

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y
METALURGICA**



**EXPLORACION GEOLOGICA PROYECTO CRISTAL
YACIMIENTO MVT EN LA SELVA NORTE DEL PERU
BONGARA-AMAZONAS**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

**PRESENTADO POR:
RAFAEL DANTE VERA MEDINA**

Lima - Perú

2010

CONTENIDO

	Pagina
RESUMEN	1
1 INTRODUCCION	3
1.1. UBICACIÓN Y ACCESO	
1.2. GEOGRAFÍA	
1.3. TRABAJOS ANTERIORES	
1.4. OBJETIVOS DE LA EXPLORACION	
1.5. METODOLOGIA DEL TRABAJO	
2 GEOLOGIA REGIONAL Y EVOLUCION GEOLOGICA	14
3 GEOLOGIA DISTRITAL	20
3.1. LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA	
3.2. CORRELACIÓN ESTRATIGRAFICA	
3.3. TECTONICA Y ESTRUCTURAS	
3.4 ALTERACION Y MINERALIZACION	
3.5. AREAS PROSPECTIVAS DISTRITALES	
AREA FLORIDA NORTE	
AREA LOS BAGUAS O ALTO CRISTAL	
4 PROSPECTO CRISTAL - GEOLOGIA DEL YACIMIENTO	44
4.1LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA	
4.2MARCO ESTRUCTURAL	
4.3. ALTERACION Y MINERALIZACION	
4.4. PARAGENESIS Y ZONEAMIENTO	
4.5. RESULTADOS GEOQUIMICOS	
4.6. OCURRENCIA DE ZONAS MINERALIZADAS	
..	
5 INTERPRETACION Y MODELO GEOLOGICO	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	83

RESUMEN

El presente Informe es el resultado de los trabajos de Exploración Geológica desarrollados en el Proyecto Cristal, de propiedad de la Compañía Rio Cristal Zinc Corporation, realizados entre los meses de Agosto del 2007 y Octubre del 2008. Las labores desarrolladas principalmente fueron: reconocimiento geológico de campo, muestreo de suelos, mapeo de afloramientos antiguos y recientemente descubiertos, y exploración de targets alejados.

La propiedad minera Charlotte Bongará se ubica dentro del nuevo distrito minero Bongará del tipo MVT Zn-Pb, en la Cordillera Nororiental de la Faja Subandina Amazónica de los Andes Peruanos, con amplias posibilidades de descubrir nuevos yacimientos de alto potencial similar a la mina San Vicente del distrito minero Chanchamayo. A la fecha se ha puesto en evidencia el proyecto Cristal de tipo Óxidos-Hidróxidos de zinc con un potencial de 1 a 3 Mt @ 20% de Zn, también se tienen buenas evidencias geológicas y altas anomalías geoquímicas en los prospectos Quebrada Seca, Alto Cristal, San José, Florida Norte.

El grupo Pucará es la roca caja de la mineralización MVT razón por lo cual se ha diferenciado en el Condorsinga, 3 unidades y una cuarta local (brecha dolomítica), en el Aramachay 3 unidades, y en el Chambará 3 unidades litológicas.

La estructura Pomacocha "Pull Apart Basin" (PPAB), definida por lineamientos circulares, la morfología y el drenaje actual, es un reflejo de estructuras de basamento, las cuales han controlado la sedimentación desde el Mitu al Pucará, así como la ubicación de los indicios de mineralización.

La mineralización está relacionada a dos fajas dolomíticas, una N-S: Cañón Florida-San José-Alto Cristal y otra NO: Mina Grande-Cristal diferenciando dos tipos principales relacionadas al nivel estratigráfico de más joven a más antiguo: la primera de Óxidos-Hidróxidos de Zinc relacionado a la formación Condorsinga y la segunda de sulfuros relacionada a la formación Chambará.

En el proyecto Cristal la roca caja es la formación Condorsinga en la que se han diferenciado tres unidades litológicas, la superior consta de dolomías y calizas

medias a finas, laminadas, al techo con niveles de doloesparitas, la segunda es de dolomías esparíticas con niveles fosilíferos y la tercera tiene intercalaciones de dolomías medias y gruesas con “White Sparry Dolomite” (WSD), la cuarta unidad es local y está constituida de brechas por dolomitización y/o disolución kárstica.

Estructuralmente el proyecto Cristal esta en el intercepto de estructuras E-O tales como las fallas Farallón y Cristal y lineamientos N-S, la parte central del proyecto es la zona subsidente de la estructura PPAB que tiene forma circular combada hacia el norte, la cual ha generado dos zonas de interés: Esperanza-Kenita y Charlita-Águila.

La alteración y mineralización en el proyecto Cristal consta de dos etapas de formación: Sulfuros y Nosulfuros (Óxidos-Hidróxidos), la primera es la formación de sulfuros del tipo MVT en la cual la etapa de dolomitización acompañada por WSD y precipitación de los sulfuros de zinc y plomo así como la precipitación de sulfuros de hierro en la forma de pirita fina y/o marcasita en posición distal; la segunda etapa muestra formación de los Óxidos-Hidróxidos ocasionado por la oxidación supérgena de dichos sulfuros formando el depósito actual.

La geoquímica de sedimentos de quebrada, suelos y rocas nos ha proporcionado guías fundamentales para la ubicación de las zonas mineralizadas, de los cuales los mapas geoquímicos de suelos son los más importantes.

En la propiedad minera Charlotte Bongará se ha identificado plenamente un proyecto y 3 prospectos, que se grafican en el mapa de Geología Regional.

1 INTRODUCCION

El presente trabajo es el resultado de diversas campañas de Exploración Geológica en el Proyecto Cristal, propiedad de Rio Cristal Zinc Corporation (Hoy Rio Cristal Resources), a través de su subsidiaria en el Perú Cerro La Mina S.A, dichas campañas fueron realizadas entre los meses de Agosto del 2007 y Octubre del 2008; y estuvieron bajo la supervisión del Ing. David Dávila.

El reporte describe además trabajos de exploración geológica y geoquímica efectuados en otras zonas como Alto Cristal, Florida Norte, Charlita, etc.

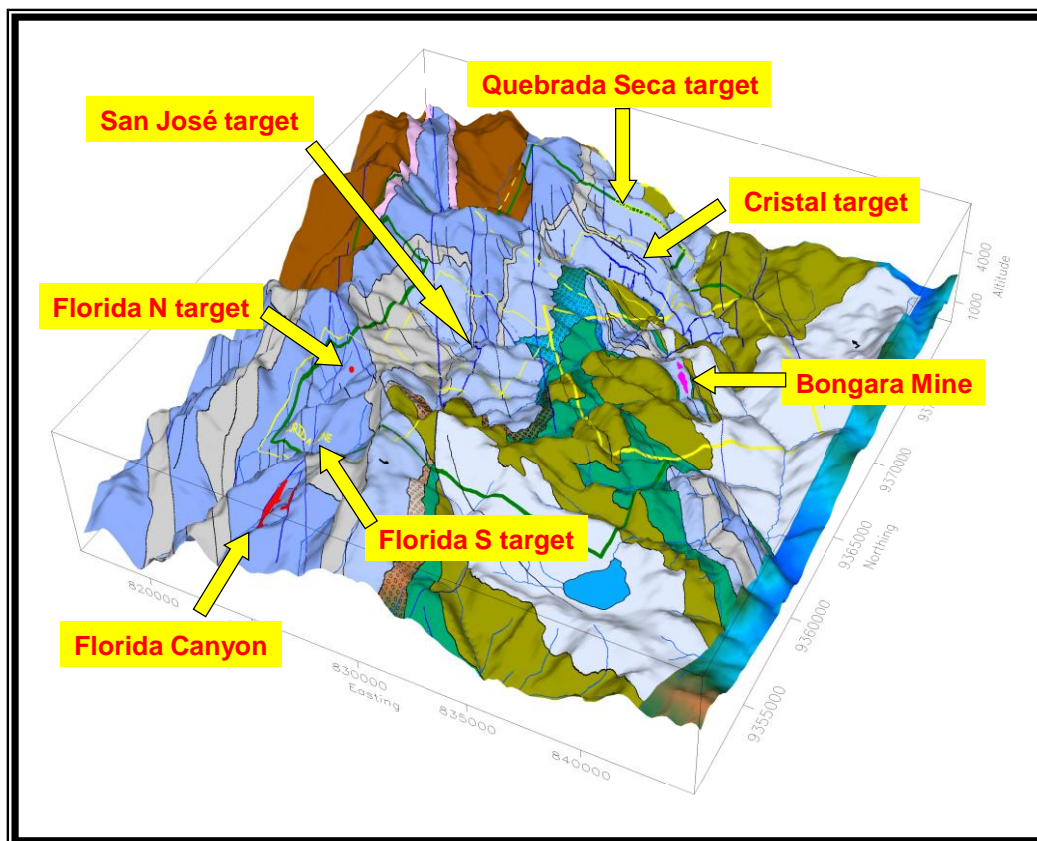


FIGURA 01. Área prospectiva Charlotte-Bongará (En 3D)

1.1 UBICACIÓN Y ACCESO

El Proyecto Cristal, yacimiento de Zn-Pb tipo MVT, se encuentra localizado en la parte NE de la Cordillera Nororiental de los Andes Peruanos, en la Faja Subandina Amazónica (selva alta) a una altitud de 1,670 m.s.n.m. (cota del Campamento Cristal).

Políticamente se localiza entre los distritos de Yambrasbamba (Provincia de Bongará) y de Cajaruro (Provincia de Utcubamba), en el Departamento de Amazonas, aproximadamente a 8km. al Noreste de Mina Grande y Mina Chica (propiedad de Corianta-Cementos Pacasmayo SAA), y a 23 Km. al Norte del yacimiento Florida Canyon (Votorantim Minerais).

Se ubica en las hojas topográficas de Bagua Grande (12g) y Jumbilla (12h) del Instituto Geográfico Nacional, en las coordenadas UTM 831920-E, 93743300-N (zona 17, WGS 84).

Se accede al distrito de Yambrasbamba, que es la población más cercana al proyecto, desde Lima mediante vía aérea a Chiclayo y/o Tarapoto (ver Figura 02). Desde estas ciudades, el desplazamiento es vía terrestre mediante la carretera marginal según los siguientes cuadros de distancias:

Cuadro 1		
Ruta	Distancia (Kms)	Via
Chiclayo-Pedro Ruiz	500	Carretera marginal (asfaltada)
Pedro Ruiz-Pomacocha	35	Carretera marginal (asfaltada)
Pomacocha-Yambrasbamba	20	Carretera secundaria (buen estado)
Total 555		

Cuadro 2		
Ruta	Distancia (Kms)	Via
Tarapoto-Moyobamba	100	Carretera marginal (asfaltada)
Moyobamba-Buenos Aires	150	Carretera marginal (asfaltada)
Buenos Aires-Yambrasbamba	10	Carretera Secundaria (buen estado)
Total 260		

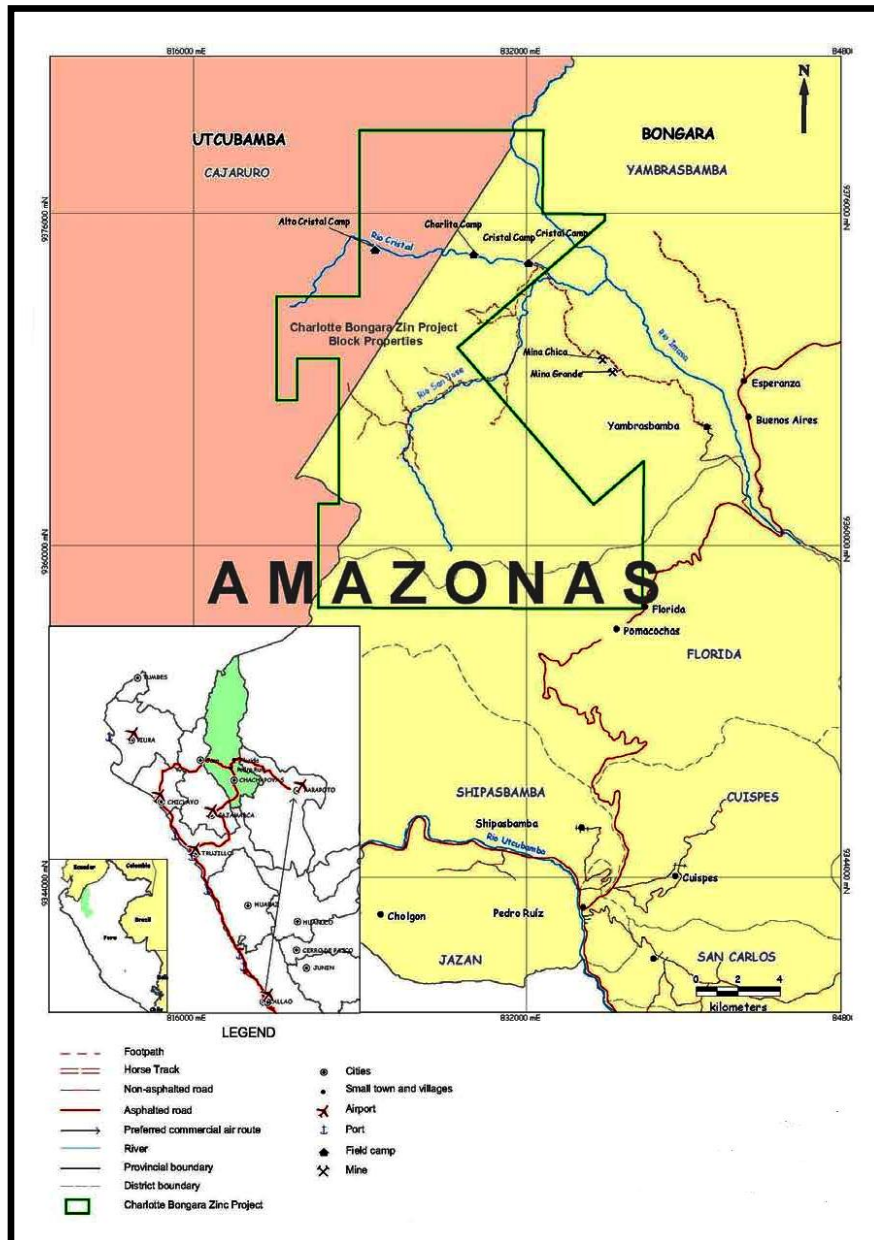


FIGURA 02. Ubicación del Área de Estudio

El desplazamiento al campamento Cristal durante las campañas de trabajos de campo se ha efectuado mediante helicóptero, estableciéndose el helipuerto en el poblado de Buenos Aires. Desde este punto, el vuelo al campamento es en promedio de 7 minutos. Alternativamente, existe un camino de herradura que parte desde el lugar denominado kilómetro 21 y que es la carretera que conduce desde Yamborasbamba a las operaciones de la Minera Corianta. Tomando esta ruta, se accede al campamento Cristal caminando y/o montando acémilas en promedio 3 horas.

Durante las campañas de trabajos de campo, se establecieron campamentos secundarios en las zonas de Charlita (9,374,200N-829,500E), Alto Cristal (9,374,100N-825,100E) y Florida Norte (9,361,000N-823,500E). Todos ellos fueron abastecidos mediante línea larga desde helicóptero, debido a las dificultades topográficas del terreno. Solo en Florida norte se pudo limpiar una cima para establecer un helipuerto y poder desplazar al personal profesional y de apoyo.

En general, el acceso es difícil por la configuración muy accidentada del terreno y el clima característico de selva alta con altas precipitaciones pluviales y densa vegetación lo que hizo necesaria la apertura de trochas para llegar a las quebradas y afloramientos existentes.



Foto 1. Vista panorámica del poblado de Yambrasbamba (mirando al Sur), localidad mas cercana al Prospecto Cristal. Además al fondo se observa el poblado de Buenos Aires, desarrollado sobre la carretera marginal.



