-039, CHAB4-16-R-040 y CHAB4-16-R-069, CHAB4-16-R-070 y ; Mo ppm con códigos CHAB4-16-R-069, CHAB4-16-R-070; se concluye, que los resultados entregados por SGS del Perú S.A.C. son aceptables y están dentro de los rangos de precisión. Figs. 5.6, 5.7, 5.8. tabla 5.5.

5.6 PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO

El análisis de resultados de muestras de rocas se inicia con la elaboración de histogramas con el fin de evaluar la distribución y contraste de resultados analíticos por cada elemento, derivando en la identificación de elementos anómalos en el ANAP Chaparra bloque 4.

El cálculo de los valores de fondo o “background y de umbral o “threshold” partió del ajuste de los resultados a distribuciones normales o de log-normales dependiendo de cada caso.

Valor de fondo o "Background"; corresponde a la media geométrica de la población normalizada para cada elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

Umbral o "Threshold"; empleado corresponde a la media geométrica ± 2 veces la desviación estándar por elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

Los rangos de anomalías geoquímicas han sido definidos en base al umbral o threshold (débil = un threshlod; moderado = dos threshlod y fuerte > tres threshlod), que describen los resultados analíticos, empleando el total de resultados para cada elemento. De la sumatoria de estos pasos se elaboró la *tabla 5.6*.

Las muestras fueron distribuidas en poblaciones estadísticas (grupo de muestras pertenecientes a la misma litología), definiendo el conjunto sobre el que se realizan las observaciones. Dada la geología del ANAP Chaparra bloque 4, se tomó una población de rocas intrusivas (tonalitas, granodioritas y cuarzo monzonitas) en esta población se están incluyendo muestras tomadas en dique y en estructuras de *stockwork* esta población suman un total de 74 muestras. Cabe mencionar que también se presentan poblaciones de rocas volcánicas (cuatro muestras) y muestras tomadas en vetas (cinco muestras); pero debido a su poca representatividad estas poblaciones fueron excluidas con el fin de no alterar el análisis estadístico.

Tabla 06. Valor de fondo, umbral, rangos de anomalías para intrusivos, en el ANAP Chaparra bloque 4.

Elemento	Valor Fondo	Umbral	Rangos Anomalías	Valor máximo	Nivel Anomalía
Au (ppb)	5.9	50	50 - 100	164	Débil
			100 - 150		Moderado
			> 150		Fuerte
Ag (ppm)	0.48	1.5	1.5 – 3	3.64	Débil
			3 – 5		Moderado
			> 5		Fuerte
Cu (ppm)	53.09	350	350 - 700	825	Débil
			700 - 1000		Moderado
			> 1000		Fuerte
Mo (ppm)	3.61	160	160 – 320	665.29	Débil
			320 - 480		Moderado
			> 480		Fuerte
Pb (ppm)	11.09	280	280 - 560	1175	Débil
			560 - 840		Moderado
			> 840		Fuerte
Zn (ppm)	56.18	110	110 - 220	123	Débil
			220 - 330		Moderado
			> 330		Fuerte
Fe (%)	3.77	7	7 - 14	8.61	Débil
			14 - 20		Moderado
			> 20		Fuerte

5.6.1 Población de rocas intrusivas

La población de rocas intrusivas corresponde al conjunto de muestras de roca con naturaleza intrusiva (tonalitas, granodioritas y cuarzo monzonitas), a las cuales se les aplica el tratamiento estadístico, antes descrito, para encontrar el valor de fondo o background, umbral o threshold correspondiente, *tabla 06***.** La población de rocas intrusivas está compuesta por 74 muestras. *Fig.5.9- Fig.5.15.*

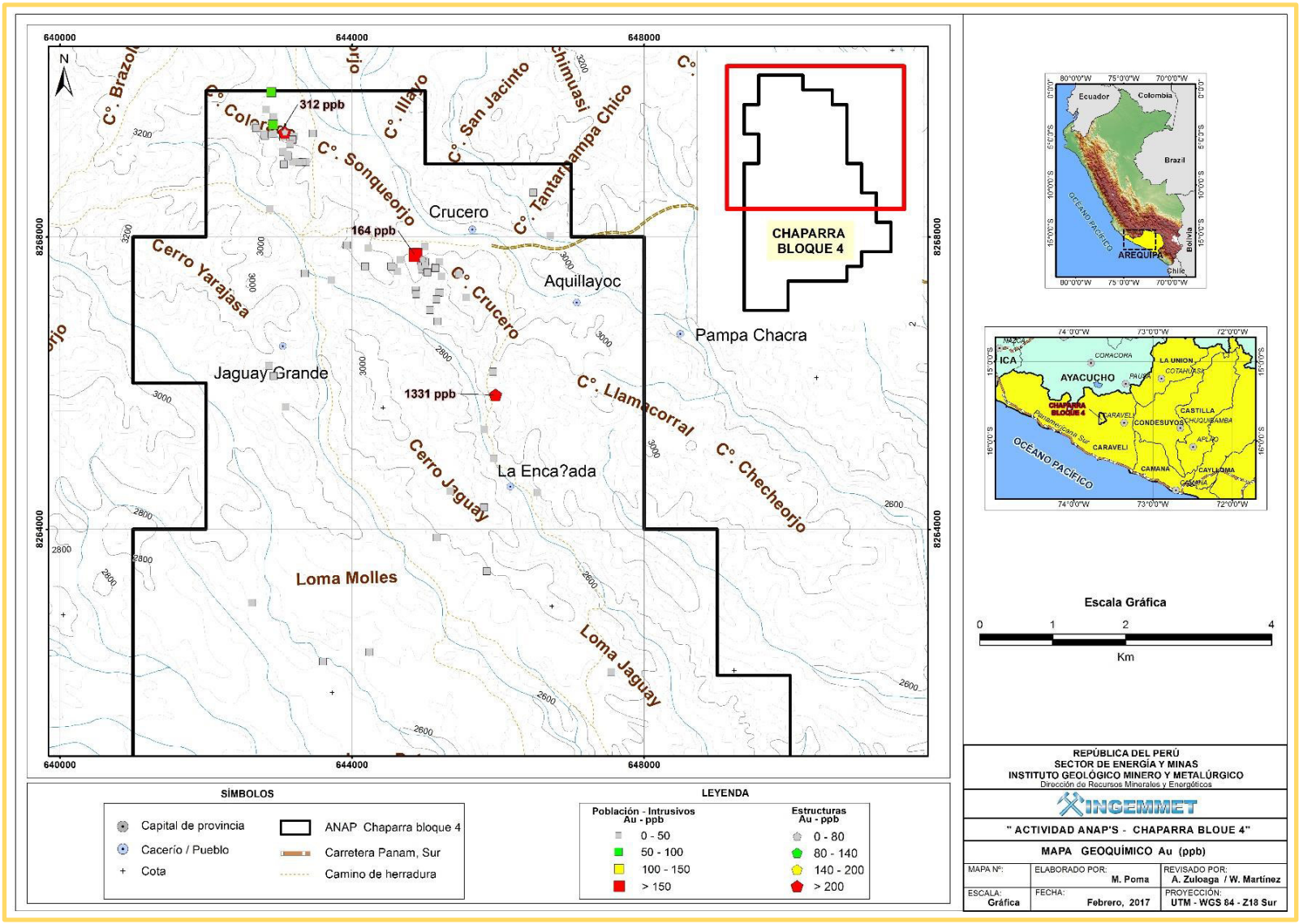

Fig. 5.9. Distribución de valores anómalos de Au ppb en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

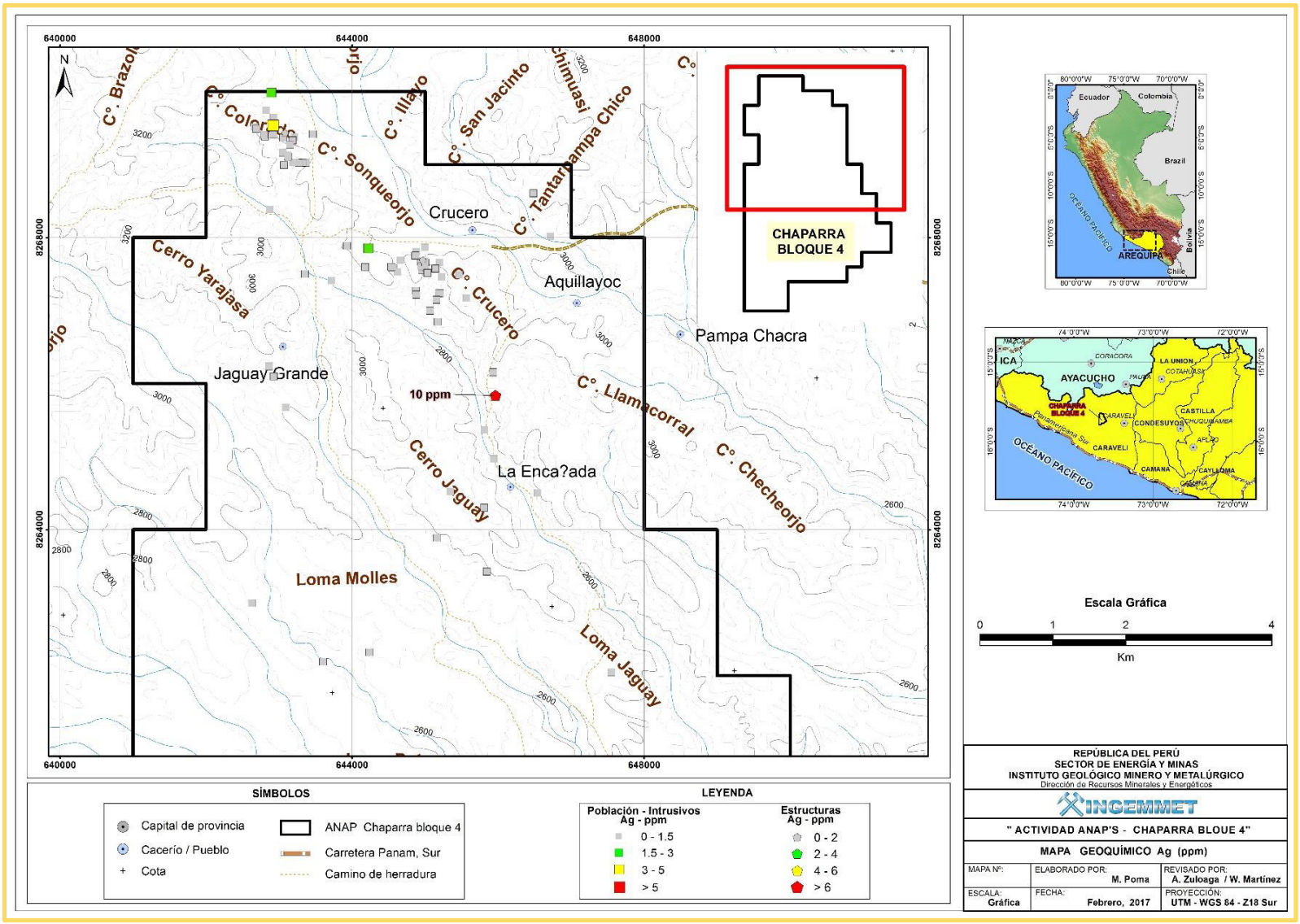

Fig. 5.10. Distribución de valores anómalos de Ag ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

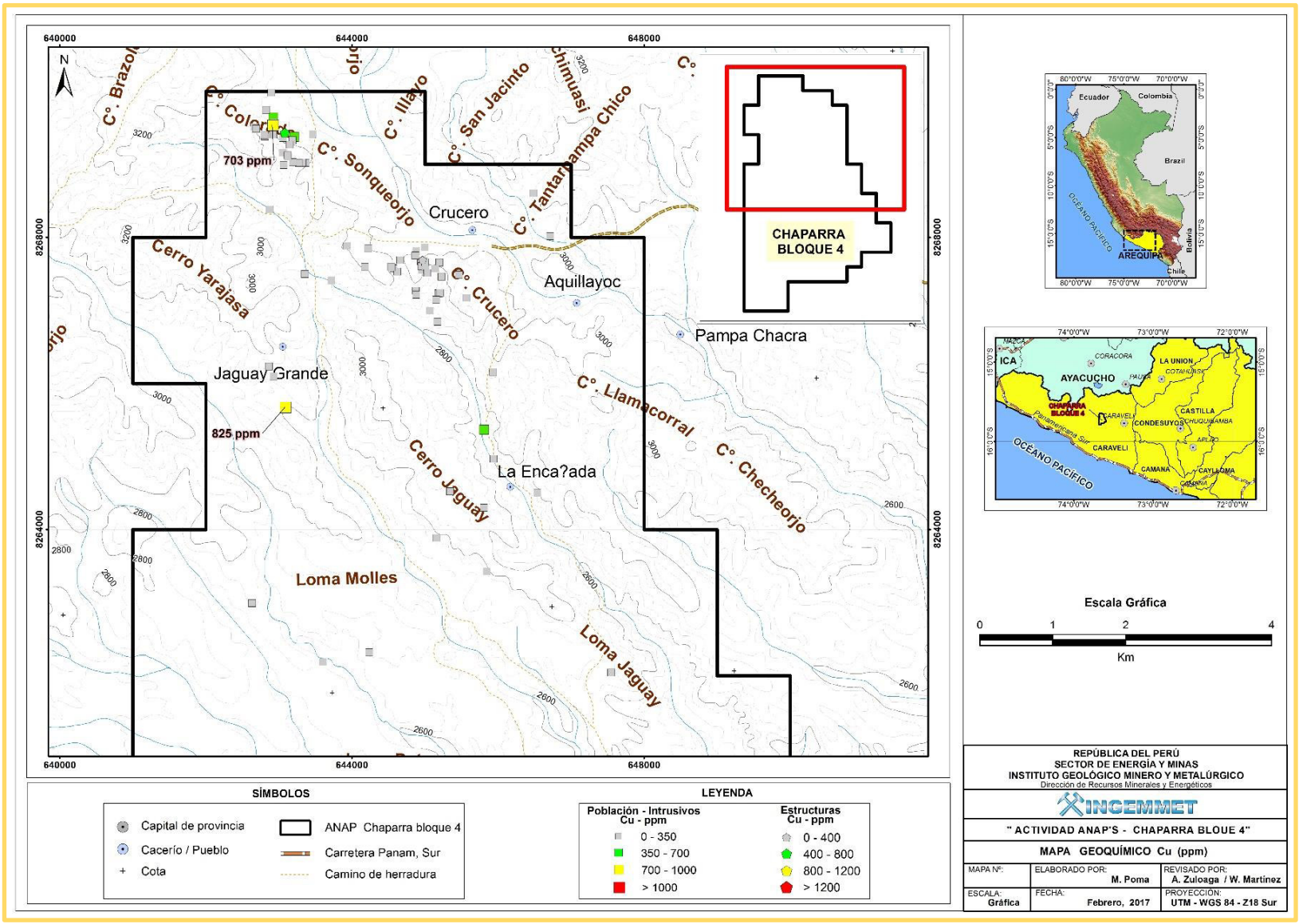

Fig. 5.11. Distribución de valores anómalos de Cu ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