Foto 2. Vista del Campamento Cristal (Mirando hacia el Sur), a la derecha se encuentra el Río Cristal.

1.2 GEOGRAFIA

El área presenta una morfología con relieves suaves y fuerte pendiente, sus cotas varían entre 1,700 y 3,000 m.s.n.m., las zonas más elevadas corresponden a los cerros El Arenal y El Oso, ubicados al Suroeste y Oeste de Cristal respectivamente, mientras que las zonas más bajas corresponden a los valles de los ríos Cristal y San José, los mismos que constituyen los agentes erosivos mayores en la zona, y que conforman la red hidrográfica principal desembocando en el Río Imasa.

El clima es húmedo con abundantes lluvias entre los meses de noviembre a abril, y seco entre los meses de mayo y octubre con esporádicas precipitaciones pluviales, la precipitación pluvial anual varía de 1800 a 2000 mm. La temperatura fluctúa según las variaciones topográficas, variando estas entre 10 y 30 °C.

La vegetación, característica de zonas de ceja de selva alta, es abundante inclusive en las zonas de fuerte pendiente, generalmente es abundante sobre rocas calcáreas (Grupo Pucará) y muy pobres, a manera de cerros pelados, sobre rocas detríticas cuarzosas (Grupo Goyllarisquizga).

La zona es importante como reserva de recursos de madera tales como el cedro, el cual actualmente es explotado a pequeña escala por madereros informales. La zona es despoblada y con pocas vías de acceso, los pocos caseríos existentes están muy dispersos en toda la zona y son ocupados por agricultores y ganaderos en temporadas favorables. La fauna silvestre la conforman animales silvestres tales como la chosca, majas, achuna, gallito de las rocas, oso negro y venado entre los principales, los que son objeto de caza por los lugareños de la zona.

1.3 TRABAJOS ANTERIORES

El distrito minero de Bongará, es conocido desde los años 70, por la ocurrencia de mineralización de óxidos de Zn en las zonas de Mina Grande y Mina Chica, e indicios de mineralización de sulfuros de Zn – Pb en la Zona de Cristal.

La mayoría de los trabajos geológicos fueron realizados en la zona de Mina Grande y Mina Chica, por Compañías Mineras tales como Noranda , Watts-Griffits-McQuat Ltd.

(WGM), Minera los Tapados y Cominco, las que realizaron trabajos de cartografiado geológico, muestreo geoquímico (suelos, stream sediment) muestreo de calicatas (hasta 35 m. de profundidad) y perforación diamantina, producto de estos trabajos fue descubierto por Minera los Tapados, el yacimiento tipo MVT de Cañón Florida con mineralización de Zn-Pb, posteriormente complementados con perforación diamantina por Cominco y Pasminco; y en la actualidad en etapa de confirmación de reservas por Votorantin Minerais.

Desde el año 2007, la Compañía Minera Hochschild (Cementos Pacasmayo SAA) viene explotando óxidos de Zinc en las zonas denominadas Mina Grande y Mina Chica, cabe mencionar que luego de la crisis mundial en Octubre 2008 y la consecuente baja de precio de los metales base, las labores en estas áreas han sido paralizadas hasta la actualidad.

Los mayores trabajos realizados en la Zona del Prospecto Cristal fueron hechos por Minera los Tapados, Cominco y Anglo Peruana, ejecutando trabajos de exploración local y distrital, tales como muestreo de rocas y suelos que pueden ser advertidos aun en campo. Asimismo, a inicios del mes de setiembre de 1998, Cominco realiza 591.25 m. de perforación diamantina correspondiente a 5 sondajes perforados por Bradley MDH SA., los que fueron ejecutados en las zonas de Anita, Marita, Lupita, Yolanda y Charlita Norte.

En abril del 2004, Anglo Peruana inicia trabajos de reconocimiento geológico del Proyecto Charlotte Bongará y Prospecto Cristal, posteriormente a solicitud de la Compañía Pilar del Amazonas, se decide continuar con las exploraciones y realizar trabajos mas detallados, tales como cartografiado geológico a escala 1:2,000, además cartografiado geológico y muestreo de stream sediment distrital a escala 1:25,000, trabajos realizados a inicios del mes de julio y culminados a fines del mes de setiembre 2004. La importancia de los Yacimientos actualmente explorados en la zona se explica en la Figura 04.

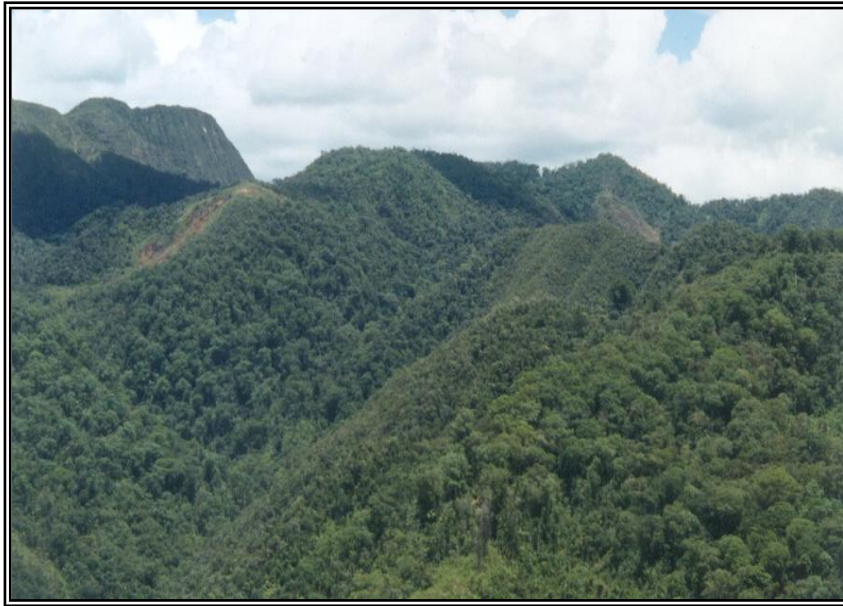


Foto 3 y Foto 4. La foto Superior muestra en el año 2004 el entonces Proyecto Mina Grande-Mina Chica, la foto Inferior nos permite visualizar la fase actual de explotación en el área mencionada propiedad de Hochschild Mining.



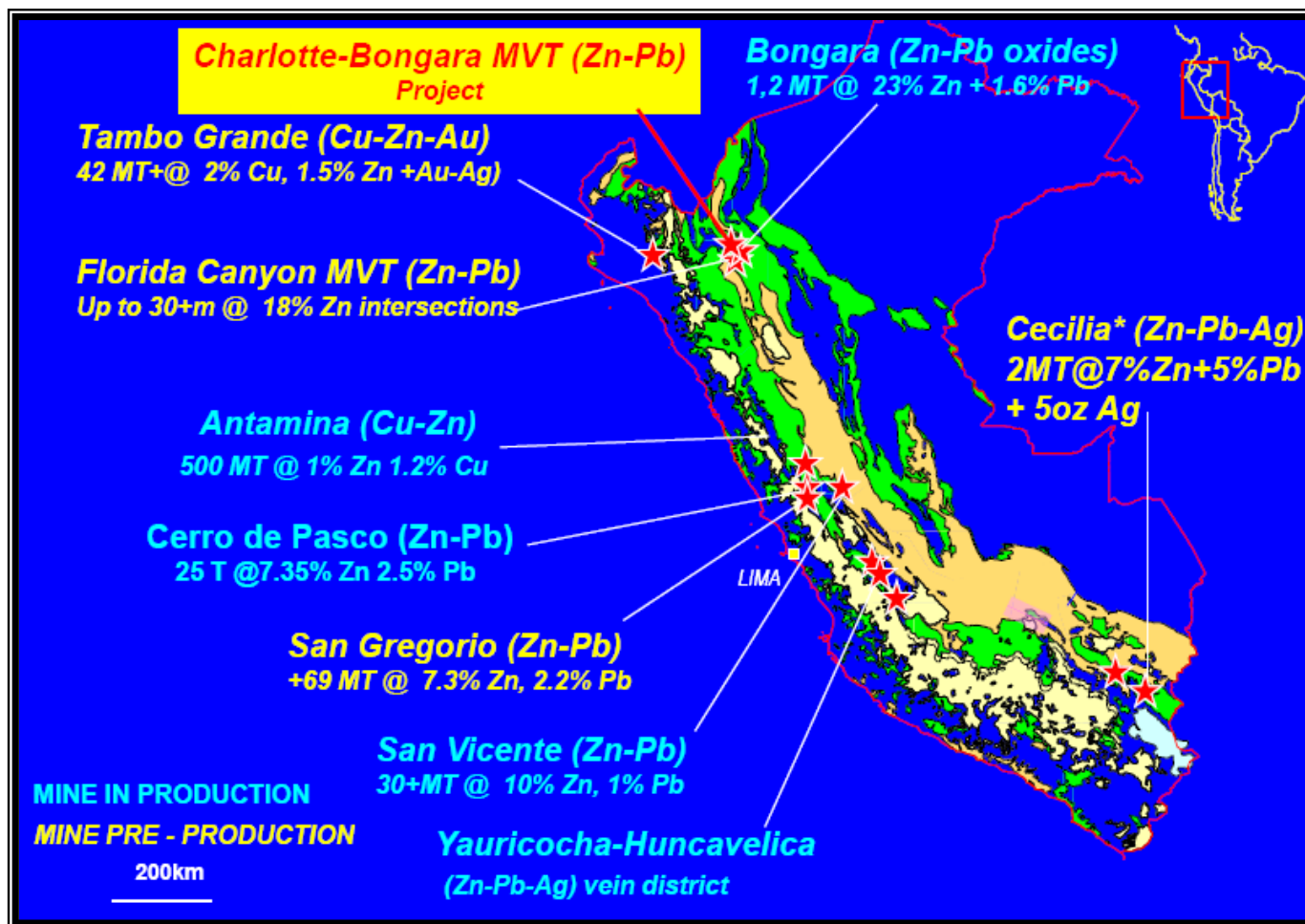


FIGURA 03. Depósitos y Proyectos de Zn de Clase Mundial en el Perú.

1.4 OBJETIVOS DE LA EXPLORACIÓN

Básicamente los objetivos principales fueron, primero corroborar la existencia de zonas mineralizadas dentro del proyecto, seguido de la búsqueda de nuevos targets que sirvan al final para la debida planificación de la posterior etapa de perforación.

A continuación se resumen los objetivos y trabajos realizados en cada zona.

PROSPECTO CRISTAL

Objetivos

- Definir el ambiente geológico.
- Definir la estratigrafía local.
- Definir los controles estructurales.
- Definir los tipos de alteraciones hidrotermales.
- Definir los tipos y formas de mineralización.
- Definir áreas potenciales conocidas y nuevas zonas mineralizadas.
- Definir el modelo geológico del yacimiento Cristal.
- Definir blancos a perforar dentro del yacimiento.

Trabajos realizados

- Cartografiado geológico superficial a escala 1:2,000.
- Muestreo de suelos en líneas Este-Oeste.
- Revisión y mapeo a detalle de las zonas mineralizadas más importantes (antiguas y recientemente descubiertas).

1.5 METODOLOGIA DE TRABAJO

- Muestreo de suelos (Horizonte B-ver Foto 5) en Líneas Este Oeste:
 - ✓ Fase inicial, dichas líneas estuvieron separadas cada 200 metros y las muestras obtenidas 100 metros entre sí (50 metros en afloramientos ya conocidos y verificados)

✓ Fases posteriores, se ajustó la separación entre las líneas a 100 metros y se ajustó el muestreo en afloramientos descubiertos recientemente ; las líneas tuvieron una amplitud de aproximadamente 2.5 Km y abarcaron toda el área entre los campamentos principales Cristal y Charlita (ver Figura 05)

- Mapeo a escala 1:2000 de las líneas muestreadas, verificando además la intensidad de la alteración dolomítica en la zona del prospecto.
- Mapeo 1:500 de las zonas mineralizadas más importantes dentro del prospecto (afloramientos ya conocidos así como afloramientos recientemente descubiertos).
- Mapeo, muestreo de suelos, sedimentos de quebradas y de roca de targets alejados denominados Florida Norte y Los Baguas (Alto Cristal).
- Interpretación y Conclusiones

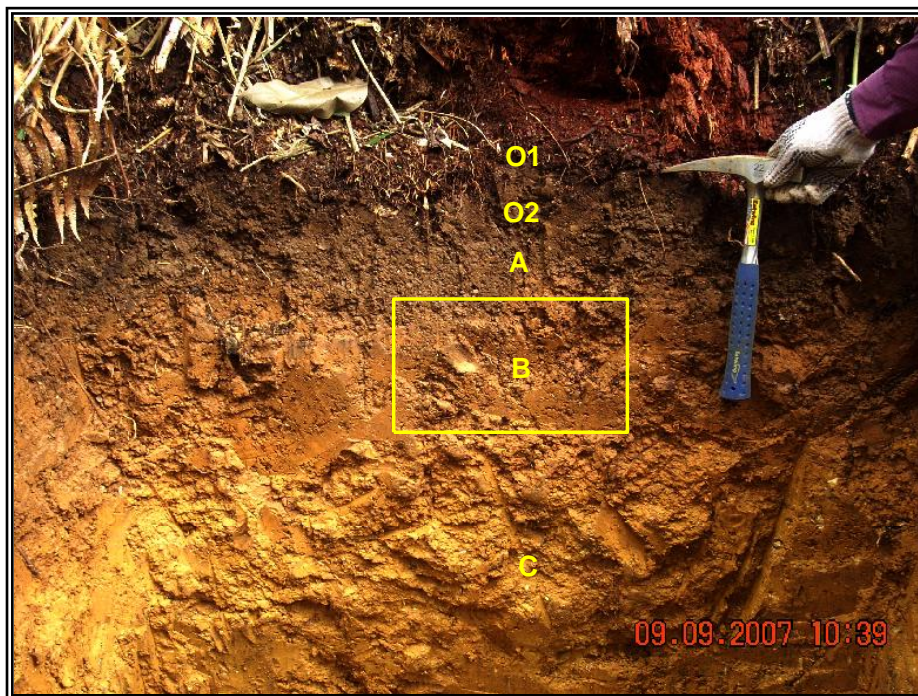


Foto 5. Horizontes de Suelos en el área de Cristal.