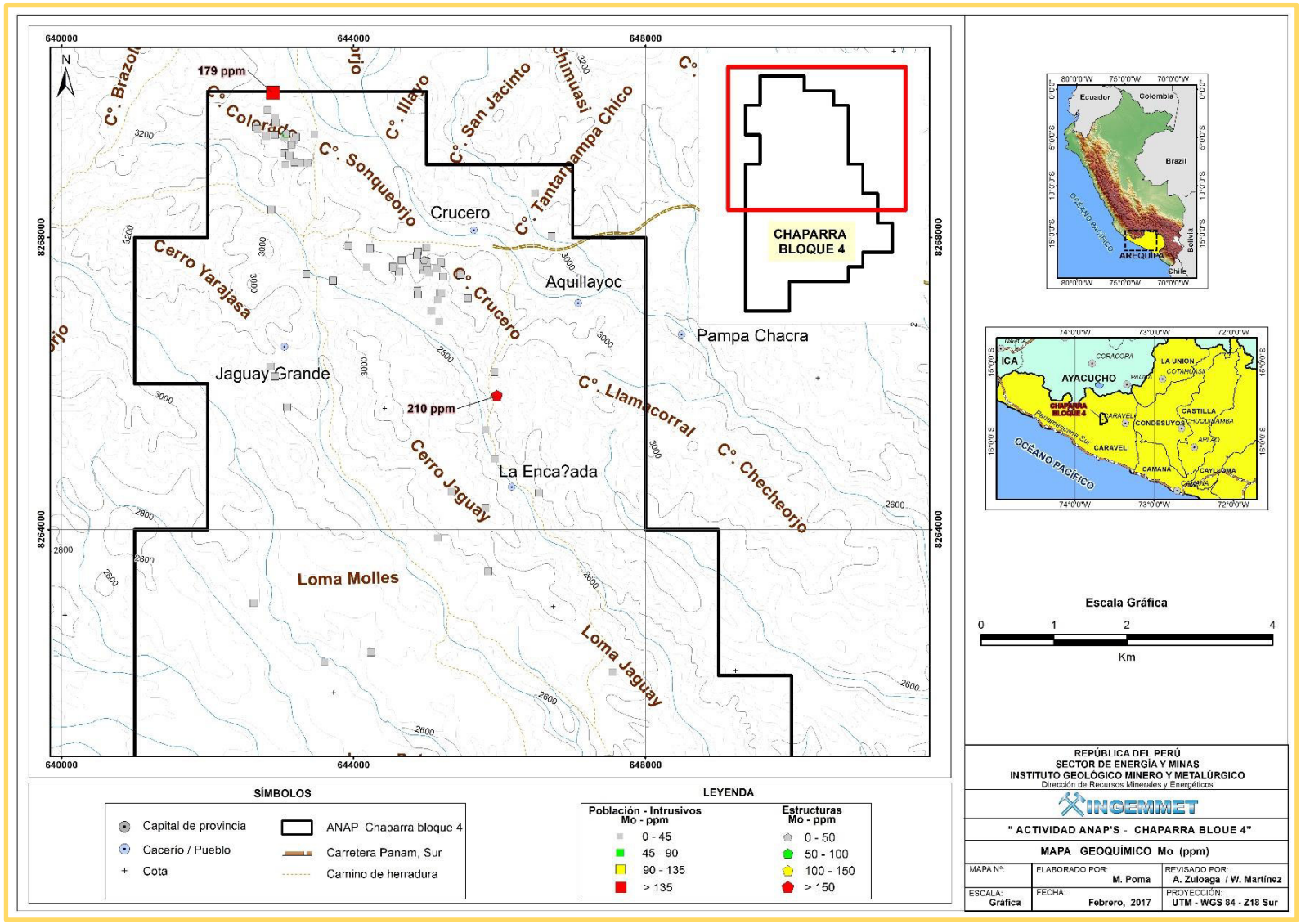

Fig. 5.12. Distribución de valores anómalos de Mo ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

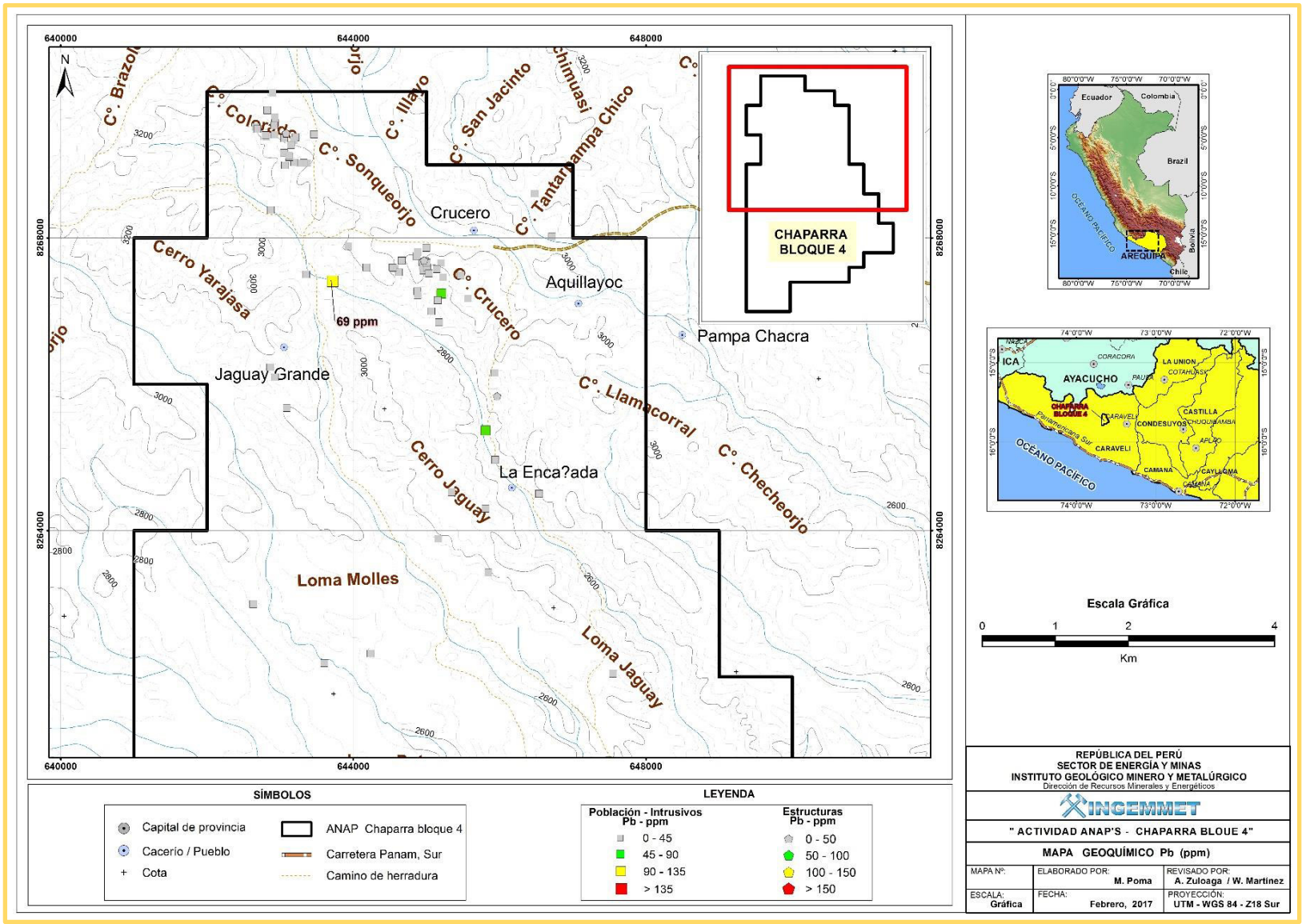

Fig. 5.13. Distribución de valores anómalos de Pb ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

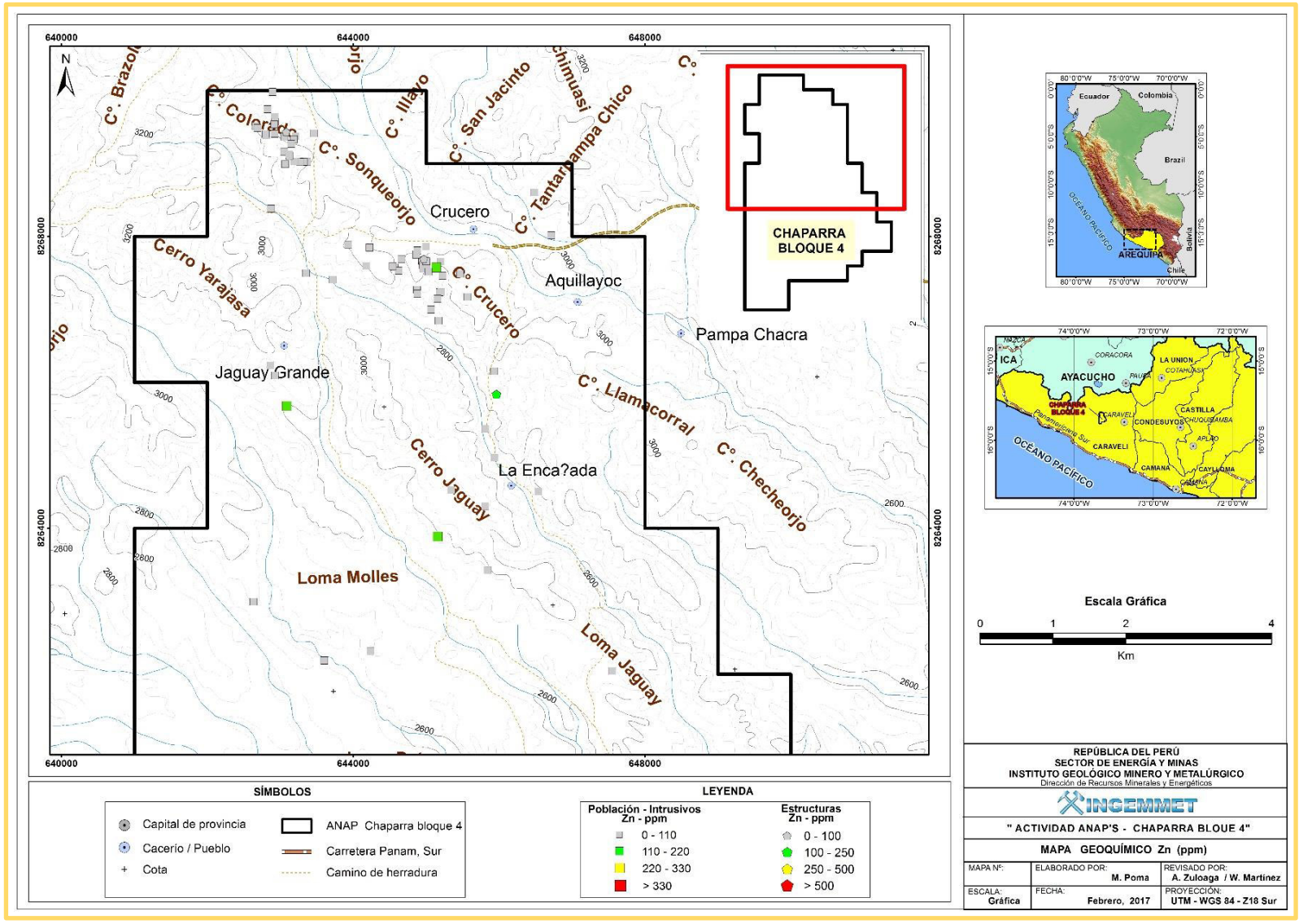

Fig. 5.14. Distribución de valores anómalos de Zn ppm en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

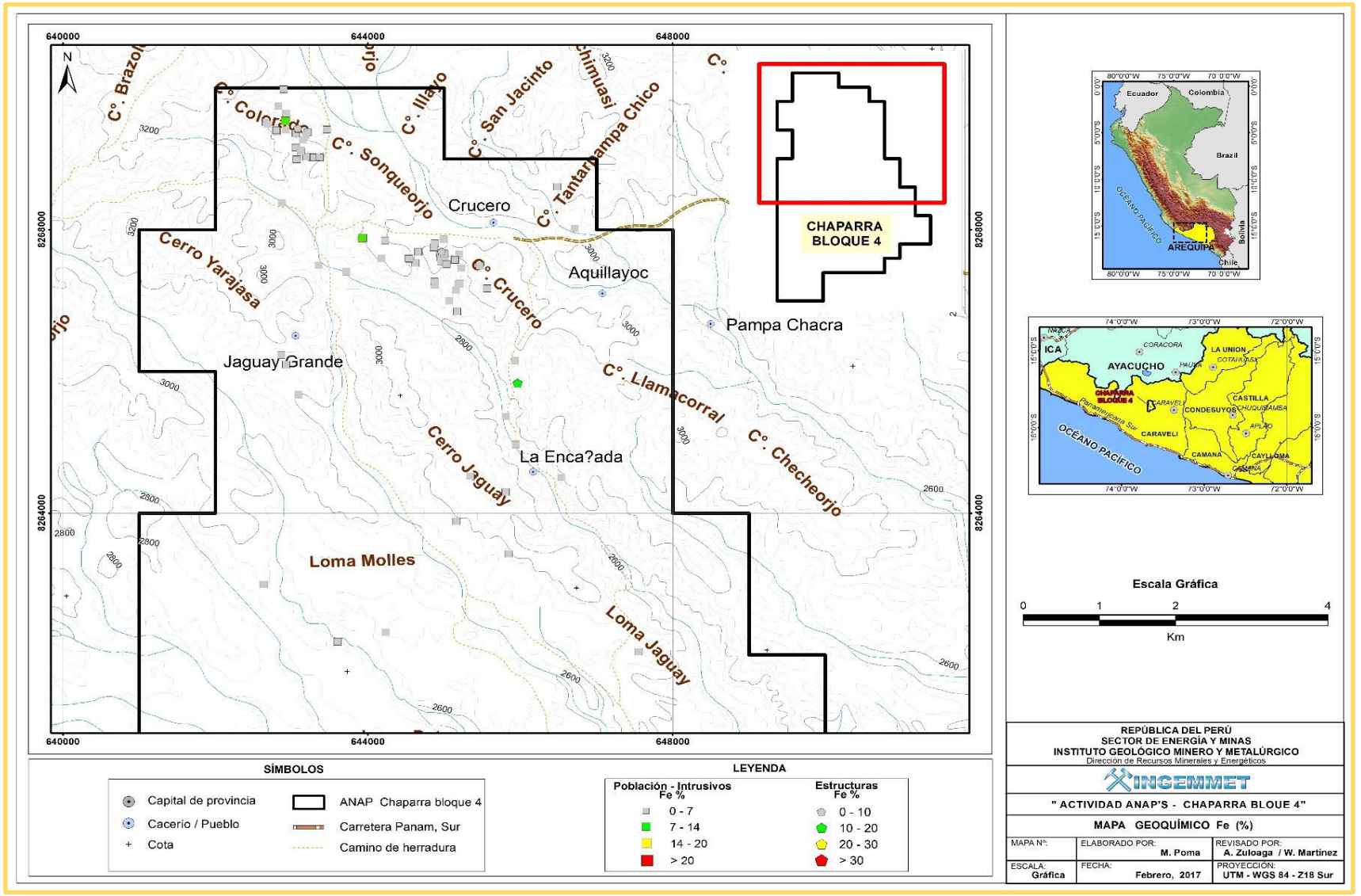

Fig. 5.15. Distribución de valores anómalos de Fe% en muestras de roca población intrusiva en el ANAP Chaparra bloque 4.

5.7 INTERPRETACIÓN GEOQUÍMICA

Las figuras elaboradas de la distribución de elementos muestran valores anómalos puntuales de Au ppb, Ag ppm y Mo ppm dentro del área.

Coeficiente de Correlación

En la Fig. 5.16 podemos observar correlaciones muy fuertes entre los elementos Co-Mg; correlaciones fuertes entre el As-Ag, Fe-Co, Mn-Mg, Sb-As, Sr-Mn, Zn-Co; correlaciones moderadas de Ba-Ag, Bi-Ag, Bi-As, Fe-Cu, Mg-Fe, Mg-Co, Mn-Co, Mo-Au, Mo-Mn, Sb-Ag , Mo-Bi, U-Ag, U-As, U-Ba, U-Pb, U-Sb y Zn-Fe.

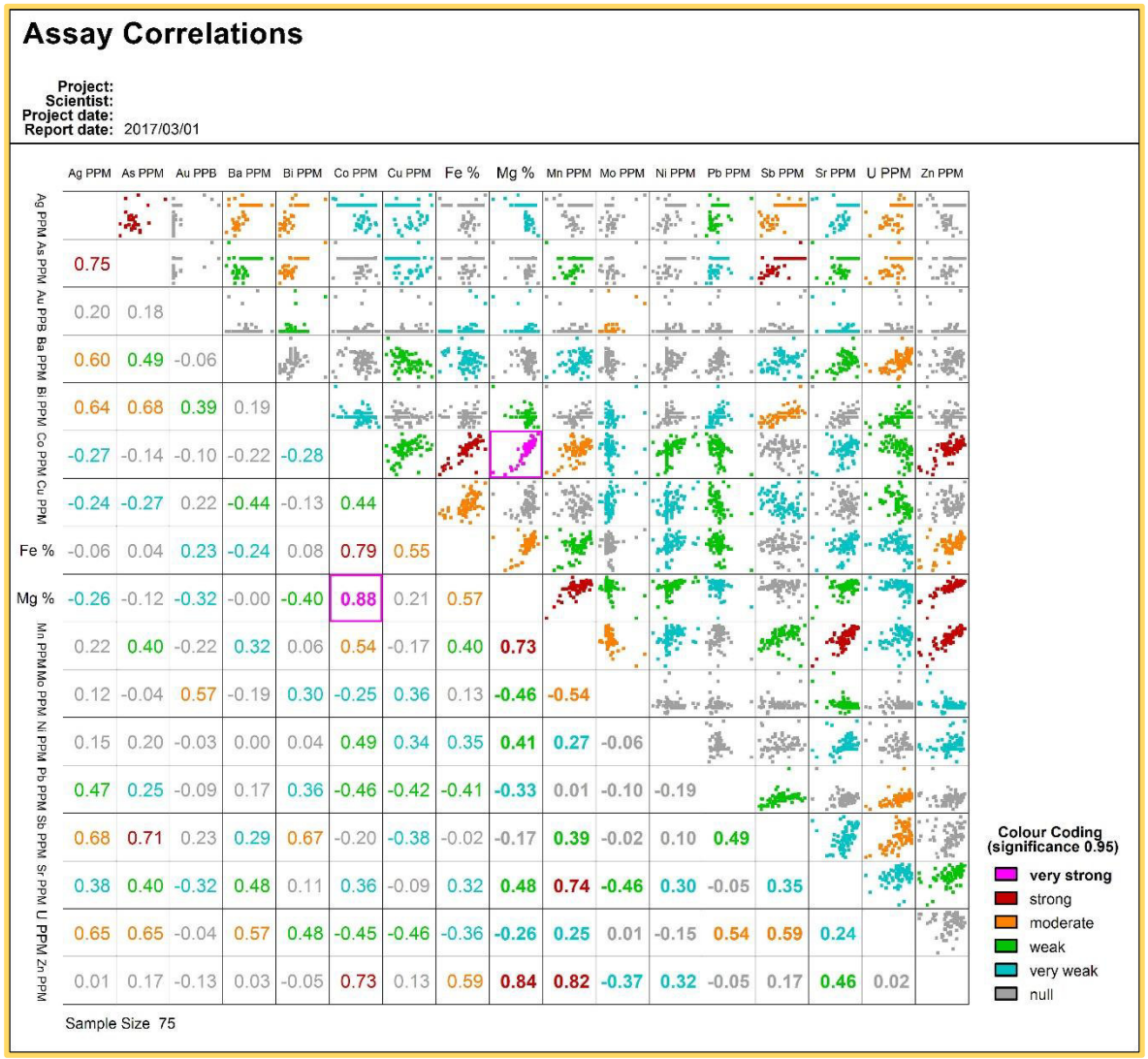

Fig. 5.16. Coeficiente de correlación de la población de rocas intrusivas.

5.7.1 Población de rocas intrusivas

Las figuras elaboradas para la distribución de elementos, muestran valores anómalos en Au ppb, Ag ppm y Mo ppm dentro del área del ANAP Chaparra bloque 4, *Fig. 5.9, 5.10 y 5.12.* Tres muestras presentan valores anómalos en Au ppb, relacionadas a granodioritas con venillas de cuarzo y moderada presencia de óxidos (jarosita, hematita). Una muestra presenta valores anómalos en Ag ppm, esta muestra está relacionada a zonas de debilidad con presencia de óxidos (Jarosita, hematita). Dos muestras presentan valores anómalos en Mo ppm, estas muestras están relacionadas a una brecha hidrotermal y a zona de debilidad con óxidos (Jarosita, hematita).

Cabe mencionar que la muestra CHAB4-16-R-086 presenta valores altos en Mo ppm, esta muestra no ha sido considerada en la estadística por ser un valor errático; la muestra CHAB4-16-R-061 presenta valores altos en Pb ppm, esta muestra no ha sido considerada en la estadística por ser un valor errático.

5.8 DISTRIBUCIÓN GEOQUÍMICA

5.8.1 Oro
Presenta valores significativos, pero puntuales, estos valores se encuentran ubicados al centro y norte del ANAP Chaparra bloque 4, ver *Fig. 5.9.*

5.8.2 Plata
Presenta un valor significativo pero puntual, ubicado al centro del ANAP Chaparra bloque 4, ver *Fig. 5.10.*

5.8.3 Cobre
Presenta valores significativos, ver *Fig. 5.11.*

5.8.4 Molibdeno
Presenta dos valores significativos pero puntuales, ubicados al norte y al centro del ANAP Chaparra bloque 4, ver *Fig. 5.12.*

5.8.5 Plomo
No presenta valores significativos, ver *Fig. 5.13.*

5.8.6 Zinc
No presenta valores significativos, ver *Fig. 5.14.*

5.8.7 Hierro
No presenta valores significativos, ver *Fig. 5.15.*

5.9 ANOMALIAS Y GUIAS GEOQUÍMICAS

De acuerdo a los análisis y estudios geoquímicos realizados en el ANAP Chaparra bloque 4, se determinó que el área de estudio presenta valores geo-económicos puntuales en Au ppb, Cu, Mo ppm y Ag ppm con una dirección sur-este, nor-oeste al norte del ANAP Chaparra bloque 4; estos valores son suficientes para considerar una zona anómala.

VI ESTUDIO GEOFÍSICO DE PROSPECCIÓN MAGNÉTICA

6.1 RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico por intermedio de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, ha direccionado a la Actividad “Prospección Geofísica”, a realizar el estudio de prospección geofísica del ANAP Chaparra Bloque 4, el cual se encuentra ubicado en el departamento de Arequipa.

Los trabajos tanto recolección y procesamiento de datos de magnetometría terrestre y polarización inducida (IP2D) fueron conducidos por personal de la Actividad Prospección Geofísica, y se ven contemplados en el reporte geofísico, en los que se describen los parámetros y procedimientos del procesamiento e interpretación de datos magnéticos y polarización inducida. En el presente estudio se utilizó la geología local del ANAP Chaparra Bloque 4, proporcionada por la Actividad ANAP´s.

El estudio geofísico fue configurado para identificar anomalías fuertes y dimensiones considerables, relacionadas a un posible pórfido a profundidad. De la recolección de datos se ha podido identificar tres parámetros físicos, tales como; el campo magnético, la resistividad y cargabilidad de las rocas. El estudio de IP2D ha proporcionado información de cargabilidades que presentan rangos importantes de ~20-40 mV/V, abarcando un área aproximada de 0.8km x 0.8km con una orientación Noroeste-Sureste, ubicada al borde extremo del Noroeste del ANAP. Las cargabilidades se presentan desde los 50m y profundizan hasta los 400m., esta es una respuesta directa de anomalías relacionadas a sulfuros diseminados. Asimismo, la respuesta de resistividad ha contribuido en identificar dos sectores; el primero de resistividades moderadas a altas y el otro sector conductivo.

Esta anomalía consiste en una capa resistiva subhorizontal (límites de sílice) que engloba una anomalía de alta cargabilidad (posibles sulfuros). La respuesta magnética da soporte a esta interpretación preliminar, la anomalía de cargabilidad se encuentra ubicada superpuesta en la anomalía del bajo magnético (mapa de reducción al Polo), identificando una zona donde las propiedades magnéticas de las rocas y minerales han perdido dentro de su composición mineralógica interna aquellos minerales ferromagnéticos, posiblemente causadas por fluidos que han destruido los minerales magnéticos tales como la magnetita. La respuesta magnética (lineamientos magnéticos) ha identificado información de lineamientos magnéticos que tienen rumbo Noroeste-Sureste la que estaría relacionada a la falla regional Calpa; asimismo, se observan lineamientos locales con rumbo Este-Oeste. En ambas instancias, la resistividad ha identificado materiales de roca con moderada a alta resistividad por encima o en alrededores de la anomalía de IP definida que abarcan la zona de brechas mineralizadas y las zonas de Stockwork.

Finalmente, la interpretación geofísica se ha correlacionado únicamente con la geología regional del área proporcionada. La anomalía geofísica queda abierta con dirección al

Noroeste, por lo que se sugiere realizar trabajos geológicos a detalle para corroborar la información geofísica con la geoquímica superficial del área.