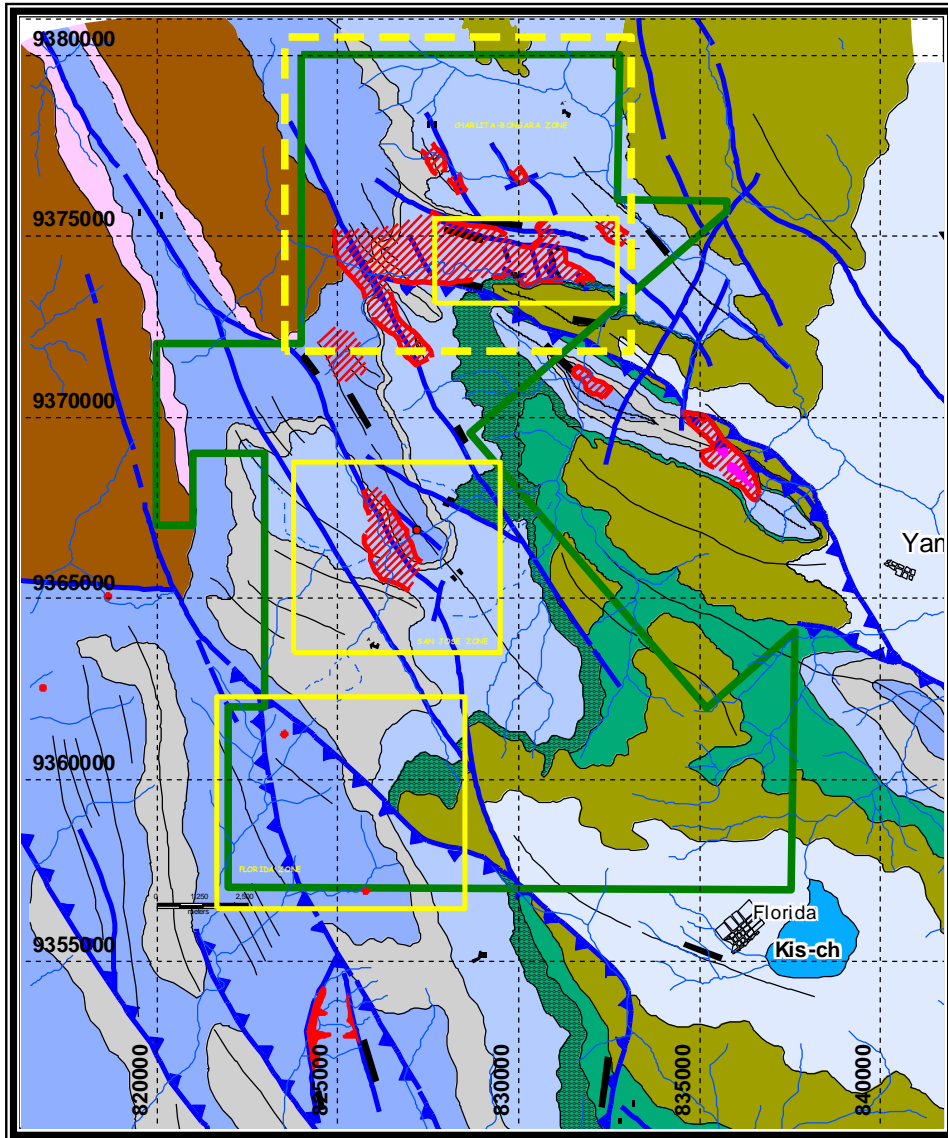
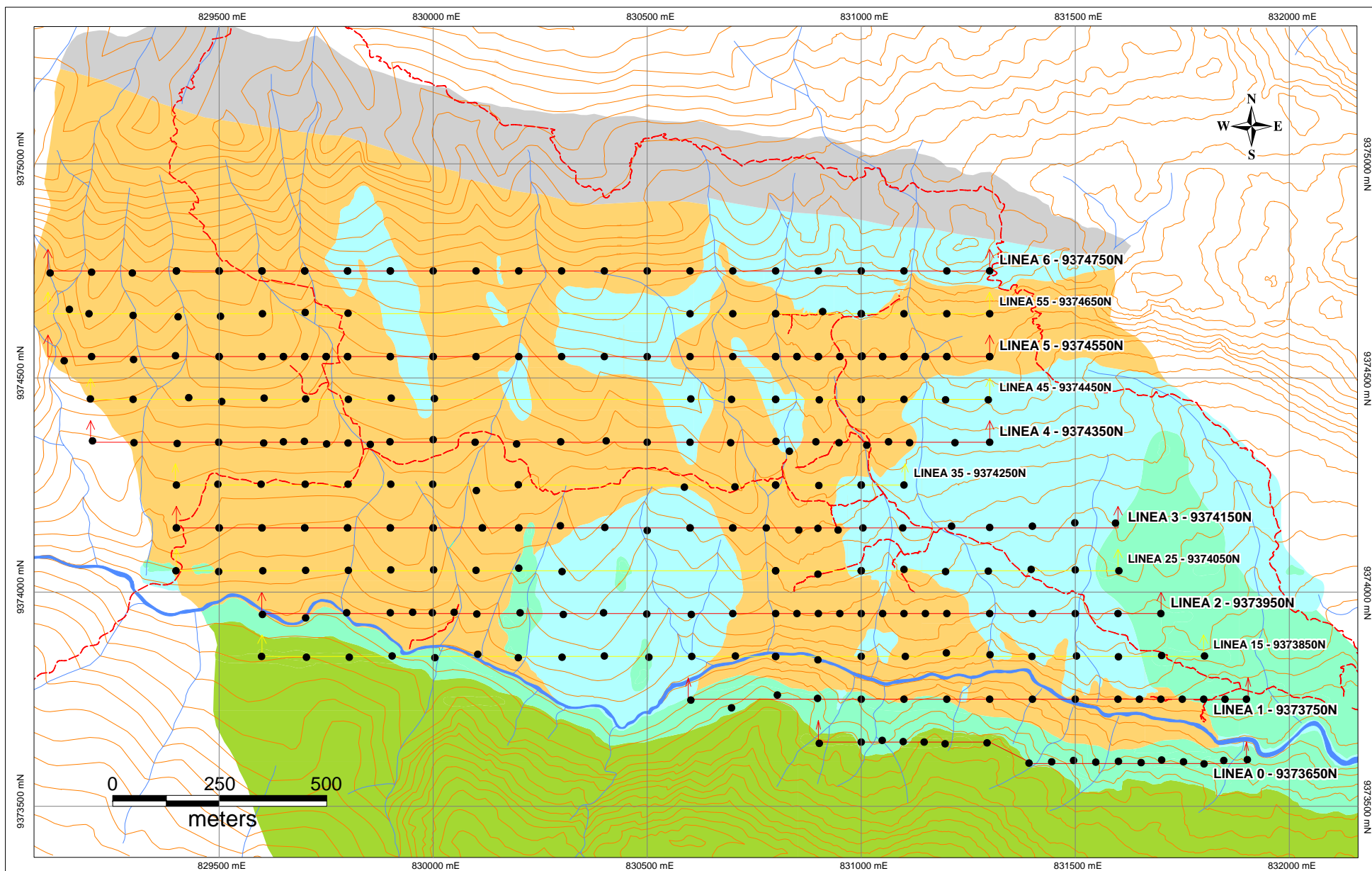


FIGURA 04. Área Prospectiva-Charlotte Bongará (achurado en rojo: fajas dolomíticas)



LEYENDA

- | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------------|--|--|------------------|
| Goyllarisquisga Fm. | Condorsinga Fm. | Rio Cristal | Curva de nivel (equidistancia a 25 m.) | Línea principal de muestreo de suelos | Muestra de Suelo |
| Sarayaquillo Fm. | Aramachay Fm. | Quebrada | Trocha | Línea secundaria de muestreo de suelos | |

LINEAS DE MUESTREO DE SUELOS	
Proyecto Charlotte-Bongará	
Diciembre 2009	
FIGURA 05	

FIGURA 05. Distribución de las Líneas de Muestreo de Suelos

2 GEOLOGIA REGIONAL Y EVOLUCION GEOLOGICA

El marco geológico regional y la evolución Geológica de la zona se muestran en la Fig. 6 y figuras descritas adicionales (1-7) respectivamente, todas dirigidas a mostrar las variantes estratigráficas y estructurales entre las zonas de Cañón Florida y Cristal-Mina Grande.

El substrato pre-andino está conformado por rocas metamórficas del Complejo Marañón (Pc), consistentes en esquistos micáceos gris verdosos a grises fuertemente plegados, este complejo conforma regionalmente el geoanticlinal de Marañón de tendencia NW–SE con cambios localizados a N-S, y que se encuentran aflorando al Oeste de Cristal.

La distribución paleogeográfica de este substrato así como los movimientos de paleofallas NS y NW-SE (Fig. 6) condicionaron la evolución de las facies sedimentarias Permo-Cretácicas en ambientes de grabens (cuenca pull-apart Pomacocha) y horst (alto de Florida), posteriormente acompañada de episodios de subsidencia (tectónica distensiva), los relieves metamórficos así formados y afectados por etapas erosivas dan lugar a la deposición de facies molásicas rojizas del Grupo Mitu (Ps-m), constituídas de areniscas, limo arcillitas y conglomerados polimícticos con clastos de areniscas, volcánicos y metamórficos, los cuales afloran al sur de Cañón Florida en el corte del Río Utcubamba y al suroeste de Cristal por la Qda. Naranjitos, (información verbal por geólogos de INGEMMET), así pues gran cantidad de bloques de areniscas y conglomerados se encuentran al Oeste del Río Cristal (Los Baguas-Alto Cristal).

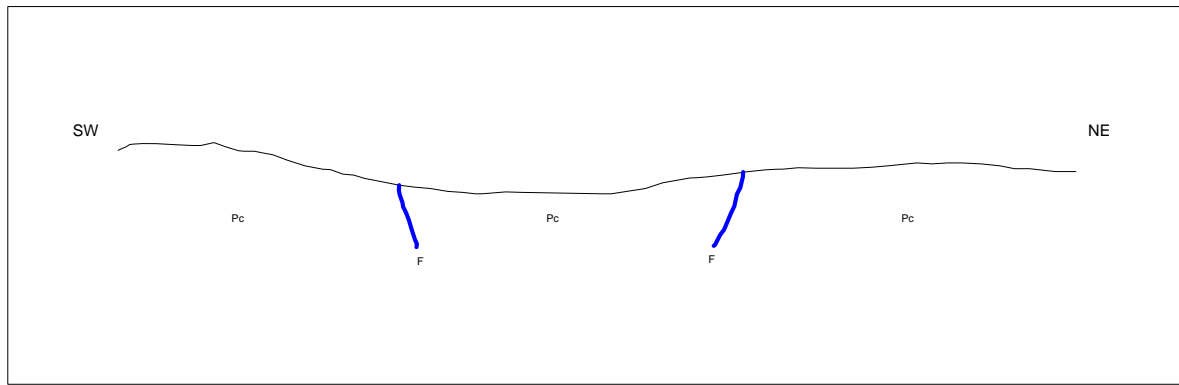
Durante el Mesozoico se desarrolla el ciclo andino, iniciándose la depositación de sedimentos marinos en una cuenca geosinclinal y localmente sobre cuenca tipo pull-apart (Pomacocha), durante episodios de transgresión marina del Grupo Pucará (TrsJi-pu), conformado por calizas grises mudstone pseudomorficas y calizas chérticas, distinguiéndose entre ellas facies de alta energía de ambiente somero, compuestas de dolomías grainstone esparíticas, con ocurrencias de mineralización de Zn-Pb en Cañón Florida, estas facies conforman la Fm. Chambará (Trs-ch), la cual aflora principalmente en la zona de Cañón Florida, así mismo afloran como núcleos de anticlinales de dirección NW-SE en el corte del Río San José.

Sobreyacen lutitas negras bituminosas y calizas gris oscuras bituminosas laminadas de estratificación delgada, de la Fm. Aramachay (Ji-a) y finaliza esta secuencia carbonatada con las calizas gris claras mudstone laminadas de estratificación delgada, con niveles de dolomías correspondiente a la Fm. Condorsinga (Ji-c), las que afloran principalmente a lo largo del Río San José y Cristal. Toda esta secuencia carbonatada es afectada por procesos erosivos y kársticos, dando lugar a depósitos de conglomerados calcáreos basales, que denotan un marcado límite erosivo de dirección N-S, gradando a facies de areniscas pardas polimícticas y limolitas verduscas, correspondientes a la Fm. Sarayaquillo (Js-s) por ende se encuentran sobreyaciendo en discordancia erosional a la Fm. Condorsinga.

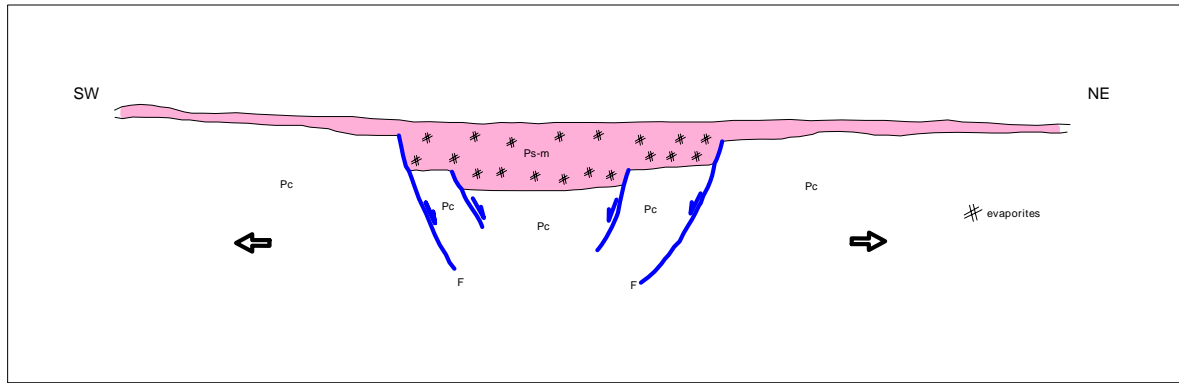
Cubren las formaciones mencionadas anteriormente, secuencias Cretácicas de ambiente continental, de areniscas cuarzosas blanquecinas bien clasificadas, intercaladas localmente por un nivel de lutitas negras - Grupo Goyllarisquizga (Ki-g); posteriormente una nueva transgresión marina permite la sedimentación de calizas margosas y limolitas verduscas denominadas Fm. Chonta (Kis-ch). En el área no se observan unidades post Chonta y Terciarias, ya que estas han sufrido fuerte erosión hasta la actualidad, presentándose como depósitos recientes fluvio-aluviales.

Tectónicas compresivas Terciarias (ciclo Andino) han plegado toda la secuencia sedimentaria en anticlinales, sinclinales y fallas regionales tipo inversas con vergencia al SW (Falla Chiriaco) en la zona de Cristal y fallas inversas con vergencia al NE (Falla Barro Negro) en la zona de Florida, y fallas normales y de rumbo de dirección preferencial NW-SE, donde secuencias Triásico-Jurásico sobreescurren a secuencias del Cretácico, como se muestra en la Sección Esquemática Regional de la Fig. 7.

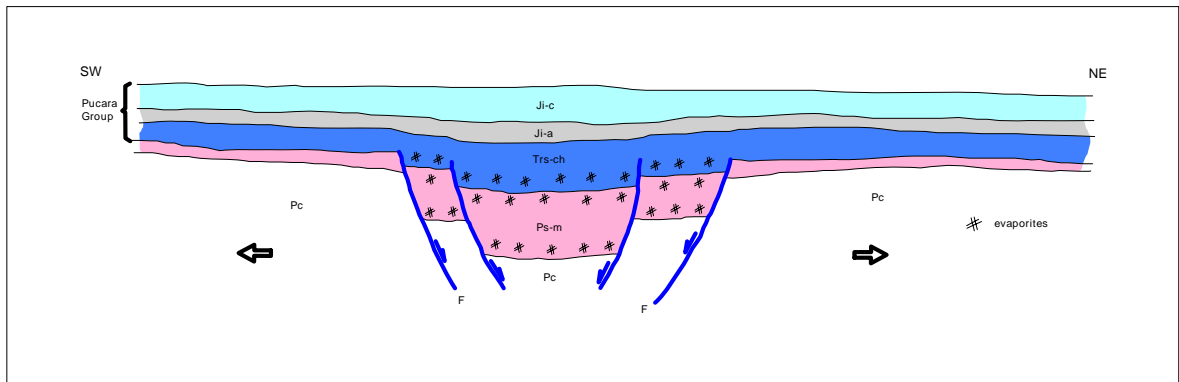
1) Superficie erosionada del Basamento Precambriano pre Grupo Mitu.