6.2 MÉTODO MAGNÉTICO

El método magnético es la herramienta geofísica más antigua y ampliamente utilizada, esta técnica permite delimitar eficazmente las tendencias estructurales del lecho rocoso regional, y detectar anomalías magnéticas directamente asociados con depósitos de minerales metálicos, donde la magnetita u otros minerales magnéticos tales como pirrotita están presentes. Sin embargo, debido a que las susceptibilidades magnéticas de los diferentes tipos de roca pueden solaparse, la asignación de tipo de roca en base al porcentaje magnética a menudo es ambigua.

La mayoría de las anomalías magnéticas reflejan variaciones en base a la cantidad y la naturaleza física de los minerales ferromagnéticos, en particular la magnetita, y las anomalías suelen tener amplitudes que van desde unos pocos a varios miles de nanoTeslas (nT) Hinze, 2013.

Estas medidas de la intensidad del campo magnético son realizadas de manera fácil y de bajo costo comparado a otros métodos geofísicos. Las variaciones del campo magnético son a menudo diagnosticadas a estructuras mineralizadas, así como a estructuras regionales siendo el método más versátil dentro de las técnicas de prospección geofísica.

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

6.3 MÉTODO DE POLARIZACIÓN INDUCIDA (IP)

La técnica de polarización inducida (IP/RES) en dominio de tiempo consiste en emitir energía a la superficie del terreno con un pulso de onda cuadrada alternando a través de un par de electrodos. En la mayoría de estos levantamientos como este, las medidas de IP/RES son hechas en una malla de regular tamaño con un buen número de estaciones a lo largo de las líneas. Sumner, J. S. (1976), describe el uso de un equipo transmisor que emite pulsos de corriente al terreno a través de los electrodos (Tx) y a su vez se interrumpe de manera simultánea esta corriente, el voltaje observado en la superficie del terreno no cae inmediatamente a cero, entonces este efecto de IP es medido como una disminución del voltaje (caída de la curva). Desafortunadamente, existen otros tipos de rocas y materiales que incrementan el efecto del IP, entre estas, rocas con grafito, arcillas y algunas rocas

metamórficas (serpentinita). Entonces desde un punto de vista geológico, las respuestas del IP no se pueden interpretar de manera única, es así considerando esto, a los estudios geofísicos serán siempre necesario adjuntar otro tipo de información/datos para poder realizar una interpretación apropiada. La resistividad aparente del terreno es calculada de la corriente de entrada y el voltaje primario medido.
La configuración normal de IP/RES, consiste en un arreglo en el receptor que se establece de inicio a fin a lo largo de la línea mientras que dos electrodos de corriente son ubicados en el área, el primer electrodo de corriente estaría ubicado al inicio de la línea, exactamente una estación con anterioridad a nuestros electrodos de recepción y el segundo ubicado lo suficientemente alejado de nuestra área de estudio (Tx infinito), con el propósito de no generar ruido en nuestra recolección. La recolección generalmente se inicia en uno de los extremos de la línea y prosigue hasta el final de la misma. En las campañas de IP/RES se empleó la configuración 3D offset polo-dipolo usando 10 canales espaciados cada 100m. En algunas áreas estos espacios fueron modificados para compensar la falta de accesos y/o mejorar el contacto entre el electrodo de recepción y el terreno.

El método de “Polarización Inducida” es una de las más importantes y poderosas técnicas geofísicas desarrolladas en la detección de depósitos minerales. La principal ventaja del método de polarización inducida en exploración minera es la sensibilidad a las concentraciones (basta 0.5% por volumen) de mineral con brillo metálico tal como la pirita, calcopirita, esfalerita, bornita, galena, magnetita y grafito. Muchas estructuras geológicas potencialmente económicas con poca o ninguna respuesta a los métodos magnéticos o electromagnéticos pueden ser detectadas por IP, por ejemplo:

- Pórfidos de cobre (Cu, Au)
- Stockwork
- Estructuras auríferas (zonas de cizallamiento o fallas que encierran sulfuros diseminados)
- Detección de una aureola de sulfuros diseminados o de filones *(stringers)* alrededor de un yacimiento profundo de sulfuros masivos (de tipo vulcanogénico por ejemplo).

6.4 TRABAJOS DE CAMPO E INSTRUMENTACIÓN

Los trabajos de prospección geofísica programados en el ANAP Chaparra Bloque 4 se llevaron a cabo en una campaña geofísica la que se desarrolló desde el 21 de julio al 14 de agosto. Se emplearon dos métodos; magnetometría terrestre como el de polarización inducida 2D. Estos trabajos de prospección están orientados a conocer las características físicas de las rocas (suelo).

En estos estudios de recolección de datos participó el siguiente personal; Ing. Darwin Calla Pilco, Bach. Carlos Valencia Miraval y Bach. Rosmery Flores Jacobo, mientras que el procesamiento de datos estuvo a cargo del Ing. Ronald Yupa Paredes.

6.4.1 Estudios de magnetometría terrestre

Los instrumentos usados en este trabajo de prospección fueron tres (3) magnetómetros modelo GEM System GSM-19W Overhauser, las lecturas del GPS diferencial y de la intensidad del campo magnético fueron tomadas cada 2 segundos y su sistema Datum de recolección fue en WGS 84 18S., los equipos que fueron distribuidos de la siguiente manera:

a) Un (1) magnetómetro Base,
b) Dos (2) magnetómetros móviles.

En la Fig.6.1 se observa la distribución de las líneas magnéticas en el ANAP Chaparra Bloque 4 teniendo un rumbo Norte-Sur, a lo largo de 16 líneas longitudinales cuyas distancias comprendieron un rango que varía desde los 2km a los 4km con una separación entre líneas de 200m.

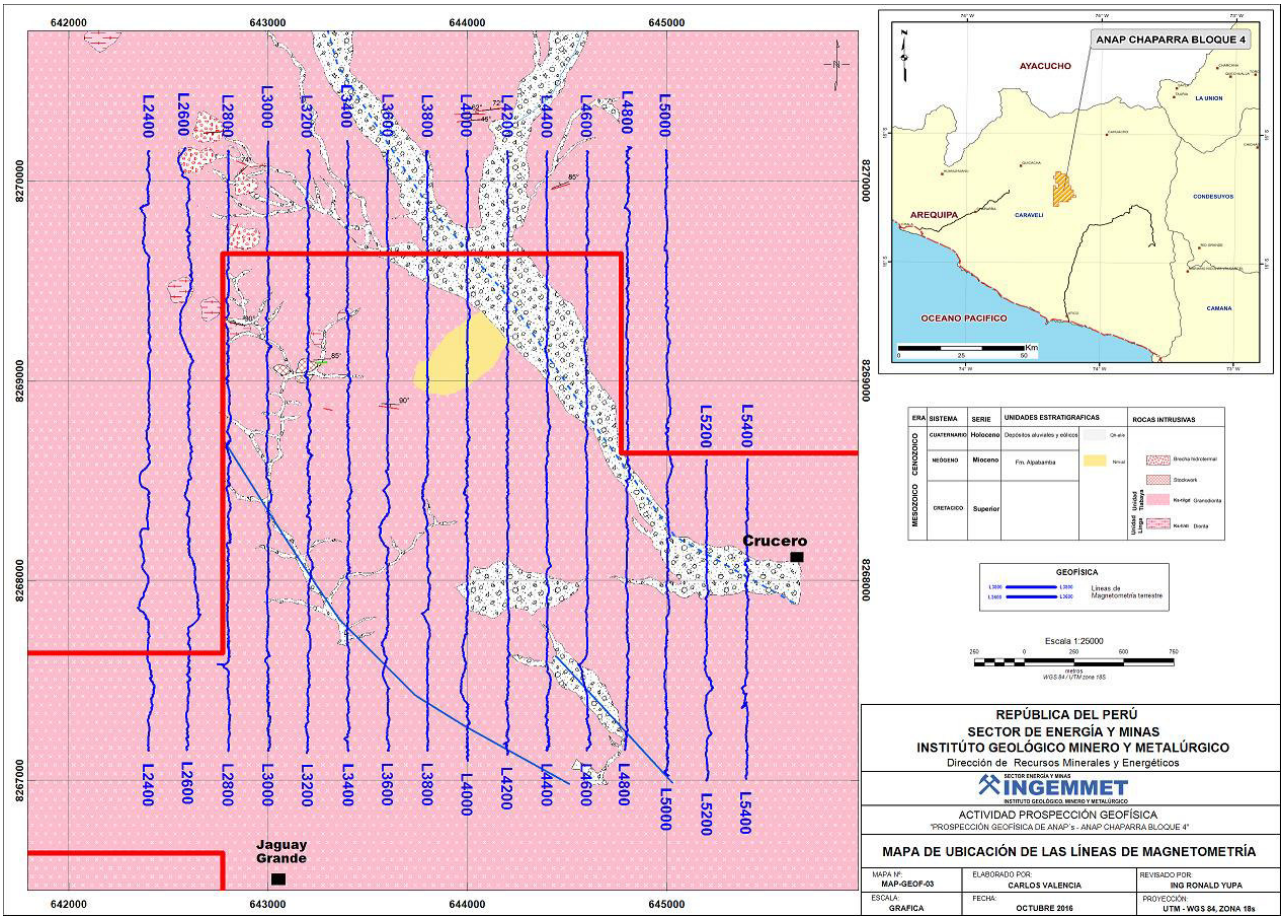

Fig.6.1 Mapa de Ubicación de las Líneas de Prospección Magnética en el extremo Nor-Oeste del ANAP Chaparra Bloque 4.

Como parte inicial del trabajo de prospección magnética, se procedió a determinar la ubicación de la Base magnética (ubicación del magnetómetro base) en un lugar apropiado el cual se encuentre aislado de cualquier ruido cultural y donde el gradiente magnético no sea afectado por efectos geológicos-magnéticos y los datos sean estables y confiables. Del mismo modo, se ubicó un punto de control con la finalidad de calibrar los dos (2) magnetómetros móviles y poder observar la deriva instrumental de cada equipo llevándolos a un mismo punto de referencia. La información de los datos de ubicación de la base magnética y del punto de control se observa en la Tabla 6.1, así mismo, la información de los parámetros de recolección y Datum se observa en la Tabla 6.2.

Tabla 6.1 Ubicación de la base magnética y el punto de control

Estación	Coordenadas WGS 84 – 18S		
	Este	Norte	Elevación
Base	643296	8270371	3052
Punto Control	643283	8270352	3055

Tabla 6.2 parámetros de recolección de datos magnéticos

Parámetros	Modo de Recolección
Datum de referencia campo total	24000 nT
Intervalo de lecturas del equipo móvil	Cada 02 segundos
Intervalo de lecturas del equipo base	Cada 03 segundos
Altura sensor (móvil y base)	~ 02 m
Sistema Datum de recolección	WGS 84 18S

Los trabajos de campo se realizaron con el apoyo de dos ayudantes de campo, propios de la zona de estudio, cuyas labores consistieron; el primero como vigía al magnetómetro usado como estación base, con el objetivo que no se acerquen personas del lugar y puedan perjudicar nuestra recolección de campo y el segundo como apoyo en la recolección de datos a lo largo de las líneas longitudinales. La ubicación inicial y final de las líneas de magnetometría programadas se encuentran detalladas en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3 registro de datos de prospección magnética.

Líneas de Magnetometría - ANAP Chaparra Bloque 4					
Datum WGA 84 UTM 18s					
Línea	Coordenada Inicial		Coordenada Fina		Longitud (Km)
	Este	Norte	Este	Norte	
L2400	642345.26	8267149.82	642430.93	8270150.50	3.5
L2600	642549.53	8267152.17	642661.07	8270165.34	4.0
L2800	642747.71	8267147.01	642814.72	8270152.92	4.0
L3000	642986.17	8267148.87	643016.67	8270198.43	4.0
L3200	643184.03	8267138.00	643226.25	8270156.14	4.0
L3400	643383.23	8267148.51	643420.75	8270201.93	4.0
L3600	643558.10	8267149.70	643610.39	8270153.44	3.5
L3800	643771.98	8267149.75	643815.35	8270152.46	3.5
L4000	643966.74	8267100.14	644013.73	8270153.31	3.5
L4200	644184.18	8267130.69	644214.19	8270150.95	3.5
L4400	644389.89	8267150.43	644419.65	8270149.85	3.5
L4600	644556.91	8267150.15	644619.20	8270150.98	3.5
L4800	644790.25	8267152.15	644822.66	8270172.62	3.5
L5000	644987.71	8267024.02	645031.97	8270155.38	3.6
L5200	645190.28	8266999.24	645232.82	8268602.32	2.0
L5400	645376.17	8267008.15	645413.22	8268609.05	2.0
			TOTAL (Km)		**55.6**

6.4.2 Estudios de Polarización Inducida

Los instrumentos usados en este trabajo de prospección fueron un receptor GDD modelo GRx8-32 y un transmisor GDD modelo TxII-5000W, la fuente de alimentación fue un motorgenerador eléctrico marca Honda modelo EG6500CXS de 6500 KW. Para los trabajos de IP 2D se utilizó la metodología del método convencional con un arreglo polo-dipolo 2D que fue implementado usando electrodos denominados "potenciales o Rx" usando 10 cables conductores de la señal configurados con un dipolo de 100m (distancia entre potenciales) y

separados entre líneas de transmisión/recepción a unos 200m, estos electrodos consistieron en varillas de acero de 3/8" con una longitud aproximada de 0.5m. Los electrodos de emisión denominados de "corriente o Tx" usados en cada estación a lo largo de las líneas de transmisión/recepción. Esta emisión de energía consistió en el uso de 5 varillas de acero de 5/8" de 1m de longitud aproximada colocada cada 100m a lo largo de cada estación desde su inicio hasta el final de cada línea.

En la Fig.6.2 se observa la distribución de las líneas de polarización inducida en el ANAP Chaparra Bloque 4 teniendo un rumbo Norte-Sur, a lo largo de 07 líneas longitudinales cuyas distancias comprendieron un rango de 1.6km con una separación entre líneas de 200m.

Como parte inicial del trabajo de polarización inducida, se procedió a la instalación del punto infinito, el cual es un punto fijo que se instala a una distancia no menor a 10 veces la distancia del dipolo utilizado (10*100m) en una zona de baja resistividad (zonas húmedas). La ubicación del infinito es directamente proporcional a la profundidad de lectura que se quiera alcanzar. Los parámetros de recolección de datos de IP, así como la ubicación del punto infinito se encuentran en la Tabla 6.4 y Tabla 6.5.

Tabla 6.4 Ubicación del punto infinito

Estación	**Coordenadas WGS 84 – 18S**		
	Este	**Norte**	**Elevación**
Infinito	643139	8270998	3066

Tabla 6.5 Parámetros de recolección de datos de polarización inducida

Parámetros	**Modo de Recolección**
Mediciones	Dominio de tiempo
Configuración de electrodos	Polo – dipolo 2D
Distancia del dipolo	100m
Espaciamiento entre líneas Tx y Rx Tx Rx	200m Líneas de transmisión Líneas de recepción
Nro. De repeticiones	02/03 lecturas por punto

Los trabajos de campo se realizaron con el apoyo de 12 ayudantes de campo propios de la zona de estudio cuya labor principal:

a) Cuatro ayudantes para el tendido de 2km lineales de cable.

b) Cuatro ayudantes para hacer huecos en el terreno y acarreo de agua con sal para mejorar la conductividad en los puntos de corriente.

c) Cuatro ayudantes de campo para la instalación de electrodos de potencial y acarreo de 5km de cable.

La ubicación inicial y final de las líneas de IP programadas se encuentran detalladas en la Tabla 6.6.

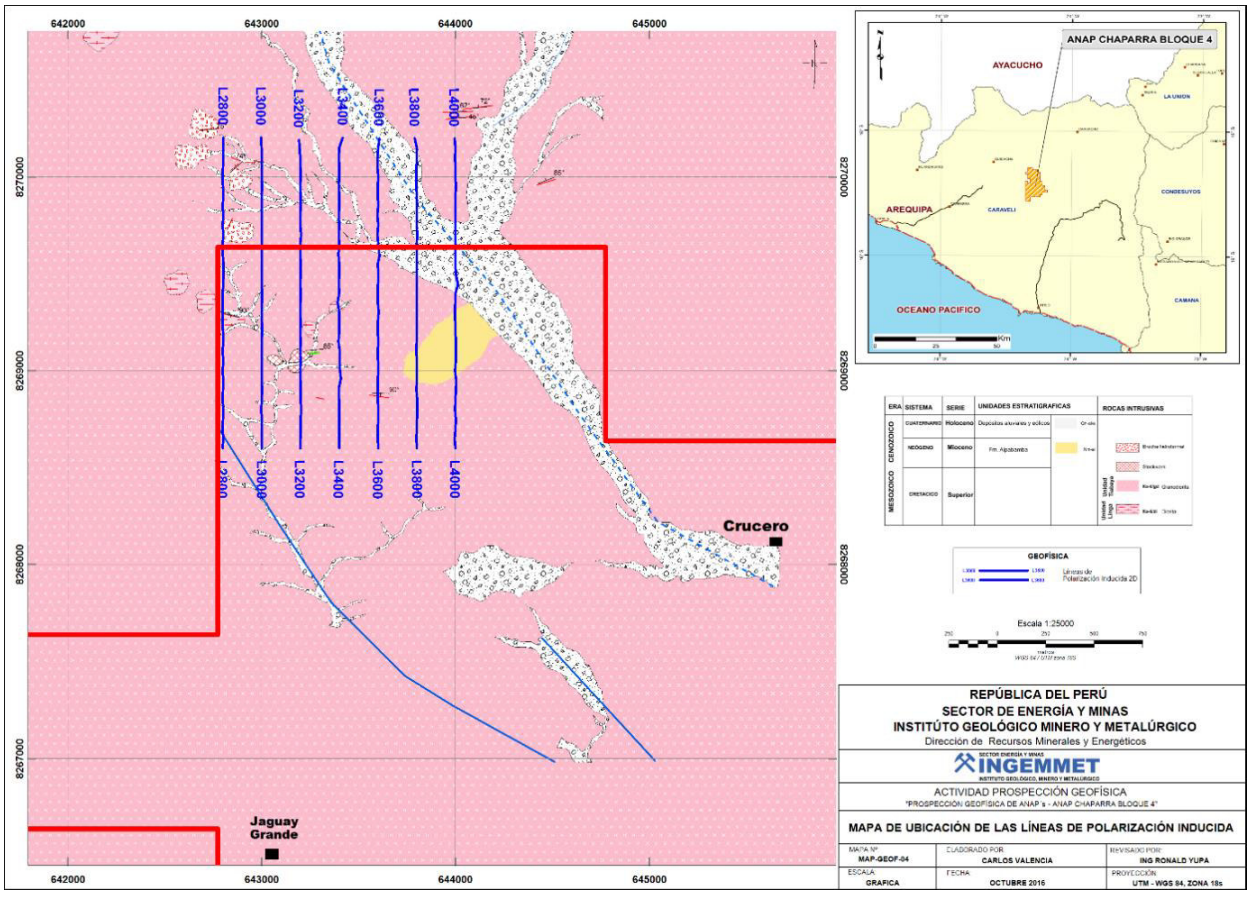

Fig.6.2 Mapa de Ubicación de las líneas de polarización inducida 2D en el extremo Nor-Oeste del ANAP Chaparra Bloque 4.

Tabla 6.6 Registro de datos de polarización inducida

Líneas de Polarización Inducida 2D - ANAP Chaparra Bloque 4					
Datum WGS 84 UTM 18S					
Línea	Coordenada inicial		Coordenada final		Longitud (Km)
	Este	Norte	Este	Norte	
L2800	642799.32	8268601.11	642801.65	8270203.18	1.6
L3000	643000.63	8268599.29	642996.30	8270202.95	1.6
L3200	643199.07	8268600.71	643193.31	8270190.66	1.6
L3400	643401.04	8268601.53	643418.09	8270200.85	1.6
L3600	643601.82	8268599.27	643608.03	8270196.56	1.6
L3800	643801.23	8268602.00	643789.45	8270196.85	1.6
L4000	643998.70	8268601.25	643995.36	8270196.89	1.6
			TOTAL (Km)		**11.2**

6.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

6.5.1 Procesamiento de Datos Magnéticos Terrestres

Los datos fueron transferidos diariamente desde los magnetómetros a un computador portable vía un puerto USB. Los archivos fueron descargados con nombres consecuentes con la fecha de recolección, como ddmmyy y extensiones de acuerdo al magnetómetro, “BAS” para el magnetómetro de la estación base y “.TXT” para magnetómetros móviles. La corrección diurna se realizó con un valor de datum de 24000nT a toda la base de datos del proyecto para su posterior proceso y generación de imágenes en Oasis Montaj. La interpolación de los datos (gridding) se realizó con el algoritmo RANGRID de Geosoft con un tamaño de celda de 40m, para los registros magnéticos. La generación de imágenes aplicando la Transformada de Fourier (FFT) y el uso de imágenes con filtros de la reducción al polo, señal analítica, primera derivada vertical, segunda derivada vertical, el gradiente de la derivada horizontal, entre otros se realizó con el Oasis Montaj convirtiendo estos mapas a formatos con extensión *.GRD desde Oasis Montaj v.8.2.

Para el proceso de inversión se ha usado el modelo VOXI Earth Modelling desarrollado por MacLeod I. N. & Ellis R. G. (2013), un servicio de algoritmo de inversión geofísica que genera modelos de susceptibilidad de las rocas a profundidad. Todos los resultados fueron generados para visualizar la subsuperficie y el análisis vertical en 3D.

6.5.2 Corrección Diurna

El campo magnético terrestre está continuamente cambiando (variaciones diurnas) y las medidas de campo deben ser ajustadas por estas variaciones, la técnica más correcta es establecer un magnetómetro como estación base en un punto fijo que continuamente registre y monitoree la intensidad del campo magnético durante el periodo que sea necesario, Fig.6.3 La estación base y el magnetómetro móvil son sincronizados en función al tiempo y por una sustracción matemática simple los datos del equipo móvil son corregidos de las variaciones diurnas. Además, como parte de un control de calidad a los datos se aplicó un filtro de continuación ascendente de 5 unidades para filtrar las altas frecuencias que tengan longitudes de onda muy pequeñas y eliminar los ruidos ocasionados por fuentes externas.

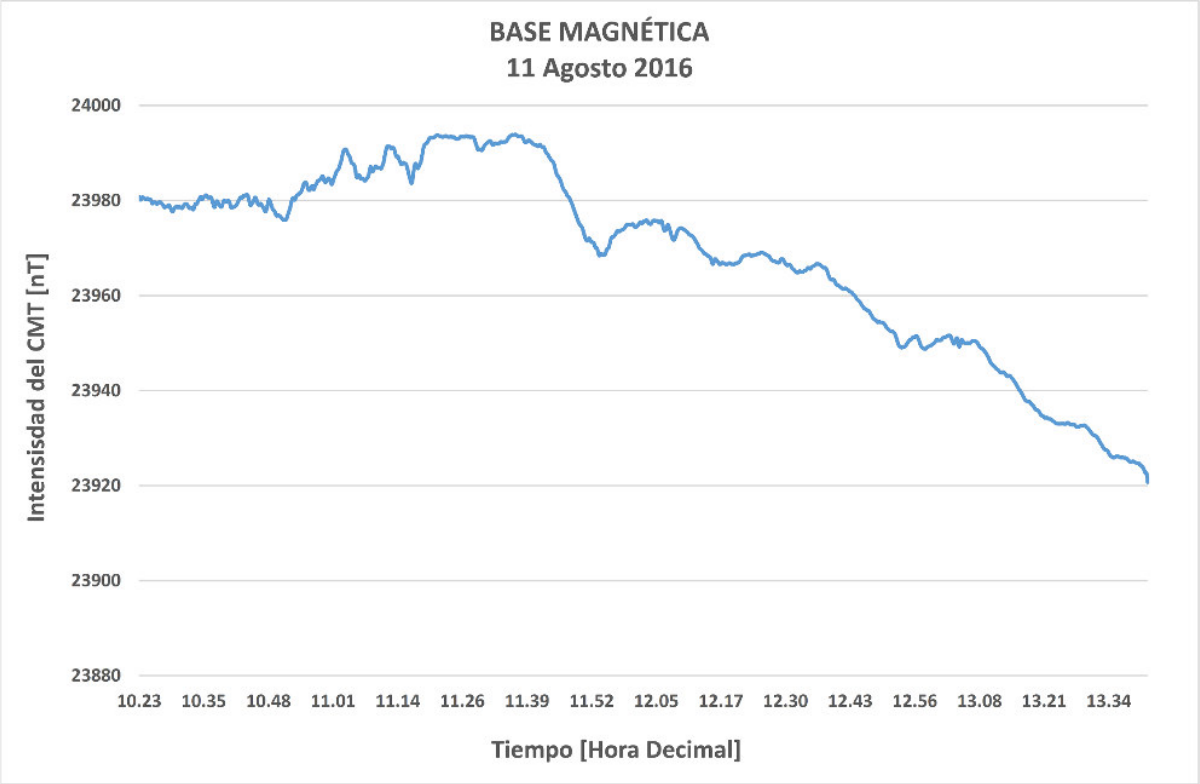

Fig.6.3 Base magnética en el sector de Chaparra Bloque 4.

6.5.3 Corrección Campo Geomagnética de Referencia Internacional - IGRF

El campo geomagnético de referencia internacional (IGRF), es una longitud de onda larga del campo magnético regional calculado de datos de observatorios magnéticos permanentes recolectados alrededor del mundo, Thébault et al. 2015. El IGRF es actualizado y determinado por un comité internacional de geofísicos cada 5 años. Los valores del IGRF fueron calculados utilizando el modelo del año 2015.

6.5.4 Reducción al Polo

Simplifica la interpretación de anomalías removiendo la asimetría introducida debido a su inducción del campo principal inclinado. El campo principal es vertical (y las anomalías inducidas simétricas) al norte y sur de los polos magnéticos. Como el nombre sugiere "Reducción al Polo" este transforma los datos que deberían ser medidos en los polos magnéticos y simplifica las anomalías centrándola sobre el cuerpo magnético que esta irradia en lugar de desplazarla hacia un lado. Prabhakar (1998).

6.5.5 Derivadas Verticales

Cuantifican el índice espacial del cambio del campo magnético en la dirección vertical u horizontal. Estas derivadas básicamente realzan las anomalías relativas de alta frecuencia a bajas frecuencias.

6.5.6 Señal Analítica

Son transformaciones que combinan las derivadas calculadas para producir un atributo que es independiente de la inclinación del campo principal y la dirección de magnetización además realzando los picos altos de los cuerpos (Roest WR., 1992). Por lo que, una simple relación entre la geometría del cuerpo magnético y los cuerpos transformados son observados.

6.5.6 Inversión magnética 3D

Con la finalidad de obtener un modelo en profundidad que pueda explicar las observaciones de los datos geofísicos medidos en superficie se realizó este proceso matemático, utilizando para el caso de magnetometría terrestre un modelo de susceptibilidad magnética. Las unidades empleadas son en el Sistema Internacional (SI). Es preciso señalar que las estructuras geofísicas de inversión pueden desarrollar, a pesar de las limitaciones de la inversión 3D, ensanchamientos en sus dimensiones, MacLeod I. N. & Ellis R. G. (2013).