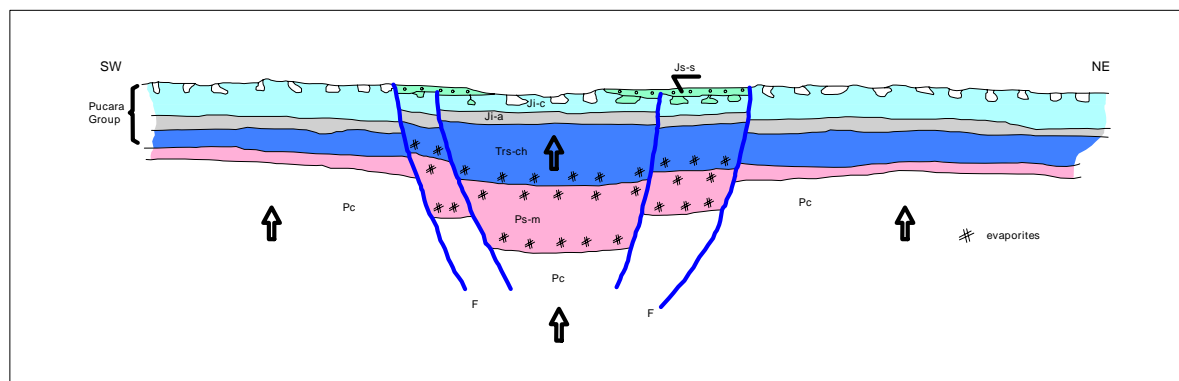
2) Reactivación de Fallas principales de Basamento de dirección N-S y 120° bajo un regimen estructural extensional que conllevó a la apertura de un rift de dirección N-S localizado en la cuenca pull-apart Pomacocha. Capas rojas continentales del Grupo Mitu con evaporitas, incluyendo barita, fueron depositadas en el rift y en los depocentros de cuenca, y parcialmente sobrepasaron los "altos" estructurales adyacentes.



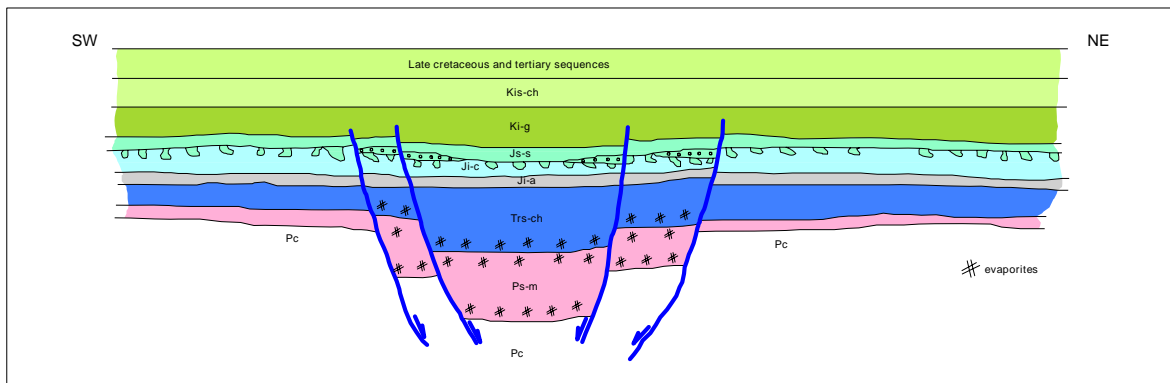
3) Transgresión marina del Triásico tardío. Carbonatos del Grupo Pucara temprano (Fm. Chamará) probablemente engrosándose dentro de cuencas y rifts pre-establecidos con evaporitas cercanas a la base. Sedimentos del Púcara tardío pudieron haberse acumulado sobre una plataforma carbonatada con inestabilidad tectónica reducida.



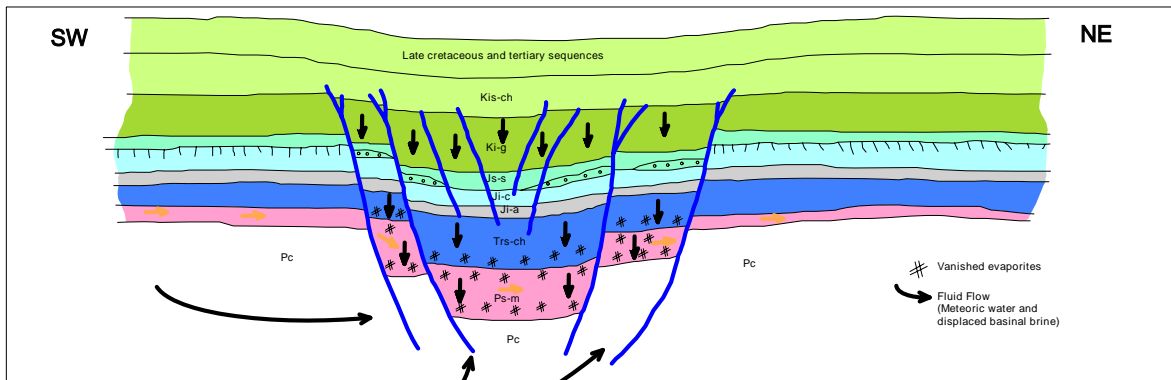
4) Levantamiento regional, erosión y karstificación de la parte superior de la Fm. Condorsinga (Grupo Pucara Superior) Bloques de calizas conglomerádicas de la Fm. Corontachaca (base de la Fm. Sarayaquillo) acumulados sobre abanicos coluviales y aluviales vertidos lejos de escarpas de fallas reactivadas.



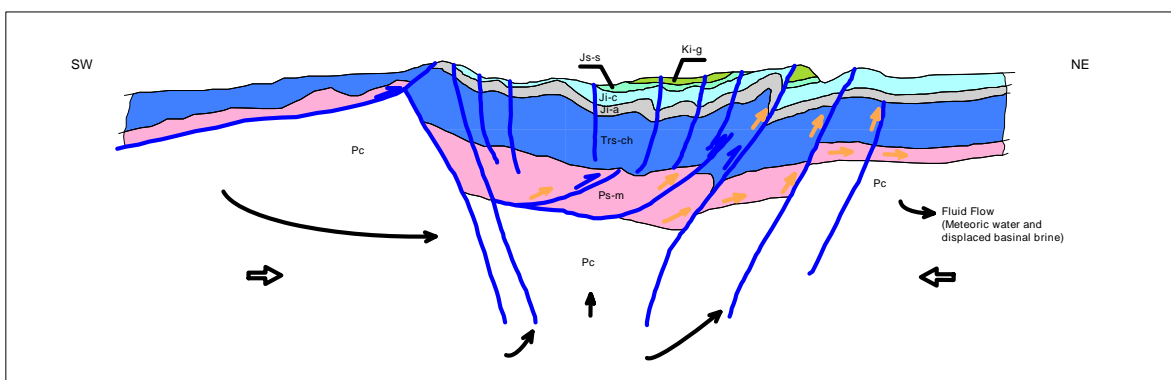
- 5) Continua una reanudación de la subsidencia, capas rojas continentales de la Fm. Sarayaquillo son sobreyacidas por areniscas fluviales y de mares poco profundos (delta) del grupo Goyllarisquizga en el Cretáceo medio. La subsecuente mayor transgresión marina marcaron la acumulación de calizas, margas y limolitas de la Fm. Chonta seguidas del retorno de una sedimentación continental principal del Cretáceo Tardío y Terciario (Molasas)



- 6) El Progresivo levantamiento de la cadena montañosa Andina al Oeste durante el Terciario Tardío, produjo un gradiente hidráulico (y consecuente flujo de fluidos) desde el Oeste hacia el Este. Es probablemente durante este periodo que la halita y otras capas de evaporitas del Mitu y posterior base del Pucara dentro de la Cuenca Pomacocha Pull-Apart experimentaron disolución; el colapso de estratigrafía sobreyacente debido a desaparición de evaporitas se cree que dió como resultado el set concentrico de fallas en anillo que concuerda muy estrechamente con la extensión areal completa de la cuenca original.



- 7) En el Mioceno tardío, SW a NE direccionado, la Fase Quechua 2 y subsecuentes eventos compresivos Andinos indujeron la formación de pliegues asimétricos de vergencia al Nor-Noreste y fallas de empuje sobre Basamento (rift y cuenca sedimentaria) no rígido (disectado) o pliegues de vergencia al Este-Noreste, donde el desprendimiento ocurrió en el horizonte de Sal del Triásico sobre el Basamento no disectado en el sector Sur Oeste. La cuenca Pull-Apart Pomacocha fue sometida a la mayor deformación plegada, y parcial inversión, probablemente ayudada por la transpresión dextral que implicó movimientos N-S a lo largo de fallas de margen de cuenca. Levantamiento regional y erosión de la Zona Sub Andina durante épocas más recientes, han producido la topografía y distribución de afloramientos actuales.



Es muy probable que la dolomitización y mineralización de metales-base en los carbonatos del Pucará en el área de Charlotte Bongará estén relacionados a movimientos masivos de salmueras de cuenca y aguas meteóricas causadas por gradiente hidráulico y tectónicas compresivas, ayudados por un basamento cizallado altamente permiable acuífero, durante los estadios 6 y 7 arriba descritos.

(Según Interpretación Publicada por Anglo Peruana S.A, 2005)

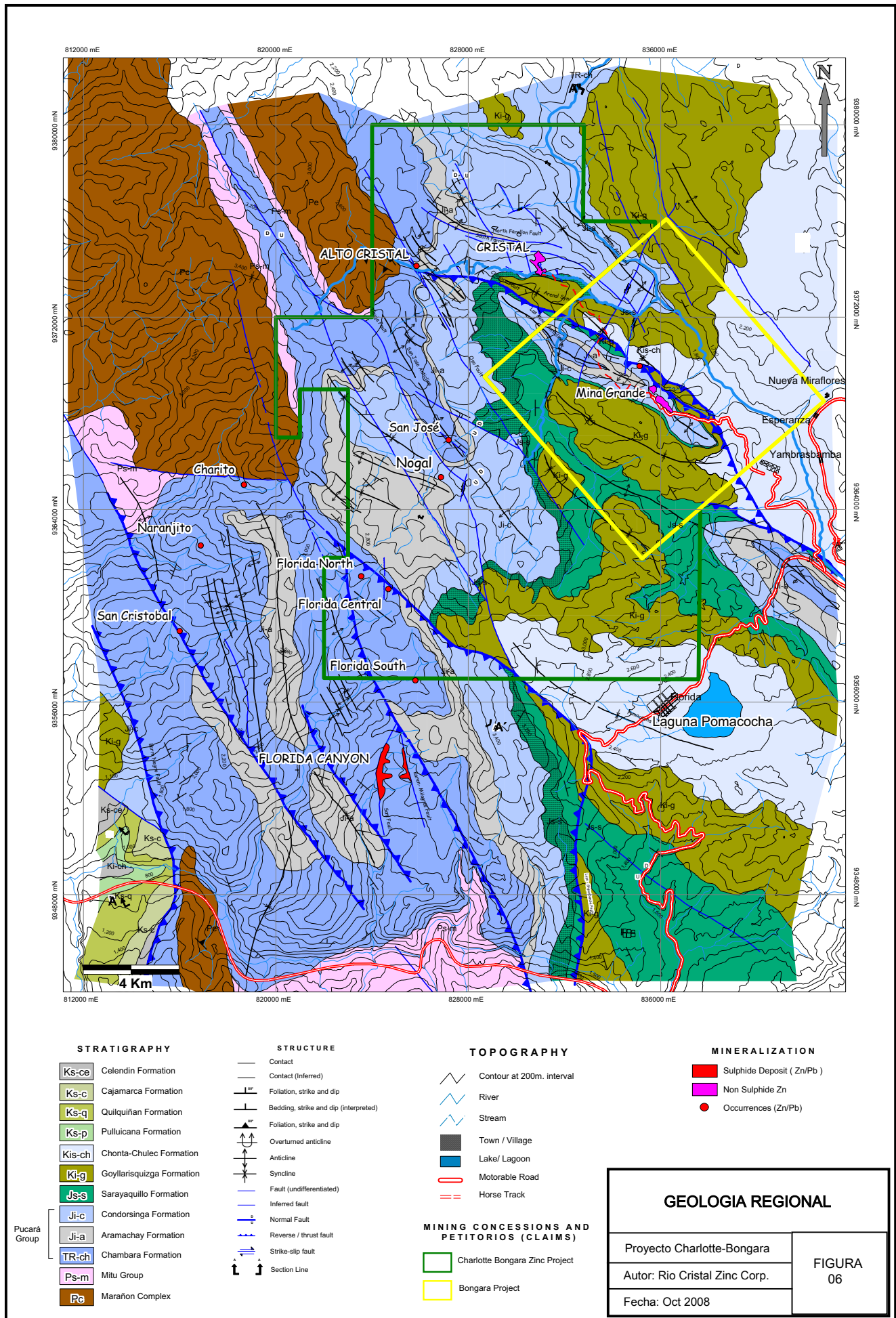
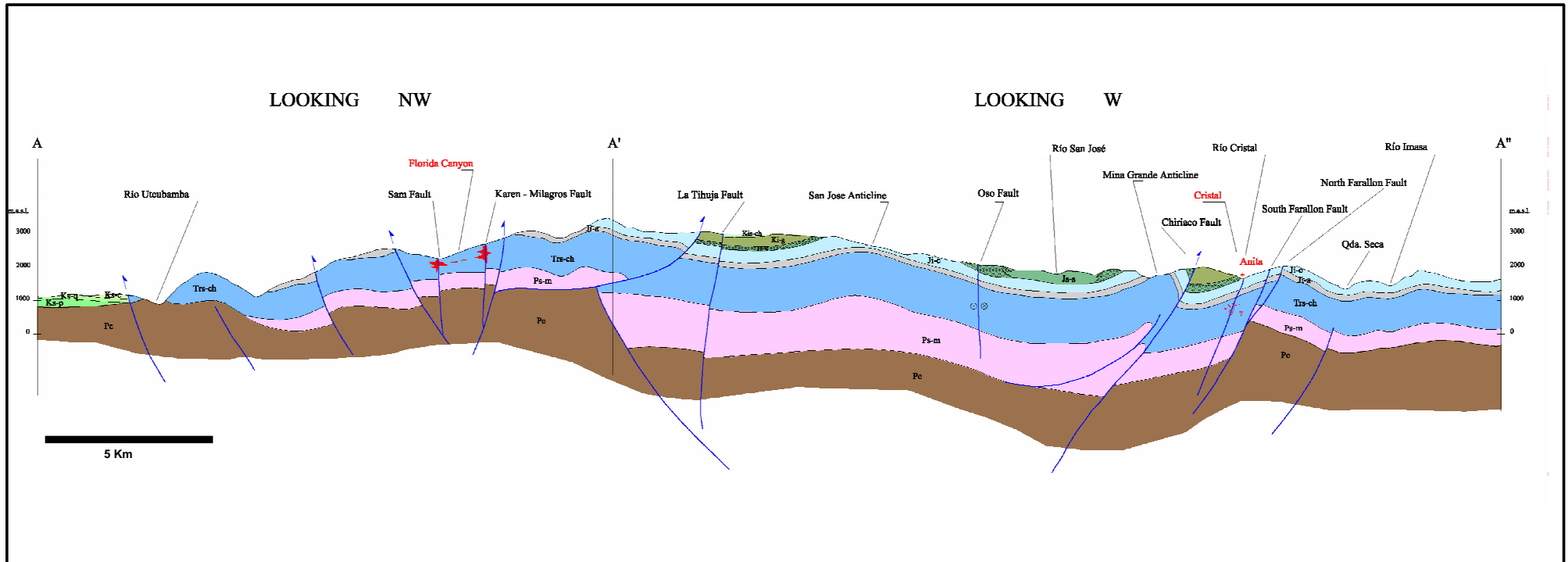


Figura 06. Geología Regional del área de estudio



STRATIGRAPHY

- Cajamarca Fm.
 - Quilquiñan Fm.
 - Pullucana Fm.
 - Chonta Fm.
 - Goyllarisquizga Gp.
 - Sarayaquillo Fm.
 - Condorsinga Fm.
 - Aramachay Fm.
 - Chambara Fm.
 - Mitu Gp.
 - Marañón Complex
- } Pucara Gp.