6.5.7 Procesamiento de datos de polarización inducida 2D

La base de datos fue compilada en una carpeta y el control de calidad fue realizado para verificar las curvas de caídas de voltaje, inicialmente se usó el aplicativo IP, del software Oasis Montaj de Geosoft, para mostrar los datos y sus parámetros, (módulo de QC IP Data, 2016). Después de una inspección visual a los datos con una alta señal/ruido fueron filtrados y separados para ser exportados en los formatos RES.OBS, IP.OBS y TOPO.DAT el cual se procedió a utilizar el algoritmo de inversión DCIP2D desarrollado por el departamento de

Geophysical Inversion Facility de la Universidad de British Columbia (Oldenburg, D. W & Li, Y., 1994), además todos los resultados fueron generados para visualizar la subsuperficie y el análisis vertical en profundidad.

Esta información fue procesada y luego importada al Oasis Montaj de Geosoft para su posterior generación de imágenes e interpretación final. Los resultados del DCIP2D pudieron ser integrados en modelos 2D creados en la plataforma de Geosoft. Los datos de topografía usados en el modelo de inversión fueron extraídos de los GPS Garmin - Montana 600 de mano, sin embargo, en algunas estaciones locales los puntos fueron re-localizados debido al pobre contacto en el terreno y el electrodo no polarizable.

La plataforma de Geosoft generó secciones verticales en profundad ambos para cargabilidad y resistividad, permitiendo una comparación directa entre las variaciones de los valores entre estos. Las secciones verticales con profundidad representan una distribución en perfiles de los materiales polarizables y su resistividad.

6.6 INTERPRETACIÓN

6.6.1 Interpretación de Datos Magnéticos

Durante el procesamiento de datos se ha generado mapas de la reducción al polo, la primera y segunda derivada vertical, la señal analítica, utilizando la transformada de Fourier FFT.
La intensidad magnética del campo ha sido corregida en relación al IGRF y varia en el área de estudio en un rango aproximadamente de (-485.72 a 783.03nT).
La inclinación del campo magnético terrestre en el área del estudio (aproximadamente –6.4).
El proceso de reducción al polo trata de proveer una imagen donde la inclinación del campo magnético se observe de modo vertical, y así observar anomalías positivas sobre cuerpos de alta susceptibilidad magnética, si se presentasen, Hinze, (2013).
El mapa de la reducción al polo, como se muestra en la Fig.6.4, ha proporcionado información definiendo anomalías de altos y bajos magnéticos. El Bajo Magnético definido de color azul estaría relacionado a un posible sistema de alteración hidrotermal, superponiéndose a las áreas de brechas y zonas de Stockwork. De otro lado, el Alto Magnético definido de color magenta estaría directamente relacionadas a la respuesta mineralógica propia de la roca intrusiva granodiorita. Esta área de influencia tiene un aproximado de 2.0km x 1.0km, quedando como una anomalía abierta con dirección Noroeste.
La Fig.6.5 muestra el mapa de la señal analítica, cuya respuesta está relacionada a un contenido de alta susceptibilidad magnética de las rocas. En el ANAP Chaparra Bloque 4. Esta imagen define los límites geológicos, y depende únicamente de la fuerza del campo y no de la dirección del cuerpo magnetizado, esta anomalía estaría asociada a una fuente de magnetización remanente (MacLeod et al., 1993).

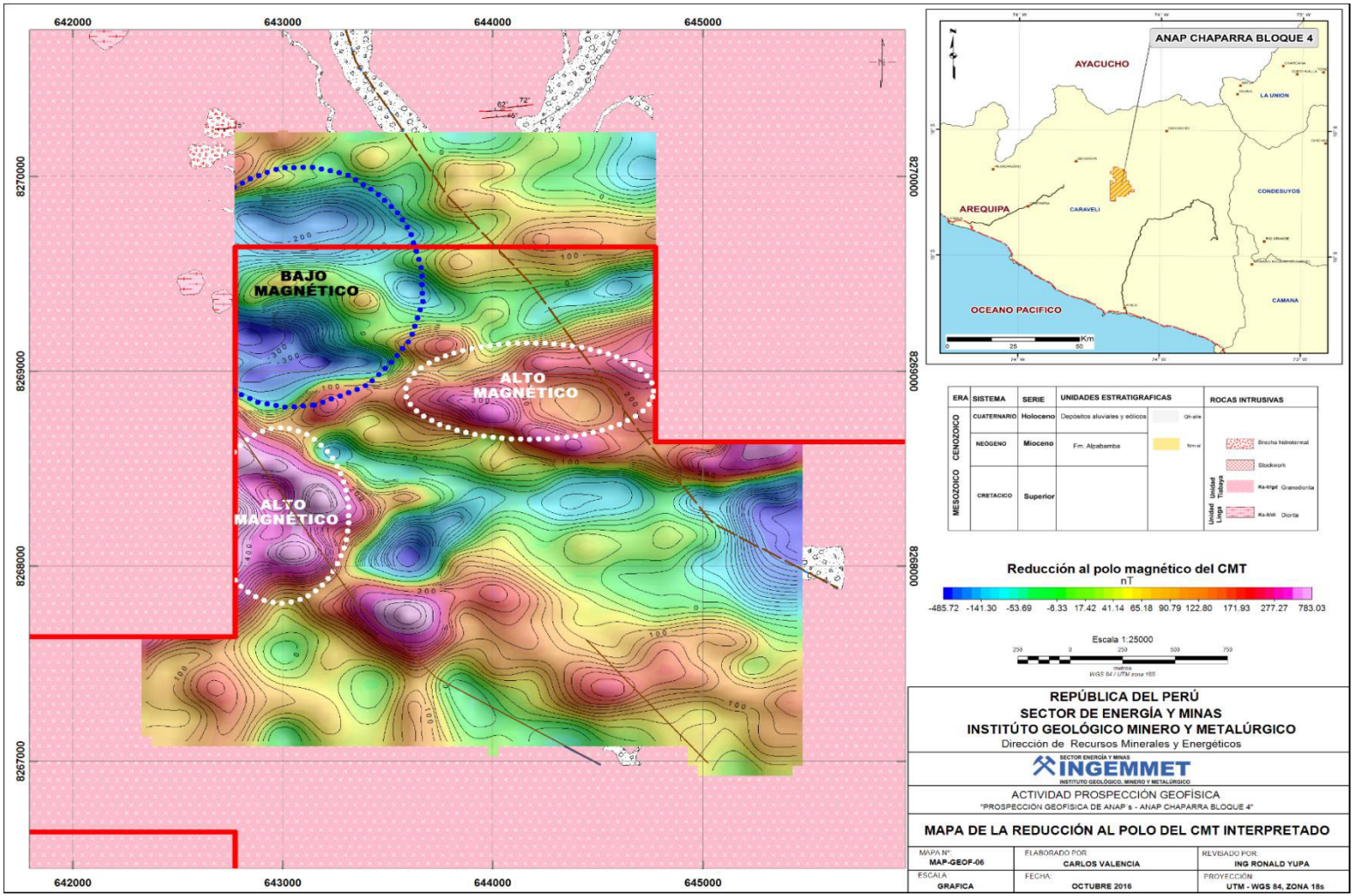

Fig.6.4 Mapa de Reducción al Polo y Geológico, se observan anomalías magnéticas; un bajo magnético de color azul y un alto magnético de color magenta. Las anomalías de Bajo Magnético estarían relacionadas a posibles sistemas de alteración hidrotermal, superponiéndose a las áreas de brechas y zonas de Stockwork. Las anomalías de Altos Magnéticos estarían directamente relacionadas a la respuesta mineralógica propia de la roca intrusiva granodiorita.

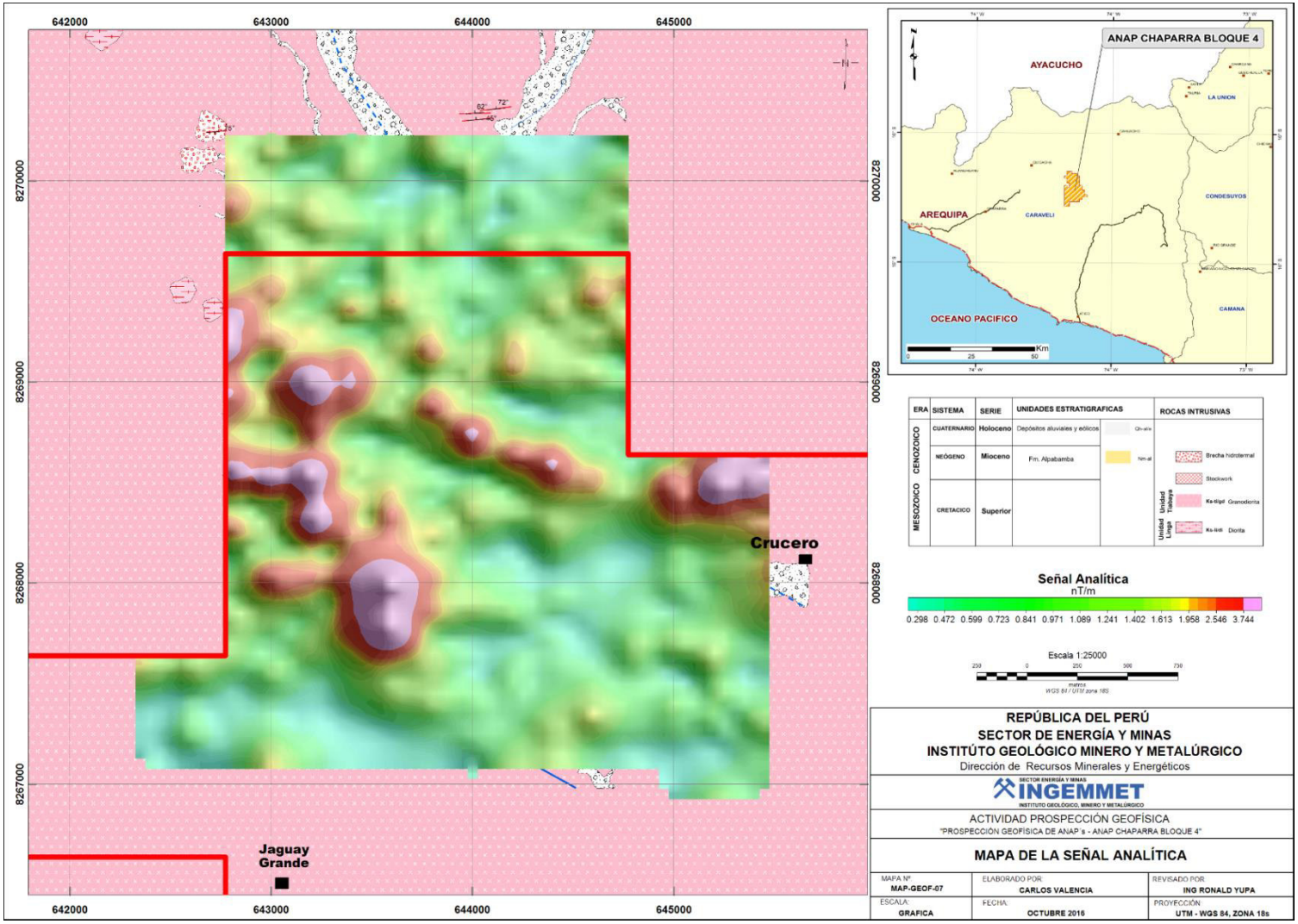

Fig.6.5 Mapa de la Señal Analítica y Geológico, se observan pequeños contrastes anómalos de color magenta, los que representan sectores con susceptibilidades magnéticas moderadas a altos, estarían relacionados a materiales de composición máfica.

6.6.2 Interpretación de Polarización Inducida (IP2D)

Del proceso de inversión de datos utilizando el algoritmo de DCIP2D (Oldenburg, D. W & Li, Y., 1994), se pudo generar secciones y mapas de inversión a diferentes niveles de profundidad tanto para resistividad y la cargabilidad (Fig.6.6, Fig.6.7, Fig.6.8, Fig.6.9 y Fig.6.10).

Los resultados de polarización inducida muestran cambios en las características de las propiedades físicas de las rocas desde niveles superficiales hasta una profundidad de los 400m aproximadamente. El estudio de IP2D enmarca una anomalía que puede ser interpretada como la respuesta directa de un pórfido a profundidad.

Del análisis de cargabilidad, el sector importante está ubicado al borde extremo Noroeste del ANAP Chaparra B4, aquí se presenta una anomalía importante que abarca un área de 0.8kmx0.8km con cargabilidades representativas que van en un rango de 15-40mV/V directamente relacionados a la presencia de material polarizable y respuesta asociada al contenido de sulfuros diseminados. Esta anomalía tiene un rumbo Noroeste-Sureste que se presenta desde los 50m y profundiza hasta los 400m correspondientes a las líneas; L2800E, L3000E y L3200E los que se observan en la fig. 6.6, fig. 6.7 y fig. 6.8. La representación de la escala de colores para la sección de cargabilidad se muestran; de color rojo para cargabilidades altas, de color amarillo para cargabilidades intermedias y de color azul para cargabilidades de valores bajos.