MINERALIZATION

- Sulphide deposit (Zn, Pb, Fe)
- Oxide deposit (Zn)
- * Sulphide/oxide showing (Zn/Pb)
- Prospective mineralization

SYMBOLS

- Fault
- Strike - slip fault

SECCION GEOLOGICA REGIONAL	
Proyecto Charlotte-Bongará	FIGURA
Autor: Rafael Vera	07

Figura 07. Sección Esquemática Regional con Ubicación de la Mineralización

3 GEOLOGIA DISTRITAL

Los trabajos de mapeo distrital fueron realizados en campañas de campo conjuntamente con el muestreo de suelos, sedimentos de quebrada y roca; así entonces, se reconocieron las zonas de Los Baguas (Alto Cristal), Cristal y Florida Norte.

La geología distrital correspondiente al perímetro del Proyecto Charlotte Bongará se grafica en el mapa geológico de la Fig.6.

3.1. LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica generalizada de la Fig. 8 resume la estratigrafía de la zona, esta comprende rocas metamórficas precambrianas y más de 3500 metros de rocas sedimentarias con un rango cronológico que va desde el Pérmico hasta el Cretácico y que son descritas a continuación.

PRECAMBRIANO

Complejo Marañon

Esta unidad ocurre al oeste de Alto Cristal, morfológicamente esta constituido por terrenos suaves y con intensa cobertura de suelos, los afloramientos constan de esquistos micáceos gris verdosos con fuerte foliación y formando micropliegues y macropliegues; además está cortado por venas de cuarzo. En las cabeceras del río Cristal dentro de los bloques de río se observan granitos rojos lo que implica presencia de intrusivos ácidos paleozoicos.

PERMIANO SUPERIOR

Grupo Mitu

Alrededor del basamento metamórfico afloran en marcada discordancia angular y sin presencia de rocas Paleozoicas las rocas correspondientes al grupo Mitu que están constituidas por areniscas rojizas de grano medio a grueso. En algunos lugares se observa hacia la base un conglomerado polimíctico con fragmentos de esquistos e intrusivos metamórficos de variados tamaños. La matriz es areno micácea, las areniscas son compactas, los estratos y los granos

son decrecientes, hacia los niveles superiores la matriz es algo calcárea y la granulometría es fina a muy fina, el grosor es variable va de 0 hasta 1000 metros aproximadamente manifestado por las relaciones estratigráficas y las características paleogeográficas pre-Mitu que son “rifts” con marcado control estructural.

TRIASICO SUPERIOR – JURASICO INFERIOR

Grupo Pucará

El grupo Pucará muestra amplios afloramientos distribuidos en la zona occidental de la zona de trabajo abarcando casi 70 % del área, se caracteriza por su morfología abrupta principalmente las zonas dolomíticas, se han diferenciado las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga además se han cartografiado las zonas dolomíticas. De otro lado por la naturaleza de las exploraciones MVT se han diferenciado en el Condorsinga 3 unidades litológicas, en el Aramachay 3 unidades litológicas y en el Chambará 3 unidades litológicas. En este capítulo se mencionaran las características regionales de cada unidad y el detalle de las diferentes unidades litológicas se encuentran en los anexos respectivos o en cada proyecto y/o prospecto.

Formación Chambará

Esta unidad aflora en la zona occidental del proyecto en contacto con el Basamento Metamórfico y/o el grupo Mitu, es la unidad inferior del grupo Pucará. En Alto Cristal se ha observado en contacto con el basamento metamórfico y parte en el sondaje CR-06 realizado en Charlita.

Litológicamente consta de calizas y dolomías distribuidas en zonas irregulares controlados por la falla el Oso, la morfología es abrupta y con abundantes árboles y suelo vegetal que contrasta con el basamento metamórfico.

Se han diferenciado los tres niveles litológicos reportados por Cominco y denominados: Chambará 1, 2 y 3. El Chambará 1 consta en la base de calizas grises cherticas, la parte intermedia por calizas finas a medias masivas en bancos gruesos, de textura micritica a biomicrita y los niveles superiores son de calizas grises medio a fino. El Chambará 2 es de naturaleza bioclástica con

abundantes fósiles por lo que es unidad guía, altamente porosa y permeable favorable para la mineralización MVT; consta de varios niveles de “floatstone” a “rudstone” predominando los niveles de “packstone”.

El Chambará 3 está representado por calizas cherticas a la base con nódulos de chert negro fino de dos a tres centímetros, dimensiones que resaltan por su dureza. La parte superior consta de calizas “wackestone” a “packstone” con pelets e intraclastos, que a su vez es algo fosilífera. El grosor de la formación Chambará en Cristal se estima en 1,100 metros.

En sectores de Alto cristal toda la secuencia fue dolomitizada de acuerdo al control, bien sea estructural o estratigráfico predominando el estructural (falla “el Oso”) mientras que en el sondaje CR-06 el control de dolomitización es estratigráfico, generalmente conservando la granulometría original pero por tramos observándose incremento en la granulometría asociada a venas y/o venillas de WSD.

Formación Aramachay

Esta unidad muestra varios afloramientos pero por su naturaleza litológica está plegada. Sin embargo, en los sondajes realizados en Cristal (CR- 01 y CR-06) se han logrado diferenciar y precisar tres unidades, reforzado por el hallazgo fosilífero en base a lo cual se ha diferenciado las siguientes tres unidades.

La unidad superior Aramachay 3, consta de calizas monótonas mudstone a limolitas negras laminadas bituminosas con abundantes granos de cuarzo de tamaño de limo.

La unidad intermedia Aramachay 2 está caracterizada por la presencia de varios niveles delgados de yeso paralelos a las capas hoy constituido por calcita blanca pseudomórfica de yeso además las calizas gradan de “mudstone” a “wackestone” y la laminación es definida.

La unidad inferior Aramachay 1 se caracteriza por la presencia de varios niveles paralelos a las capas, de pirita fina masiva con puntos a disseminaciones lenticulares de esfalerita blanca amarillenta. Las calizas van de “mudstone” a “packstone”, predominando las de tipo “wackestone”, y los estratos son algo masivos y de dimensiones métricas, siendo la coloración oscura, de otro lado en

las dos unidades inferiores se ha encontrado abundantes microfósiles de ammonites típicos del Hettangiano (psiloceras) además de bivalvos incluso en los sondajes se ha reportado los citados fósiles. El grosor de esta unidad es mayor de 300 metros.



Foto 6. Vista de un nivel paralelo a las capas de pseudomorfo de yeso.

Formación Condorsinga

Muestra grandes afloramientos ubicados en la parte central del proyecto dichos afloramientos corren en una banda casi norte sur modificado por los pliegues regionales de tendencia andina, morfológicamente forman grandes peñascos que contrastan con las rocas Cretáceas que son de morfología suave.

Litológicamente se han logrado diferenciar 3 unidades y una cuarta basal pero de amplitud local producto de la intensidad de la dolomitización. La unidad inferior consta de calizas media a fina masivas a algo laminadas grises y dolomías medias a gruesas por dolomitización.

La unidad intermedia es dolomía medio a grueso fosilífera por la intensidad de dolomitización va de crackle brecha a brecha incipiente y presencia de WSD. La unidad superior consta de dolomía o caliza media a fina con intercalaciones de doloesparita, por dolomitización el piso es dolomía fina con pseudomorfos y al

techo la roca es de textura laminar. El grosor de esta unidad es de aproximadamente 300 metros.

JURASICO SUPERIOR

Formación Sarayaquillo

Esta unidad aflora de Cristal hacia el sur e incluye al conglomerado Corontachaca como unidad basal ya que constituye un paso gradual de conglomerados hacia areniscas y limolitas en secuencia vertical y lateral. Hacia el oeste el paso es estrato y grano decreciente, morfológicamente los terrenos son suaves y de coloración rojiza.

Litológicamente está constituido por el conglomerado basal (Corontachaca) el cual consta de fragmentos subangulosos de calizas del Pucará, se han reconocido fragmentos tanto del Chambará como del Aramachay y del Condorsinga. La matriz es areno calcárea, pero no se han observado fragmentos dolomíticos, lo que implica que la dolomitización fue posterior la cual sería del Cretáceo superior al Terciario inferior. Hacia los niveles superiores predominan areniscas sucias grises a rojizas e intercalado con limolitas finas rojizas con intercalaciones delgadas de areniscas conglomerádicas. El grosor de esta unidad se estima en 200 metros.

CRETACEO INFERIOR

Formación Goyllarisquizga

Se denomina formación Goyllarisquizga porque no se ha podido diferenciar las unidades que corresponden a este grupo, las relaciones estratigráficas son que cubren en forma discordante e indistintamente tanto al grupo Pucara como a la formación Sarayaquillo y está en contacto normal debajo de las calizas Cretáceas, morfológicamente forma terrenos semiabruptos lo que caracteriza a esta unidad es la ausencia o muy escasa vegetación que contrasta con la vegetación colindante.

Litológicamente está constituido por intercalaciones de areniscas cuarzosas con microconglomerados que engloban fragmentos subangulosos de areniscas de cuarzo. La matriz es arcillosa blanquecina, hacia los niveles superiores las

areniscas cuarzosas muestran estratificación oblicua y a medida que se sube estratigráficamente aparecen niveles de limolitas grises en estratos delgados. El grosor de esta unidad se estima en 500 metros.

Formaciones Chonta-Chúlec

Esta unidad aflora en las inmediaciones de la laguna de Pomacocha y por el pueblo de Yambrasbamba hacia del noreste sus afloramientos muestran morfología suave y el terreno es muy arcilloso.

La litología de esta unidad se caracteriza por su naturaleza calcárea limosa a arcillosa de tonalidades verdosas a grisáceas formando estratos delgados con estratificación paralela laminar.

DEPOSITOS RECIENTES

La cobertura Cuaternaria es de suelos regolitos de variados grosores con variación de tonalidades dominado por el color de la roca caja, de otro lado la formación de suelo vegetal es muy irregular, en muchos lugares el grosor es escaso.

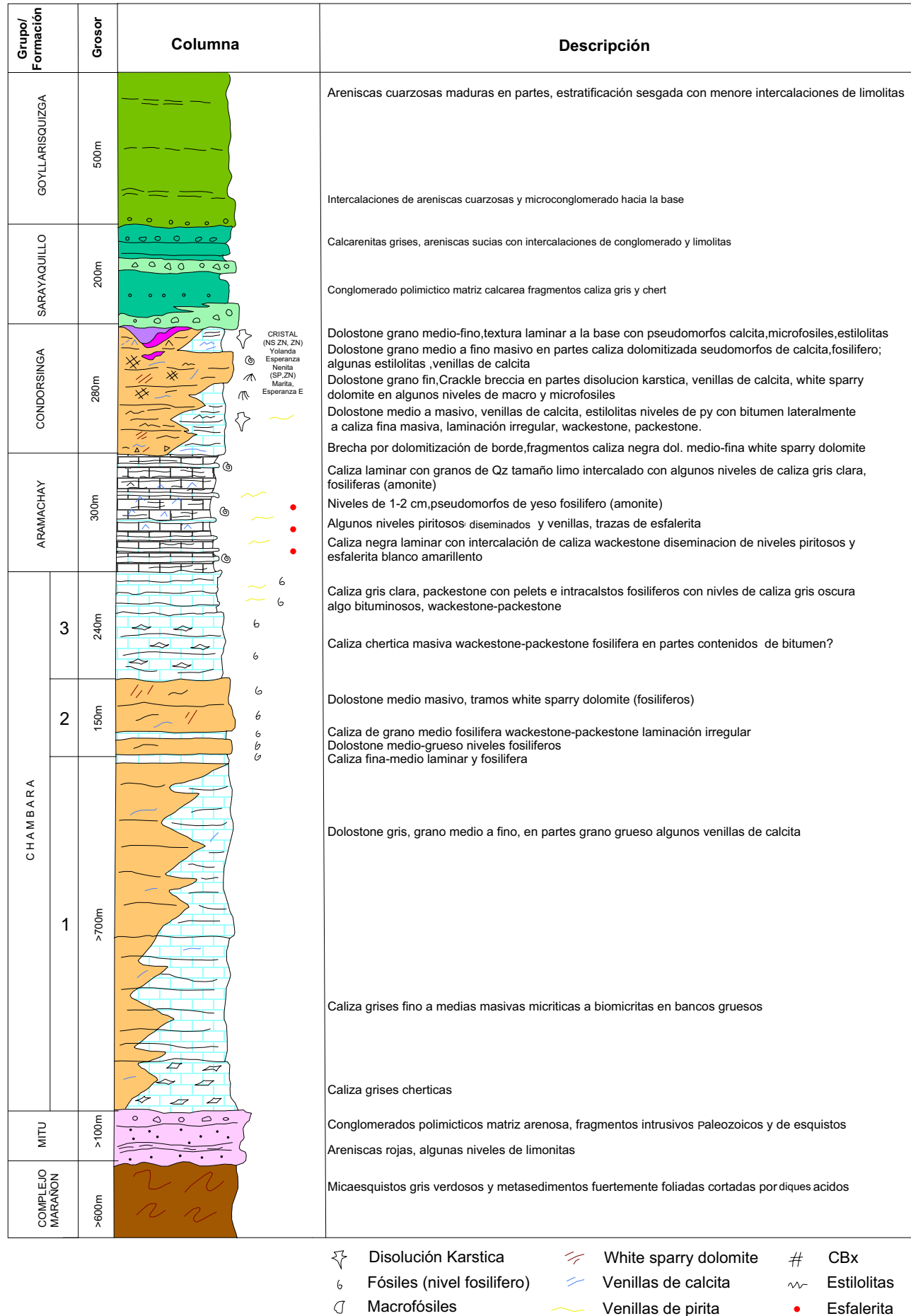


Figura 08. Columna Estratigráfica Cristal- Alto Cristal

3.2 CORRELACION ESTRATIGRAFICA

La figura 9 muestra la correlación estratigráfica entre Cristal y Cañón Florida, donde se destaca que las unidades formacionales: Chambará, Aramachay y Condorsinga han sido diferenciadas. Lo que varía es el grosor y las características de cada unidad litológica así como la definición de límites, lo que indica que hay variación de facies y grosores muy importantes que deben ser uno de los causantes de la distribución de la mineralización MVT lógicamente el otro factor son las estructuras, el grosor total del grupo Pucará se estima en 1700 metros.

El conocimiento paleo estructural y las variaciones de facies de la litoestratigrafía, es uno de los parámetros básicos para identificar zonas de cambios de facies, que podrían conformar “trampas” sedimentarias favorables para la mineralización como ocurre en la Mina San Vicente (trampa de hidrocarburos de azufre reducido).

Así se pueden observar las variaciones laterales y verticales principalmente de las facies carbonatadas del Pucara, las que fueron controlados por variaciones de niveles de bloques estructurales pre Mitu-Pucará, correspondiente a sucesos de distensión con desarrollo de cuenca tipo pull-apart (Fig. 10), así la zona de Cañón Florida corresponde a un bloque rígido de ambiente de plataforma abierta con bloques levantados localmente y la zona del proyecto Charlotte Bongará corresponde a un bloque hundido conformando un ambiente de cuenca tipo pull-apart.

Fm. Chambará: En la zona del proyecto Charlotte Bongará no aflora la secuencia completa, solo se ha reconocido las facies de los niveles superior, la cual es correlacionable en Cañón Florida con el horizonte superior conocido localmente como Chambará 3. Así el nivel de facies de caliza mudstone y niveles chérticos, localmente dolomitizados con indicios de mineralización de Pb (San José), correlacionable con la ocurrencia de mineralización de Pb en Charito y Naranjito reportado por Cominco para la zona de Cañón Florida.

Siguen facies de calizas grises mudstone fosilíferas (*Monotis subcircularis*) reconocidas aguas arriba de la Qda. El Oso, correlacionable con el nivel similar en Cañón Florida. Esta secuencia fosilífera representa un nivel guía que marca la secuencia previa al paso a las facies lutáceas de la Fm. Aramachay.

Cabe mencionar las secuencias inferiores reconocidas en Cañón Florida, conocidas localmente como Chambará 1 (200m.) de calizas mudstone algales y seudomórficas y Chambará 2 (150 a 180m.) secuencia prospectiva de facies gruesas de dolomías gruesas de textura rudstone a floatstone, que albergan la mineralización económica Zn-Pb (estructuras Karen–Milagros y mantos mineralizados), estas secuencias en Charlotte Bongará deben correlacionar con secuencias calcáreas de marcados cambios de facies principalmente en los bordes de cuenca N-S y NW-SE, las que conformarían zonas favorables como trampas estratigráficas.

Así la zona del Prospecto Cristal con indicios de mineralización en niveles superiores, en profundidad constituye un área muy prospectiva, por estar ubicado en el borde Norte de la cuenca pull-apart de Pomacocha, la cual condiciona el desarrollo de cambios de facies rítmicas de finas y gruesas (Chambará 2), favorables como trampas sedimentarias para la mineralización económica.

Fm. Aramachay: Regionalmente las facies de lutitas y calizas negras (típicas) de la Fm. Aramachay se utilizan como nivel guía que permite diferenciar la Fm. Chambará y la Fm. Condorsinga.

En la zona tiene un grosor de 200 metros aproximadamente, este grosor se mantiene constante en las demás columnas, lo que indica un ambiente de sedimentación de colmatación de cuenca.

Fm. Condorsinga: Unidad superior del Grupo Pucará, tiene un comportamiento similar a la Fm. Aramachay, de ambiente de plataforma a borde continental, los mejores afloramientos se observan en el área de Cristal y alrededores como se muestra en la columna de Charlita, de grosor aproximado de 300m., este grosor disminuye al Oeste de Cristal y hacia el Sur en la zona de Cañón Florida (150m).

CRISTAL

FLORIDA CANYON

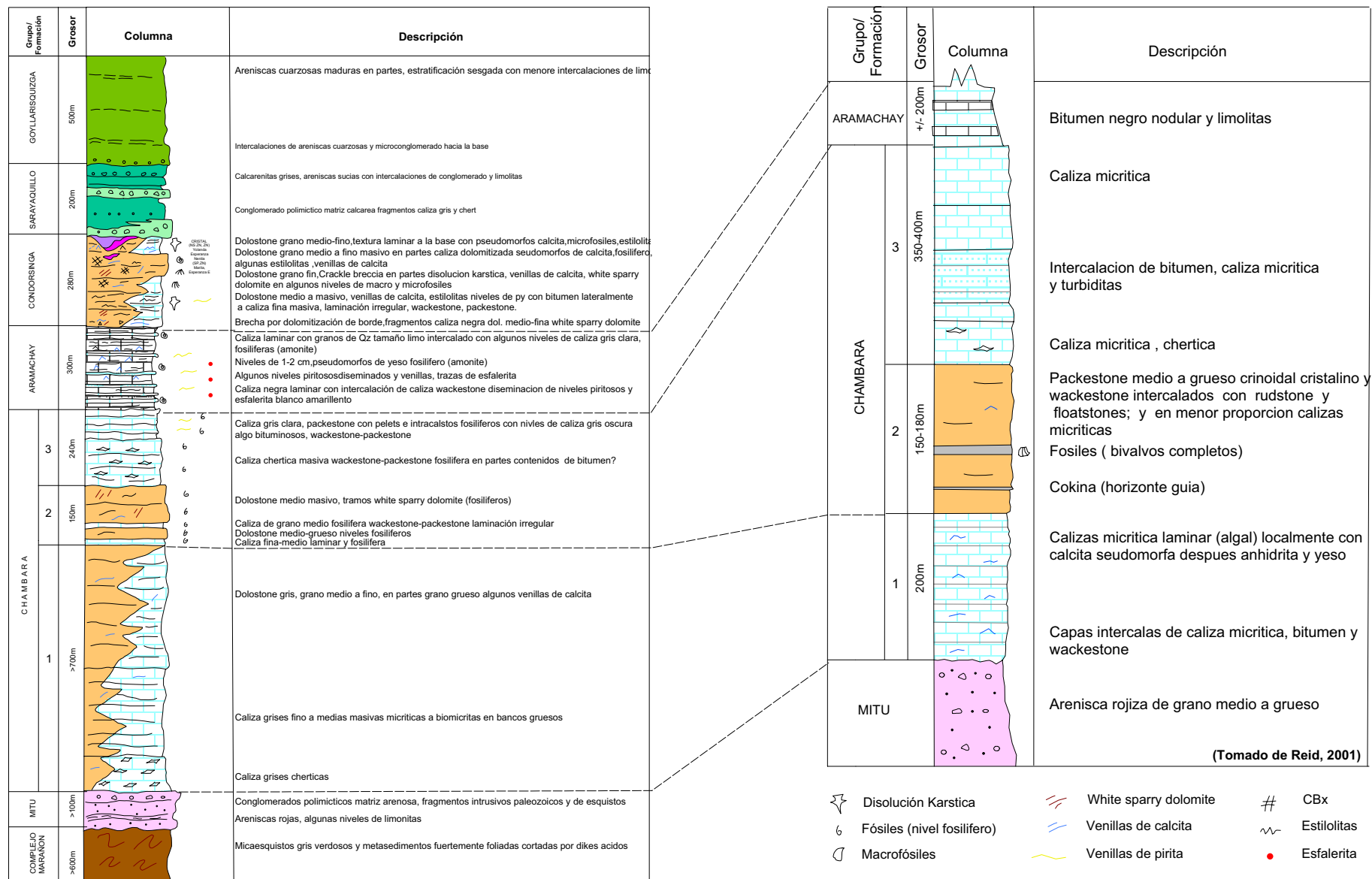


Figura 09. Correlación Estratigráfica entre el Prospecto Cristal y Florida Canyon.

3.3 TECTONICA Y ESTRUCTURAS

El marco tectónico-estructural del área ha sido edificado por el paso de las siguientes fases tectónicas: Finiherciniana, Jura, Nevadiana y Andina las cuales han actuado con diferente intensidad formando las montañas Andinas.

Previo a la acumulación del Mitu, el área ha sufrido fuerte erosión o las rocas del Paleozoico no se han depositado. Pero por evidencias de afloramientos cercanos (sur de Chachapoyas) lo más probable es que la erosión pre Mitu fue muy intensa por acción del evento Jura, ya que se tienen dos afloramientos, uno por Aserradero ubicado al Oeste de Cañón Florida y el otro al oeste de Cristal en la que se observa en contacto directo el basamento metamórfico con las capas rojas del Mitu en marcada discordancia angular.

La acumulación del Mitu se realizó en subcuencas intracontinentales y sistemas de rifts de dirección N-S, con marcado cambio de grosores. Por consideraciones paleogeográficas, estas paleoestructuras ocasionaron la formación de brechas de talud que constituyen huellas de paleofallas activas en la sedimentación, las cuales se reactivaron en el transcurso de la historia tectónica de la zona de Bongará.

Esta paleogeografía continuó y fue la causante de la formación de zonas de alta y baja energía o zonas productivas de arrecifes que permitió la acumulación de varias facies sedimentarias así como la formación de capas guías o marcadores de horizontes principalmente en la formación Chambará en ambientes someros.

Seguidamente en secuencia vertical tenemos fuerte cambio de facies con abundante material bituminoso en ambiente anóxico y niveles de yeso con abundantes macrofósiles (anmonites) marcador del Hettangiano-Sinemuriano lo que viene a constituir la formación Aramachay. Continuando la evolución de la cuenca, se acumularon en ambiente somero las calizas algo fosilíferas de la formación Condorsinga; justo al terminar dicha trasgresión marina, se produce el evento tectónico del Nevadiano que viene a constituir una reactivación de las tectónicas Finiherciniana y/o Jura ya que en posición aparentemente similar se reactivaron estructuras Andinas y producen la formación de la cuenca continental de capas rojas de la formación Sarayaquillo.

Finalmente actuó la tectónica Andina en sus diferentes fases desde el Cretáceo superior hasta el Plioceno siendo la fase incaica la que definió la arquitectura actual de la zona en discusión.

Las estructuras principales son de tendencia andina resaltando las fallas inversas y normales de alto ángulo que actuaron en forma conjugada formando horts y grabens pero algunas de ellas se reactivaron formando estructuras inversas de alto ángulo relacionada a pliegues, Así la expresión estructural se manifiesta además por fallamientos de rumbo, asimismo pliegues tipo anticlinales, anticlinales inversos y sinclinales de dirección preferencial NW-SE. De otro lado, los pliegues se han comportado de acuerdo a la competencia de la roca caja y a su relación con el basamento el cual aparece en forma rígida cerca de rocas estratificadas.

Es notorio, destacar la presencia de fallas y lineamientos Landsat circulares (Fig. 10) conformando la Cuenca Pull Apart Pomacochas, las cuales son un reflejo de estructuras de basamento iniciadas en la sedimentación del Mitu y que deben haber controlado la sedimentación del Chambará ya que en la zona de Cañón Florida se han observado zonas con abundantes fósiles llegando a formas arrecifales o biohermas que deben tener control paleoestructural de basamento y están reflejando de alguna forma la morfología actual, razón por lo cual la Cuenca Pull Apart Pomacocha tiene fuerte control en los relieves modernos que se expresan por las líneas de drenaje y de divisoria de aguas (Fig. 10).

La estructura o zona de inicio de la cuenca Sarayaquillo en la que el borde occidental y basal lo constituye la unidad Corontachaca, aparece conformado por brecha de talud formado por fragmentos de calizas solo del Pucará. Tanto en el Condorsinga como en el Aramachay y en el Chambará no se han observado rocas dolomíticas aun estando muy próximas a dichos afloramientos. Esto implica que la dolomitización fue posterior al evento Jurásico del Sarayaquillo.

Continúan los eventos tectónicos Andinos modelando el paisaje actual y a la vez ocurrieron los principales eventos mineralizantes en los Andes Peruanos y uno de ellos constituye la mineralización MVT de Zn-Pb las cuales siguieron los conductos mineralizantes guiados por las estructuras principales y en el caso particular de los MVT también siguieron los niveles litológicos porosos y permeables ya que los fluidos

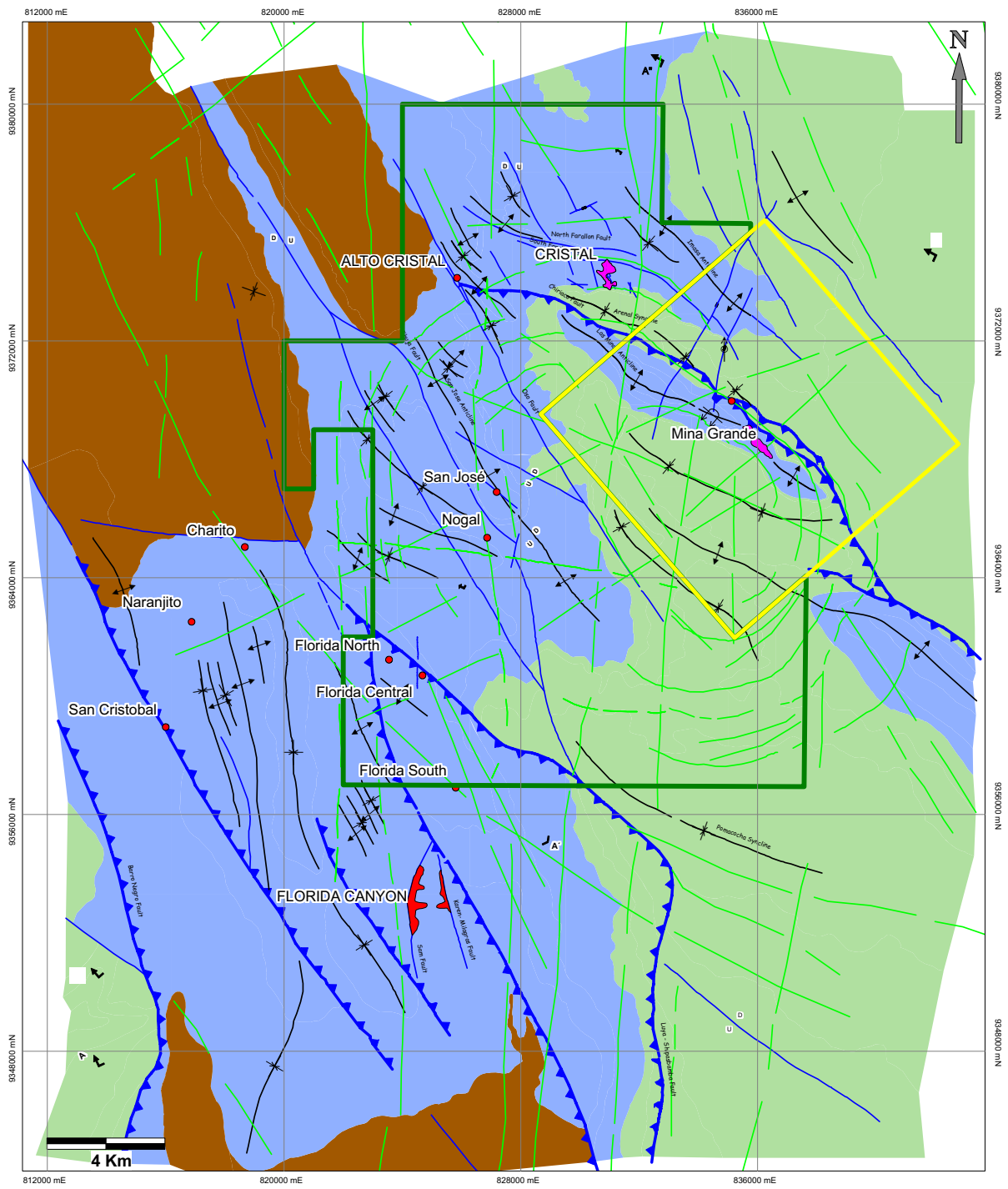
conducidos mediante salmueras circularon hacia las trampas de mineral para generar zonas mineralizadas, las que son materia del presente reporte.



Foto 7. Vista panorámica mirando al Oeste, de la falla inversa Chiriaco, la que pone en contacto a las calizas de la Fm. Condorsinga sobre las areniscas del Gpo. Goyllarisquizga.



Foto 8. Vista mirando hacia el Sureste de la falla Oso y el cerro Oso, a ambos lados afloran dolomicritas a doloeparitas con WSD.



<p>STRUCTURE</p> <ul style="list-style-type: none"> — Contact ⤴ Overturned anticline ⤵ Anticline ⤴ Syncline — Fault (undifferentiated) - - - Inferred fault — Normal Fault — Reverse / thrust fault — Strike-slip fault — Landsat Lineament 	<p>STRATIGRAPHY</p> <ul style="list-style-type: none"> Post Pucara group strata Cretacic-Jurasic Pucara Group Marañon Complex and Mitu Group <p>MINERALIZATION</p> <ul style="list-style-type: none"> Sulphide Deposit (Zn/Pb) Non Sulphide Zn Occurrences (Zn/Pb) 	<p>MINING CONCESSIONS AND PETITORIOS (CLAIMS)</p> <ul style="list-style-type: none"> Charlotte Bongara Zinc Project Bongara Project
--	--	--

MAPA ESTRUCTURAL Y DE LINEAMIENTOS	
Proyecto Charlotte-Bongará	FIGURA 10
Autor: Río Cristal Zinc Corp.	
Octubre 2008	

Figura 10. Mapa Estructural y de Lineamientos Principales

3.4. ALTERACION Y MINERALIZACION

ALTERACION

La alteración principal es la dolomitización, cuya distribución distrital se muestra en el Plano del área prospectiva distrital (Fig. 4). De acuerdo a este gráfico se tienen dos fajas mineralizadas, una de dirección NO que va desde mina grande, continúa por Cristal y se proyecta hacia Alto cristal acompañada por un sobreescurreimiento de alto ángulo, el cual podría ser el “feeder” mineralizante que al interceptar estructuras N-S formó puntos o espacios abiertos que fueron los conductos para el fluido generador de mena; también se tiene otra faja, la cual corre con dirección N-S, que viene desde Cañón Florida, continúa hacia el norte pasando por Florida centro, San José y se proyecta hacia AltoTihuja y Alto Cristal, también esta acompañada de estructuras norte-sur así como de lineamientos regionales.