Del análisis de resistividad, una capa resistiva subhorizontal (límites de sílice) se encuentra limitando a la anomalía de alta cargabilidad (posibles sulfuros). La resistividad ha identificado materiales de roca con moderada a alta resistividad por encima y en los alrededores de la anomalía de cargabilidad definida. La representación de la escala de colores para la sección de resistividad se muestra; de color azul para resistividades altas (>850 Ohm*m), de color amarillo-verde para resistividades intermedias (>100 Ohm*m <850 Ohm*m) y de color rojo para resistividades bajas (<100 Ohm*m). En respuesta de alta resistividad están directamente relacionados a la presencia de material félsico del Cretáceo Superior-granodiorita. De otro lado, se tienen resistividades bajas que estarían asociadas a un alto fracturamiento y deformación que conllevan a una alta porosidad del material y rocas o relacionadas a un alto grado de alteración hidrotermal, Sumner (1976). De manera similar estas características físicas de las rocas están representadas en la fig. 6.6, fig. 6.7 y fig. 6.8.

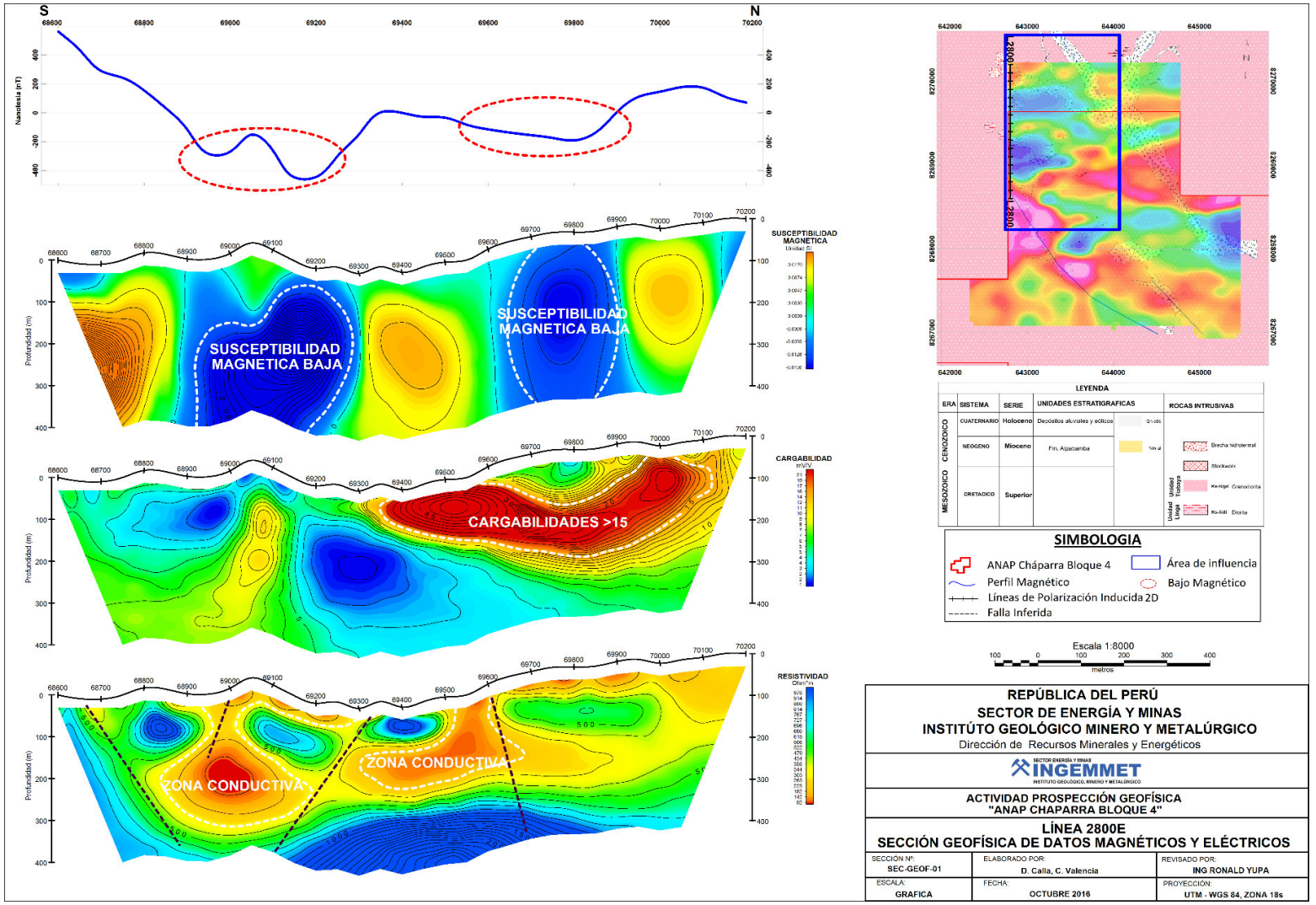

Fig.6.6 Sección 2800E, Intensidad del Campo Magnético, Susceptibilidad Magnética, Cargabilidad y Resistividad, comportamiento físico de las rocas. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de magnéticos, cargabilidad y resistividad hasta los 400m de profundidad.

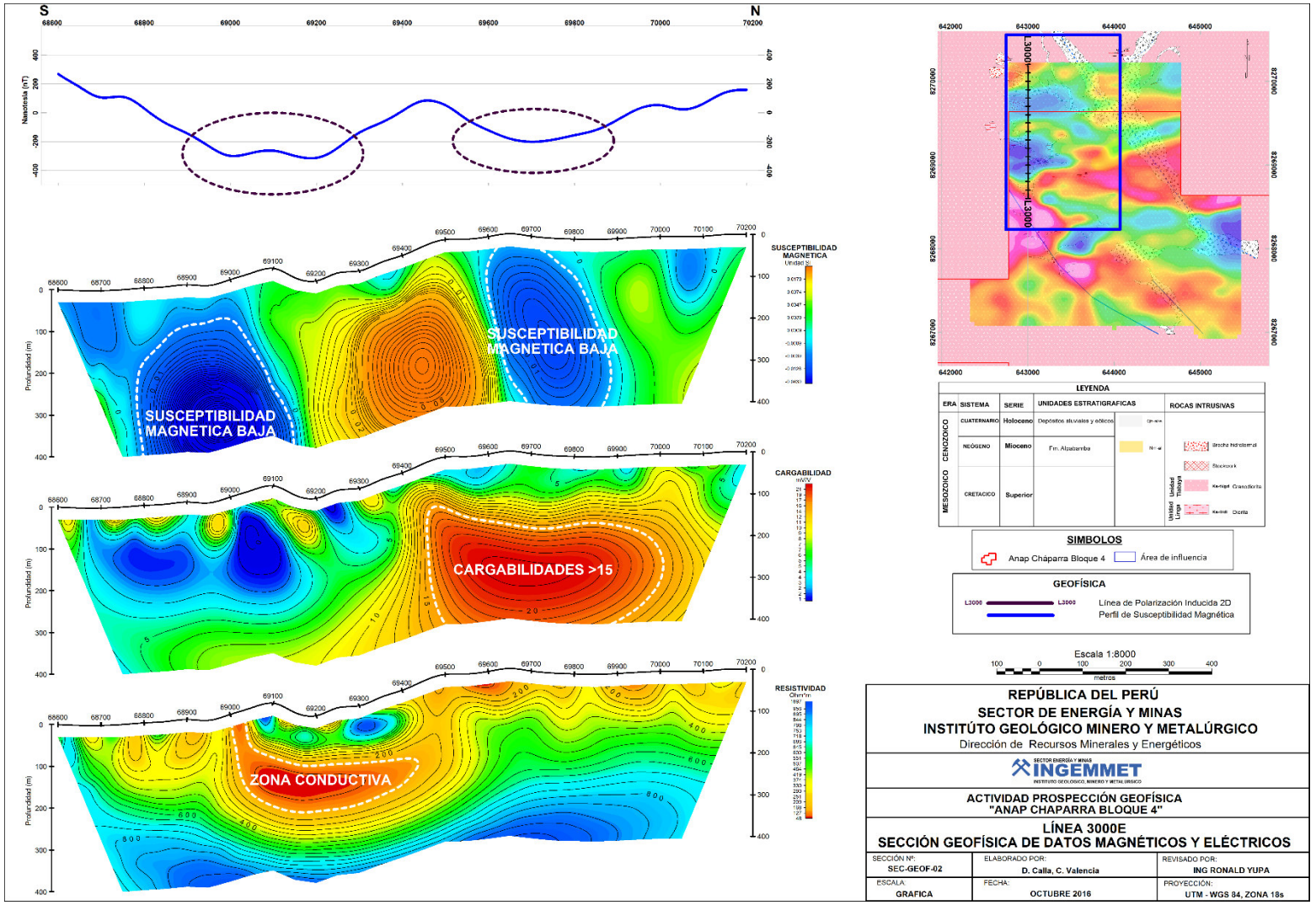

Fig.6.7 Sección 3000E, Intensidad del Campo Magnético, Susceptibilidad Magnética, Cargabilidad y Resistividad, comportamiento físico de las rocas. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de magnéticos, cargabilidad y resistividad hasta los 400m de profundidad.

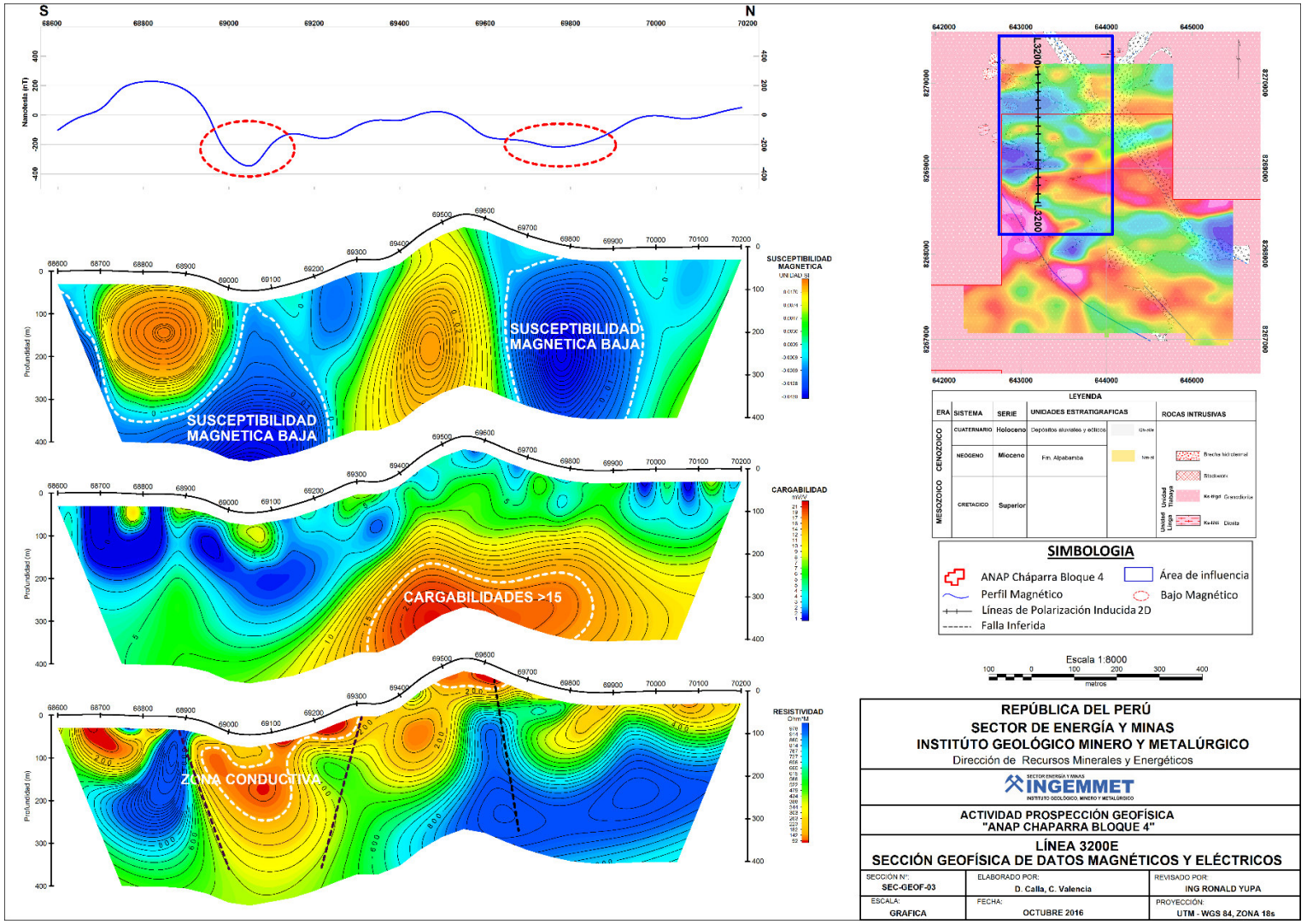

Fig.6.8 Sección 3200E, Intensidad del Campo Magnético, Susceptibilidad Magnética, Cargabilidad y Resistividad, comportamiento físico de las rocas. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de magnéticos, cargabilidad y resistividad hasta los 400m de profundidad.