La alteración mencionada consiste de dolomías gris claras a beige de grano medio “packstone” esparíticas intercaladas con dolomías finas, asociados restringidamente a flujo dolomítico tales como dolomita blanca, dolomita gris, calcita y cuarzo, generalmente presentan una superficie supérgena con patinas de coloración beige y limonitas producto de la oxidación de la pirita. La dolomitización esta localizada en zonas de incidencia tectónica, asociadas a las Fallas Chiriaco, Oso, Tihuja y fallas distensivas de dirección N-S y N30W (Cristal y Qda. Seca).

Estas estructuras han jugado un papel importante como canales (feeders) de fluidos hidrotermales, así esta distribución coincide con los bordes circulares de la cuenca pull-apart de Pomacocha, constituyendo el control estructural principal a nivel distrital. Así pues, La mejor zona con alteración dolomítica la constituye el Prospecto Cristal, donde se encuentran varias zonas mineralizadas asociados a niveles dolomitizados de la Fm. Condorsinga y Sarayaquillo, diferenciándose la dolomitización de mayor distribución sobre horizontes de calizas “wackestone” y “packstone”, y en menor ocurrencia la dolomitización de rellenos (sedimentos calcáreos y carbonatos) de paleo cavernas a dolomías gruesas esparíticas asociadas a flujos de dolomita blanca, dolomita gris, calcita y cuarzo.

Como ya se mencionó, esta dolomitización continúa hacia el Oeste del Río Cristal, en la zona de Cerro Oso, en la cual la dolomitización afecta las calizas de la Fm. Condorsinga,

Aramachay y Chambará con presencia de flujo de dolomita blanca y calcita, las que ocurren como brechas (mineral matrix breccia) en el corte del Río Cristal y venas delgadas de dirección N30°W, incluso formando estructura cebra y pseudo brechas.



Foto 9. (Cerro Oso), dolomías grises packestone con bandas (textura cebra) de dolomita blanca (WSD), bitumen y pirita diseminada.



Foto 10. DDH-CR-06, a 833m. , doloesparita (rudstone) fosilífera con WSD y bitumen en venillas.

MINERALIZACIÓN

La mineralización está asociada a las dos fajas dolomíticas citadas líneas arriba, habiéndose diferenciado dos tipos principales relacionadas al nivel estratigráfico: la primera son de Óxidos-Hidróxidos>Carbonatos que está en relación con la formación Condorsinga y la segunda de Sulfuros relacionada a la formación Chambará, además se tiene la tercera posibilidad relacionada a la formación Aramachay que consta de varios niveles milimétricos y venillas transversales de sulfuros y óxidos de zinc.

A nivel distrital las ocurrencias de mineralización están presentes, por orden de importancia, en el proyecto minero de Mina Grande y Mina Chica y como ocurrencias de mineralización en el Prospecto Cristal y San José.

El ensamble mineralógico es simple, distinguiéndose la esfalerita, galena y pirita, las que ocurren en forma de lentes algo estratiformes, disseminaciones erráticas, rellenos de cavidades y relleno de fracturas, asociados a minerales de ganga como dolomita blanca, dolomita gris, calcita y cuarzo; siendo los niveles de dolomías “grainstone” y “packstone” los más favorables para albergar mineralización polimetálica. Estas características de alteración y mineralización son propias de yacimiento del MVT. Las áreas más importantes se describen a continuación.

Mina Grande y Mina Chica. Es un yacimiento emplazado en las calizas y dolomías de la Fm. Condorsinga con desarrollo de cavidades kársticas, con mineralización secundaria de óxidos de zinc enriquecidas por carbonatos de zinc. La mineralización abarca un área de 1,500m. de largo y 400m. de ancho, con dirección preferencial NW-SE controlado por la falla inversa Chiriaco.

La mineralización consiste de gossan de limonitas, goetita y hematita con horizontes de carbonatos de zinc tales como smithsonita, hemimorfita e hidrozincita, con alguna presencia de bloques de calizas y dolomías. Actualmente la Compañía Minera Hochschild (Compañía Minera Corianta S.A) viene explotando el mencionado yacimiento.

Cristal. La mineralización ocurre emplazada en el nivel medio dolomítico de la Fm. Condorsinga y nivel basal de la Fm. Sarayaquillo, durante los trabajos de mapeo y muestreo se han reidentificado los afloramientos mineralizados ya conocidos tales

como Anita, Erika, Marita, Lupita, Esperanza, Yolanda, Juanita, Charlita, El Aguila y Charlita Norte, y se han descubierto diversos afloramientos entre los que destacan Nenita, Kenita, Natucha, etc.; estos afloramientos están controlados por fracturas de dirección NW-SE y N-S. La mineralización se encuentra en su mayoría diseminada, en lentes estratiformes masivos de escala métrica y como relleno de fracturas a manera de venillas y en cavidades cársticas (paleo-cavernas) reemplazando sedimentos calcáreos y carbonatos.

La mineralización primaria es simple, consiste de sulfuros tales como la esfalerita, galena y pirita, y la mineralización secundaria consta de óxidos de zinc enriquecidos por carbonatos de zinc tales como smithsonita, hidrozincita, hemimorfita y otros.

San José. Emplazada en las calizas grises de la Fm. Chambará, la mineralización esta restringida a relleno de fractura de orientación N50°W de venas de calcita con diseminaciones de galena cristalizada y pirita. Aguas arriba del Río San José, cerca de la casa de Estela se localiza un afloramiento de dolomías de superficie oxidada con reacción débil al zinc zap.

3.5 AREAS PROSPECTIVAS DISTRITALES

Trabajos Anteriores desarrollados por Tapados, Cominco y Anglo Peruana, entre otros, permitieron identificar diversos targets dentro de la concesión, a sólo dos de ellos se tuvo acceso y a continuación se describen los trabajos realizados:

AREA FLORIDA NORTE

El área de Florida Norte, se ubica aproximadamente a 7 Kms al norte de Cañón Florida, en el trend norte-sur. Se tenían referencias de Cominco del "Target" denominado Florida Norte, razón por la cual se programó la fase de reconocimiento y exploración del área citada. Sin embargo, al realizar las interpretaciones de las fotos áreas de la zona se observó un lineamiento-falla Norte-Sur muy marcado por lo que se programa la exploración de dicha área obteniéndose resultados interesantes.

En la zona afloran rocas carbonatadas del Chambará y el Aramachay (figura 11), que se caracterizan por su replegamiento y terrenos muy abruptos. El Chambará consta de

calizas micríticas grises en estratos masivos a compactos, mientras que el Aramachay consta de calizas negras bituminosas laminares con niveles piritosos, en algunas áreas se observan niveles de calcita lenticular pseudomórfica de yeso.

El muestreo de suelos no mostró valores anómalos de interés, pero el muestreo de sedimentos de quebrada dio valores altísimos mayores de 4,000 ppm de zinc, lo cual constituye el valor más alto en la zona para sedimentos de quebrada. Los afloramientos reconocidos no muestran dolomitización, lo cual complicaba la explicación de las anomalías de sedimentos, pero con la geología de campo se determinó la presencia de pequeñas vetillas subverticales con dirección N50°E de óxidos de zinc y esfalerita fina diseminada las cuales están asociadas a los niveles de pirita fina junto con esfalerita fina a blanco amarillenta.

El posible origen de las anomalías estaría asociado a estructuras de escape de cuerpos de zinc ubicados a profundidad en el nivel denominado Chambará 2.



Foto 11. Presencia de ammonites en limoarcillas pardo oscuras pertenecientes a la Formación Aramachay (Florida Norte).

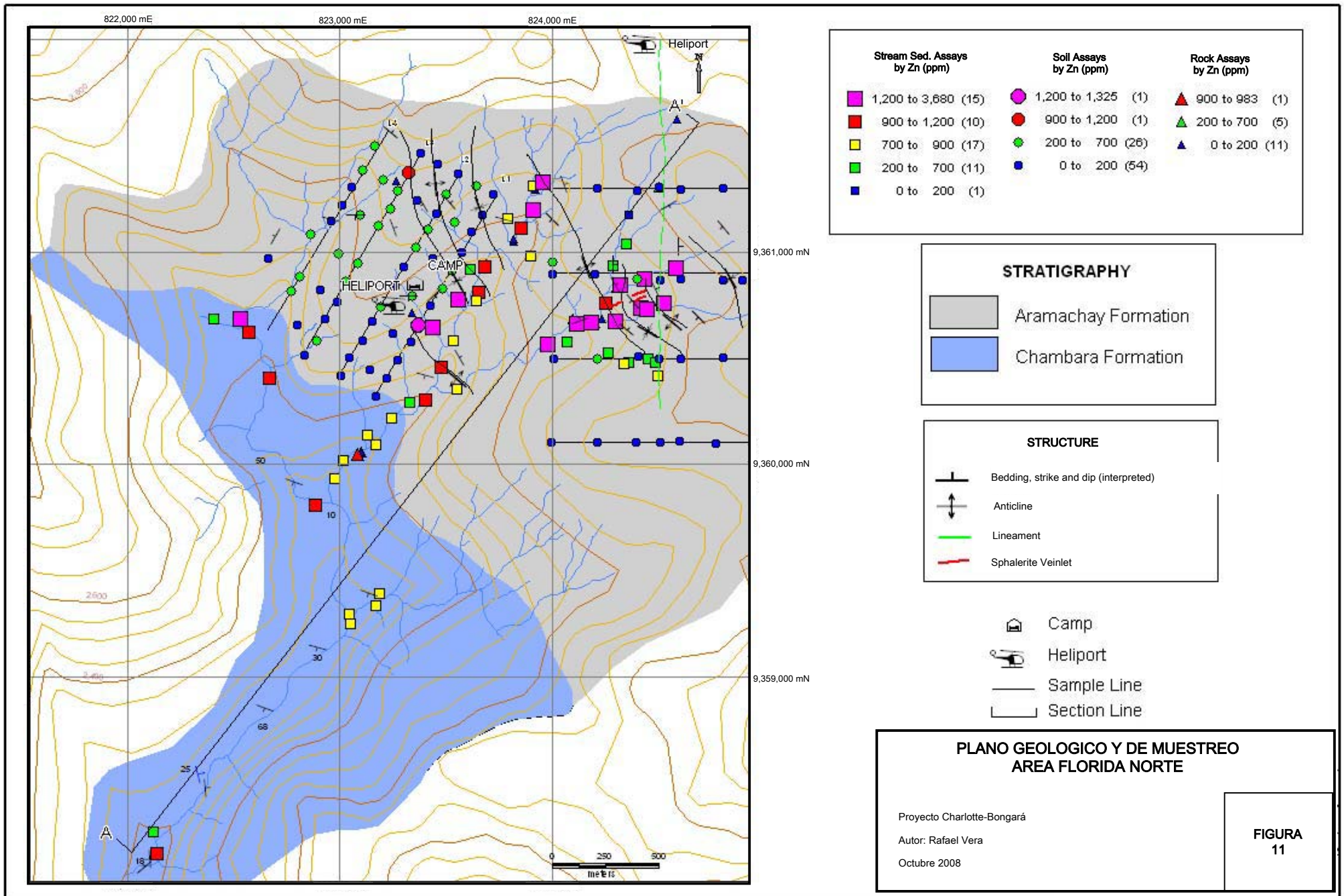


Figura 11. Plano Geológico y de Muestreo del Área Florida Norte

AREA LOS BAGUAS (ALTO CRISTAL)

Este prospecto se ubica a unos 4 Km al Oeste del campamento Cristal y aguas arriba del río del mismo nombre. En el área afloran rocas del basamento metamórfico las cuales son cubiertas en discordancia angular por las rocas carbonatadas del Pucará, aunque se han observado pequeños afloramientos de sedimentos areniscos rojizos del Mitu constituyendo pequeños remanentes. Al sur, aproximadamente a 3kms se observan buenos afloramientos del grupo Mitu.

En el grupo Pucará se han diferenciado las formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga cuya distribución se muestra en la figura 12. De igual forma, también se ha cartografiado la unidad dolomítica que está relacionada a la mineralización de Zn-Pb, la característica de esta unidad es el marcado control estructural en su emplazamiento definido por la falla Oso subvertical de dirección N25°O, ya que a ambos lados de la falla se emplaza la unidad dolomítica con un ancho de 800 a 1000 metros inclusive ha dolomitizado desde el Chambará hasta el Condorsinga que en la vertical alcanza distancia mínima de 1500 metros.

La dolomitización varía de dolomicrita a doloesparita predominando la dolomicrita, por la cobertura e inaccesibilidad se han observado pocos afloramientos de doloesparita con WSD. En cuanto a la geoquímica de suelos y rocas, se tienen valores anómalos pero no todos los resultados han servido para una debida interpretación ya que no se ha podido procesar todas las muestras colectadas. La figura 13, sección geológica Este-Oeste muestra el estilo de dolomitización y se puede apreciar el potencial del área.



Foto 12. Dolomicroesparitas grises con venillas WSD, GSD y textura cebra en Zona de Alto Cristal.