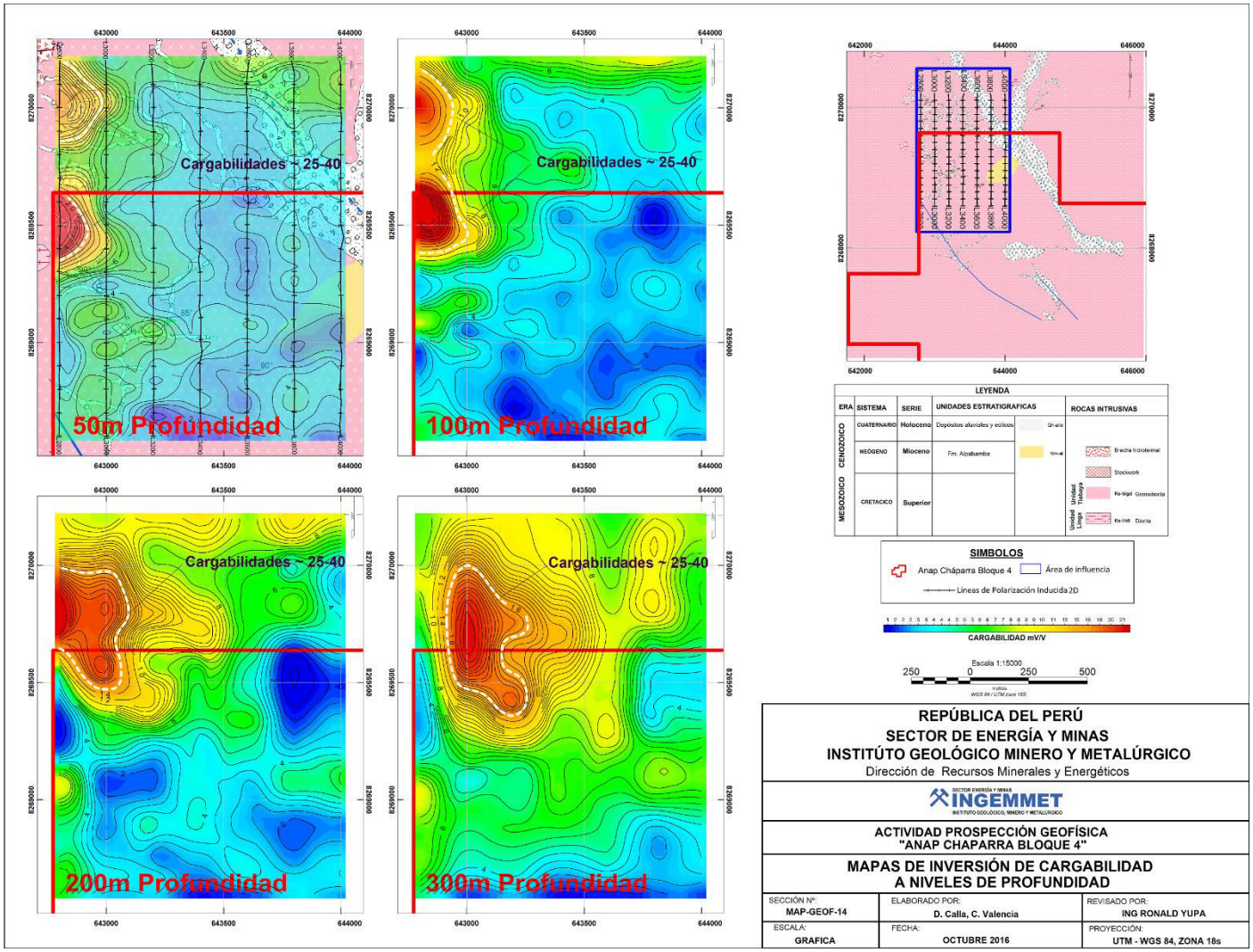

Fig.6.9 Anomalías de cargabilidad representadas de color roja, presentan valores porcentuales de 15 mV/V a 40 mV/V. Esta imagen muestra la información de inversión de datos de cargabilidad a diferentes niveles de profundidad que van desde los 50m hasta los 300m.

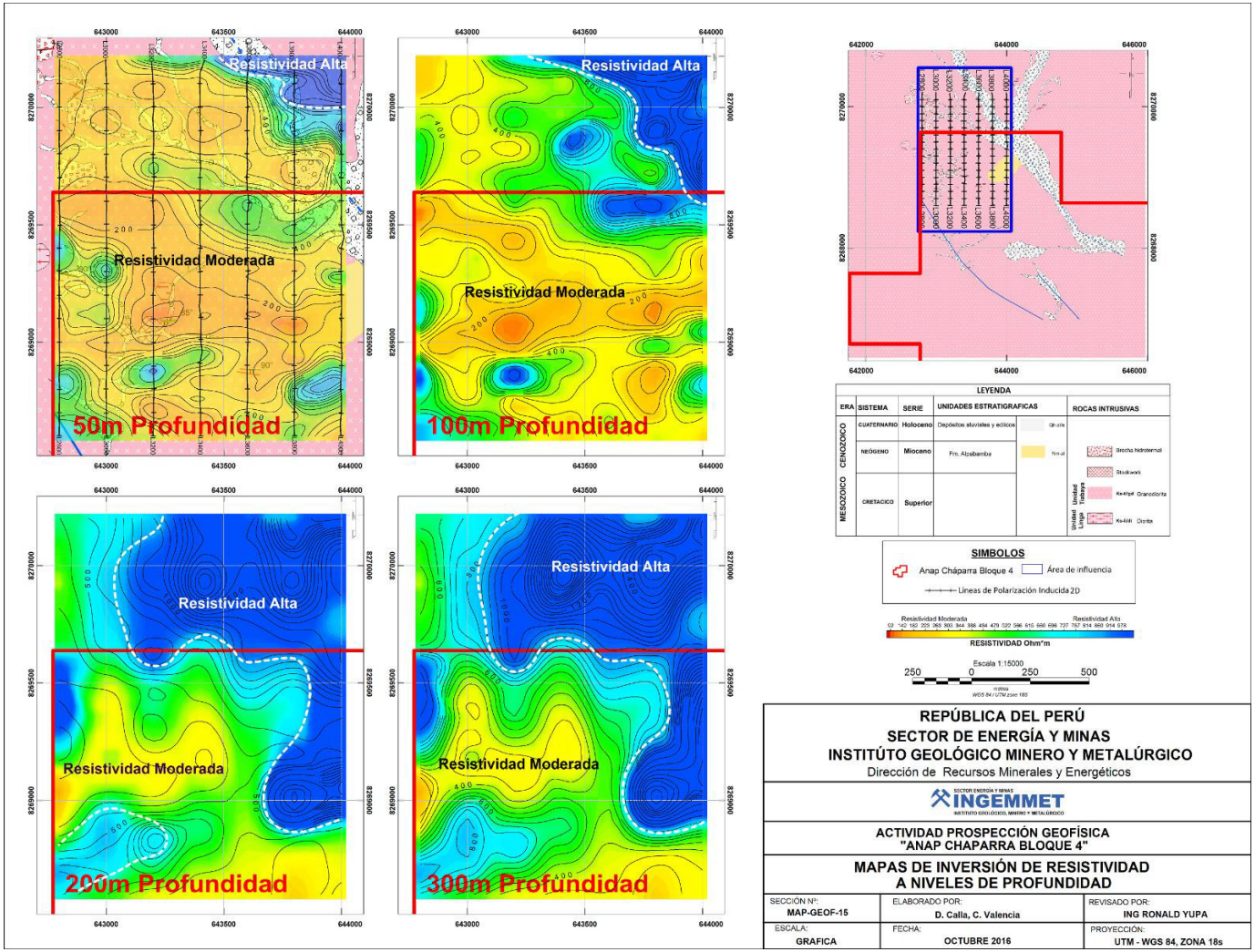

Fig.6.10 Anomalías de resistividad representadas como; resistividades altas de color azul, resistividades moderadas de color amarillo a verde y resistividades bajas de color naranja a roja. Esta es una representación de la información de inversión de datos de resistividad a diferentes niveles de profundidad que van desde los 50m hasta los 300m

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizados los trabajos de prospección geológico minera del Bloques 4 ANAP Cháparra, otorgada al INGEMMET, se concluye y recomenda lo siguiente:

- El marco geológico del área lo constituyen, las andesíticas de la Formación Río Grande del Jurásico Superior, cuarzo monzonitas de la superunidad Linga de edad cretácica superior, granodioritas de la superunidad Tiabaya de Cretácico inferior y tobas cristalinas de la Formación Alpabamba, estas últimas cubren gran parte del flanco Sur del ANAP, mientras que en la parte norte están como remanentes, ambiente geológico favorable para el desarrollo de yacimientos diseminados, en los fondos de quebrada se tiene material cuaternario trasportado.
- Estructuralmente el Bloque 4 está disturbado por la falla Calpa de rumbo andino y movimiento dextral. Esta ha generado una serie de fallas menores tensionales o zonas de debilidad con rumbo este-oeste, siendo aprovechadas en algunos casos para el emplazamiento de vetas de cuarzo o relleno de vetillas con contenidos de sulfuros, pirita calcopirita y posiblemente oro.
- Al margen de la presencia de algunas vetas que generan un halo de alteración argílico propilítico restringido, se tiene al flanco NO del ANAP un núcleo de alteración potásica que afecta a la diorita-granodiorita en *stocwork* rodeado de un halo sericitico propílico de 1000 m por 800 m.
- La mineralización observada e interpretada de acuerdo a los resultados obtenidos para las muestras tomadas, está relacionada básicamente al sector afectado hidrotermalmente y descrito en el párrafo anterior, se trata de la presencia de sulfuros pirita calcopirita diseminados y/o en venillas mayormente lixiviados, la presencia de vetas es muy limitada y de poco interés prospectivo.
- Fueron recolectadas en total 83 muestras de roca y 09 controles (QA/QC), las mismas que fueron analizadas por 52 elementos más oro en los laboratorios de SGS, hechos los controles y verificaciones del caso estas están dentro de los rangos aceptables.
- Con la recolección de datos geofísicos en el flanco NO del bloque, se ha podido identificar tres parámetros físicos, que son; campo magnético, resistividad y cargabilidad de las rocas.
- El estudio de IP2D ha proporcionado información de cargabilidad con rangos importantes de ~20-40 mV/V, abarcando un área aproximada de 0.8km x 0.8km con una orientación noroeste-sureste.
- Las cargabilidades se presentan desde los 50m y profundizan hasta los 400m., esta es una respuesta directa de anomalías relacionadas a sulfuros diseminados. Asimismo, la respuesta de resistividad ha contribuido en identificar dos sectores; el primero de resistividades moderadas a altas y el otro sector de resistividades

bajas/área conductiva. Características típicas de los yacimientos con mineralización diseminada del tipo pórfido de cobre-oro.

- Los resultados de las muestras tomadas para geoquímica y las lecturas obtenidas en la investigación geofísica muestran a las claras la presencia de un cuerpo de dimensiones considerables con presencia de sulfuros.
- Se recomienda mantener el área de no admisión Chaparra Bloque 4 en su sector NO indicada en el anexo (mapa 02), por ser considerado de gran potencial como yacimiento de Cu-Mo.

Teniendo en cuenta las observaciones de campo y/o resultados obtenidos se recomienda mantener el área que involucra a este Bloque del ANAP Chaparra y derivarla a Proinversión como un área de interés prospectivo por depósitos diseminados de cobre, molibdeno y oro.

VIII REFERENCIAS BLIBLIOGRAFICAS

Applying filters with montaj Geophysics (2013). Disponible en: http://updates.geosoft.com/downloads/files/how-to-guides/Applying_Filters_with_montaj_Geophysics.pdf

Bellido Bravo E. y Narvaes Sigfrido (1960). Geología del cuadrángulo de Atico, Hoja 33-o.

Boekhout, F., Spikings R., Sempere T., Chiaradia M., Ulianov A., Schaltegger U. (2012). Mesozoic arc magmatism along the southern Peruvian margin during Gondwana breakup and dispersal. Lithos 146-147., p. 48-64.

Ccallo W, Torres D, Santos A, Ayala L y Yauli C, 2014. Mapas Geológicos de Chaparra hoja 32-o a escala 1:50,000. Mapas geológicos no publicados de la Dirección de Geología Regional, INGEMMET.

Huayong Chen., Cooke D., Baker M., (2013). Mesozoic Iron Oxide Copper-Gold Mineralization in the Central Andes and the Gondwana Supercontinent Breakup. Society Economic Geologits Inc., v. 108., p. 37-44.

Hinze, W., Ralph R.B. Von Frese and Afif H. Saad, (2013) - Principles, Practices, and Applications. Gravity and Magnetic Exploration, Cambridge University Press.

Modulo de Quality Control for your Induced Polarization Data (2016). Disponible en: <http://updates.geosoft.com/downloads/files/how-to-guides/Quality_Control_for_your_IP_Data.pdf>.

MacLeod I. N. & Ellis R. G. (2013) Magnetic Vector Inversion, a simple approach to the challenge of varying direction of rock magnetization, 23rd International Geophysical Conference and Exhibition, Melbourne, Australia.

Olchauski, E., 1980. Geología de los cuadrángulos de Chaparra, Jaqui, Coracora y Chala. Boletín No 34, serie A, 92 p.

Oldenburg, D. W & Li, Y., (1994) Inversion of induced Polarization Data, Geophysics, Vol. 59p, 1327-1341.

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

Roest WR., Verhoef, V. & Pilkington, M., (1992). Magnetic interpretation using the 3-D Analytic Signal. Geophysics, 57,116-125.

Sumner, J.S. (1976). Principles of Induced Polarization for Geophysical Exploration. Elsevier, Amsterdam, 227 p.

Suni, R., (1998) Prospección Geoquímica de Rocas y Sedimentos de Quebrada en la Zona Huayllura-Cotahuasi-Arequipa. Tesis de Pregrado. pág 55-56.

Thébault et al. (2015) International Geomagnetic Reference Field: the 12th generation. Earth, Planets and Space 67:79.

Vilca Cesar & Vargas Paul., 2015. Prospección y evaluación del ANAP Chaparra: "Consideraciones sobre la información proporcionada por el servicio Geológico de China (CGS): Trabajos de Prospección Geoquímica hechos en los cuadrángulos de Chaparra y Atico según convenio de cooperación Técnica con el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Marzo.

ANEXOS

I. MAPAS.

II. RESULTADOS ANALÍTICOS/DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS.

III. ESTUDIOS PETROMINERÁLOGICOS.

IV. GEOFISICA.