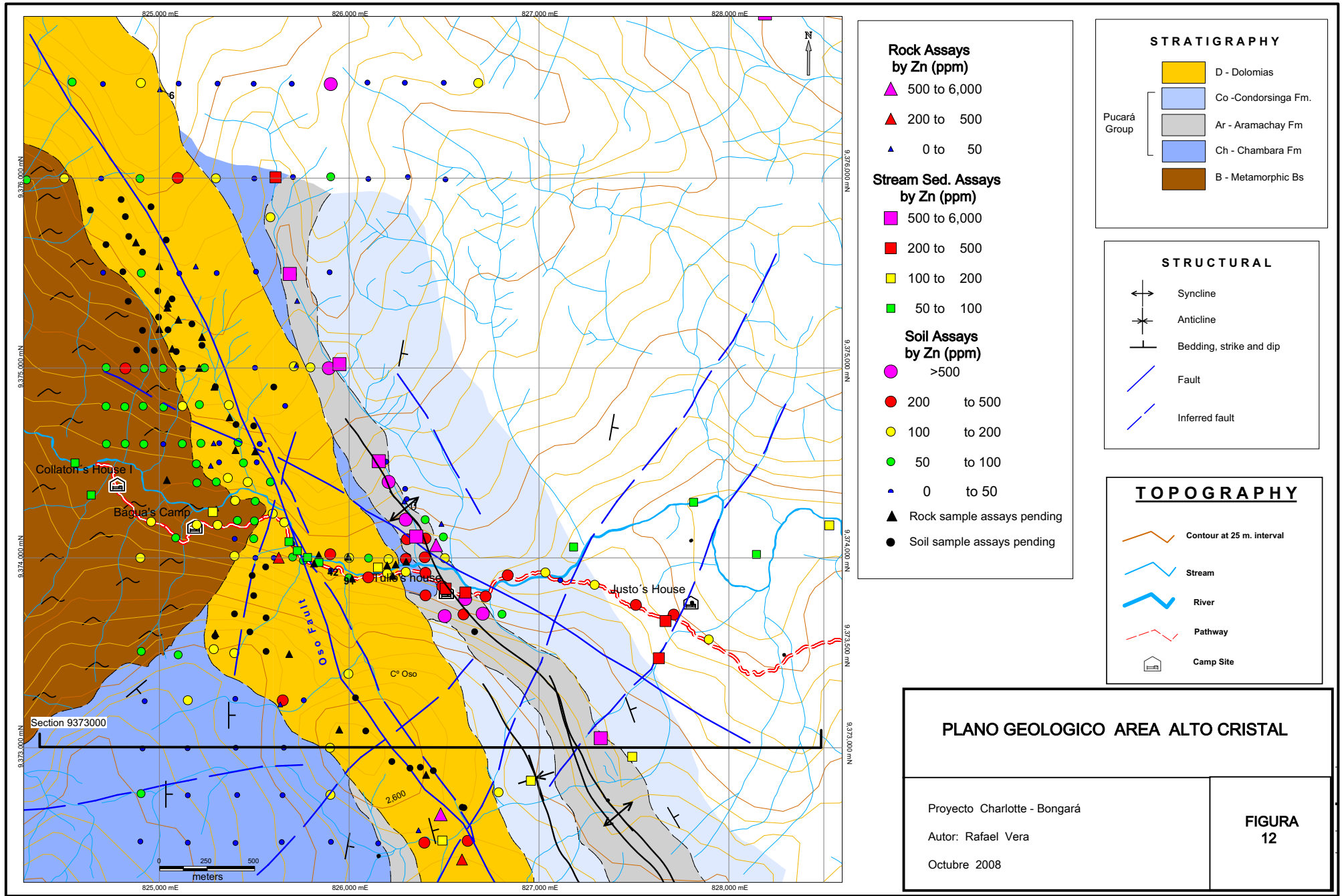
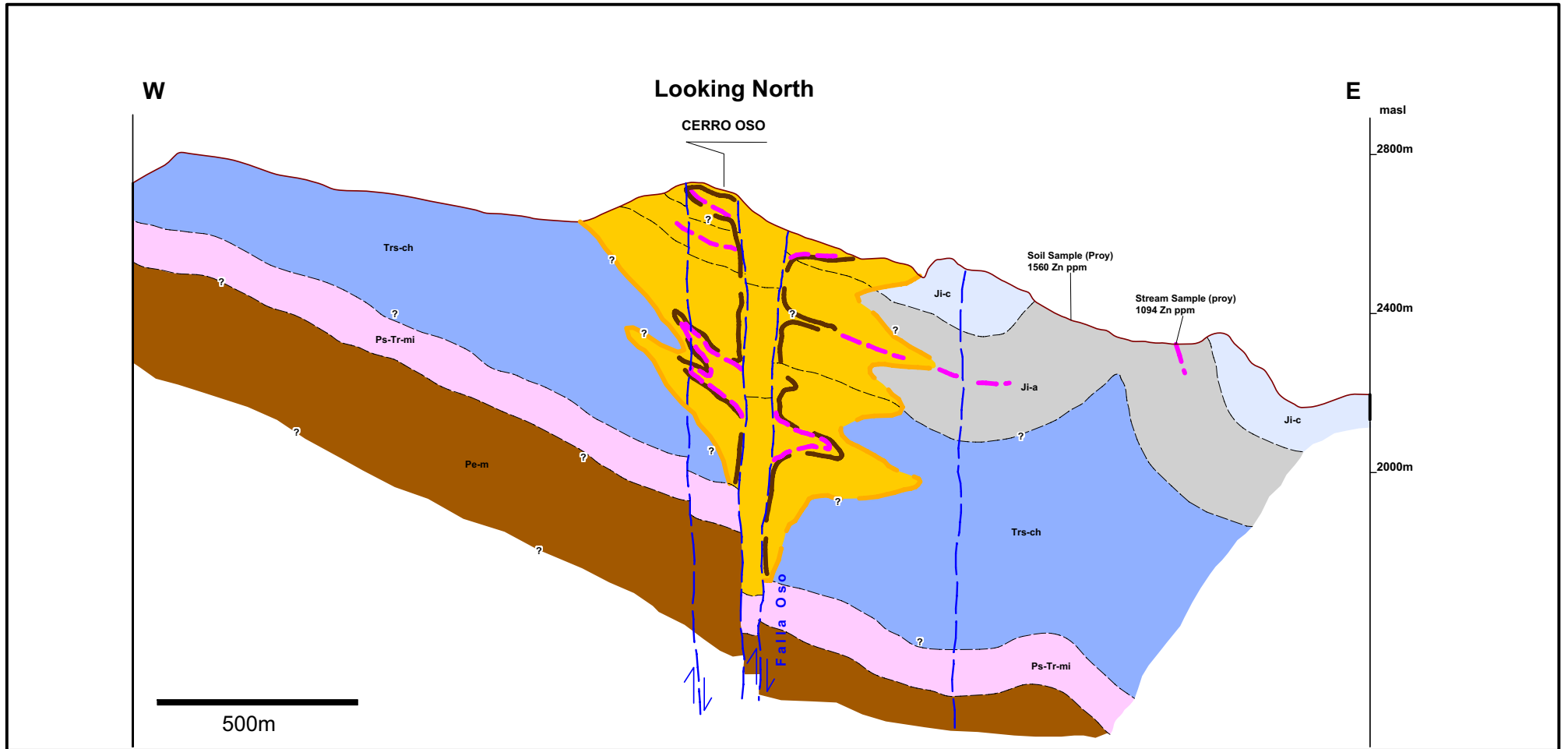


Figura 12. Plano Geológico y de Muestreo del Área Alto Cristal



EXPLANATION			
	D-Dolomias		sphalerite
	Ji-c Condorsinga Fm.		Dolomitization
Pucara Group			Oso Fault
	Ji-a Aramachay Fm.		
	Trs-ch Chambara Fm.		
	PsTr-mi Mitu Group		
	B-Marañon Complex		

SECCION ESQUEMATICA E-W AREA ALTO CRISTAL	
Proyecto Charlotte - Bongará	
Autor: Anglo Peruana S.A	
Octubre 2008	
FIGURA 13	

Figura 13. Sección Esquemática del Área Alto Cristal

4 PROSPECTO CRISTAL – GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

La campaña de exploraciones correspondió a una fase de Exploración Geológica de detalle, la que incluyó trabajos de cartografiado geológico, estructural, alteraciones, mineralización y muestreo de rocas y suelos, a escala 1:2,000 sobre un área de 2.5Km x 1.5Km aproximadamente.

Por la ubicación geográfica de ceja de selva, la zona presenta una densa vegetación, la cual dificulta la observación de afloramientos de roca, por la cual fue necesaria la reapertura de trochas (travers), apertura de trochas nuevas y limpieza de afloramiento de rocas.

Los travers fueron programados estratégicamente con el objetivo de cubrir la zona de estudio, para esto se trazó un traver principal entre los campamentos Cristal y Charlita, a partir del cual, se trazaron travers perpendiculares hacia los afloramientos de rocas preferentemente a lo largo de las quebradas ya que estas exponen los mejores afloramientos para el mapeo geológico.

Para el muestreo de suelos se realizó el levantamiento de líneas mediante brújula y wincha con el respectivo muestreo cada 100 metros, posteriormente, la ubicación de puntos intermedios a muestrear sólo fueron determinados por medio de GPS.

Informes de diferentes autores, reportan la ocurrencia de varios afloramientos mineralizados, los cuales fueron ubicados y mapeados. Identificándose zonas mineralizadas tales como, Anita, Erika, Marita, Esperanza, Yolanda, Juanita, El Águila, La Perdiz, Charlita, Lupita y Charlita Norte.

Asimismo, cabe mencionar que a inicios del mes de setiembre de 1998 COMINCO realiza 591.25m. de perforación diamantina, correspondiente a 5 sondeos, perforados por Bradley MDH SA. los que fueron ejecutados en las zonas de Anita, Marita, Lupita, Yolanda y Charlita Norte.

No fue posible el logueo de los testigos de perforación, ya que fue negada la autorización por los responsables que los resguardan en la localidad de Pedro Ruiz (Jazán).

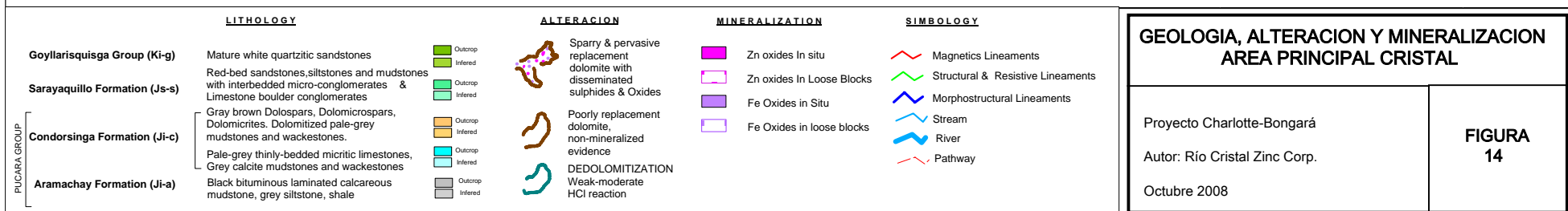
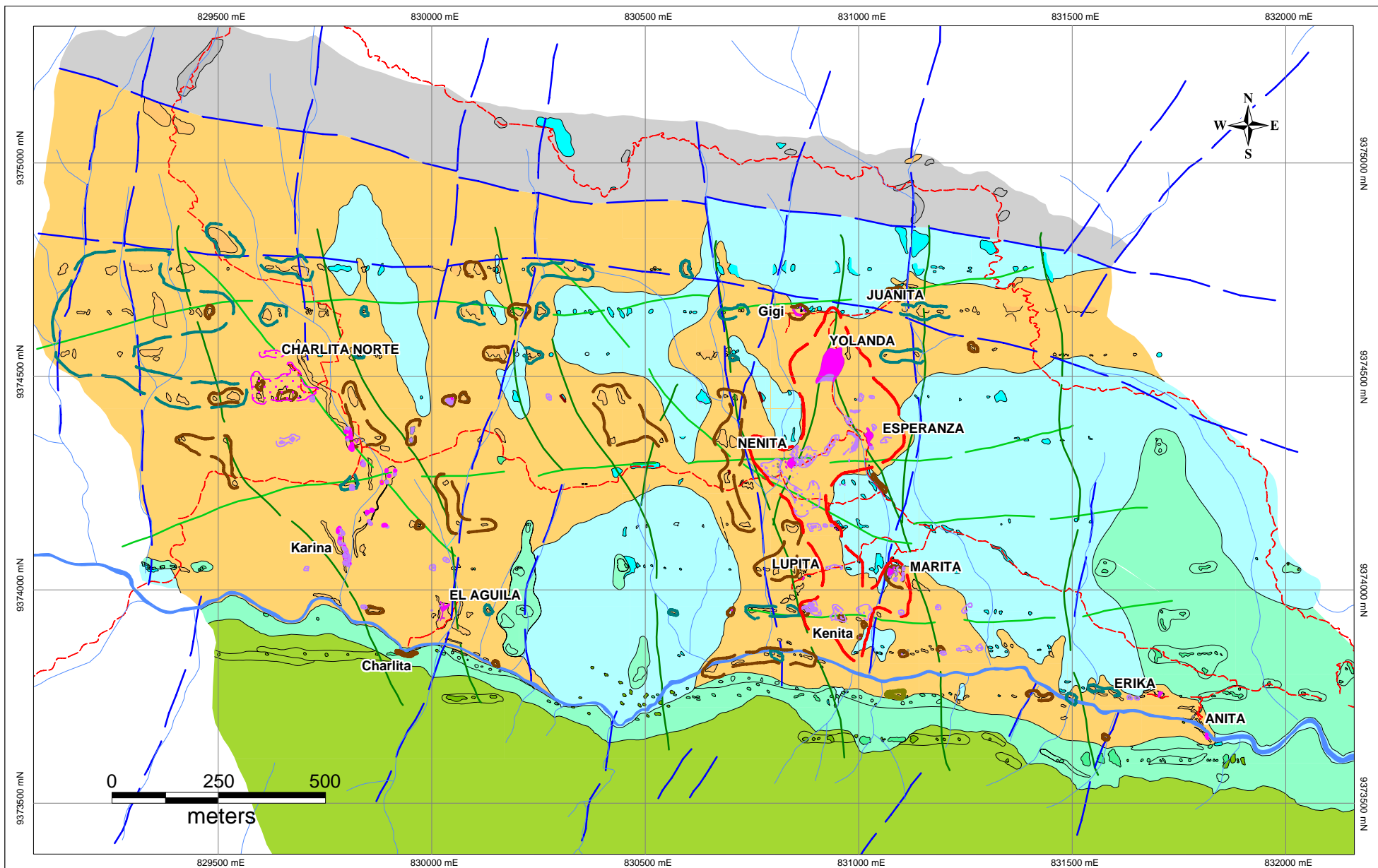


Figura 14. Geología, Alteración y Mineralización del Área Principal Cristal

4.1 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

En la zona de Cristal se han diferenciado las siguientes unidades litoestratigráficas que del piso al techo son: formación Aramachay, formación Condorsinga, formación Sarayaquillo que incluye conglomerado Corontochaca y Formación Goyllarisquizga, la característica litológica se detalla gráficamente en la Figura 14. A continuación se describe brevemente las características de cada Formación dentro del área denominada Cristal:

Fm. Aramachay (Ji-a). Aflora al NW de la zona, evidenciado por el movimiento normal de la falla Farallón, la que pone en superficie una parte del piso de la Fm. Aramachay, compuesta de lutitas negras bituminosas laminares de estratificación delgada, gradando hacia el techo a niveles de calizas negras mudstone. Se observan muy plegadas con buzamiento de alto ángulo con dirección hacia el norte.

Fm. Condorsinga (Ji-c). La formación Condorsinga ocupa el 90% de los afloramientos (Fig. 14), el contacto al techo es concordante con la formación Sarayaquillo y hacia el Norte esta fallado en contacto con la formación Aramachay, en sí es una pendiente de buzamiento en la que solo aflora la unidad superior. Mediante la información de sondajes se han podido diferenciar tres unidades litológicas la superior consta de dolomías y calizas medias a finas laminar al techo con niveles de doloesparitas, la segunda es dolomías esparíticas con niveles fosilíferos, y la tercera tiene intercalaciones de dolomías medias y gruesas con WSD, la cuarta unidad es local y está constituido por brechas por dolomitización y/o disolución cárstica.

Fm. Sarayaquillo (Js-s). Sobreyace en discordancia erosional a la Fm. Condorsinga, diferenciándose a la base niveles basales de conglomerados y brechas calcáreas de clastos subredondeados y angulosos de calizas grises oscuras, calizas gris claras, chert soldados en una matriz de carbonatos grises, estas afloran en las partes bajas del campamento Cristal e inmediaciones del Afloramiento Anita inmediatamente sobre las calizas de la Fm. Condorsinga.

Siguen facies mixtas de niveles de conglomerados calcáreos en matriz de areniscas calcáreas y niveles de areniscas y limolitas verduzcas a rojizas, en la zona afloran a lo largo y al margen derecho del Río Cristal y se puede observar el contacto con la Fm. Condorsinga en la zona de Anita y Charlita.

Estas facies de la Fm. Sarayaquillo representan depósitos de pie de monte, erosionadas de zonas elevadas principalmente del Grupo Pucará.



Foto 13. Formación Sarayaquillo, clastos subangulosos de caliza gris oscura en matriz arenocalcárea verdosa.

Grupo Goyllarisquizga (Ki-g). Afloran coronando las partes altas de las montañas al margen derecho del Río Cristal y al Sur del campamento Cristal, consiste de bancos de areniscas cuarzosas gris blanquecinas de grano medio, de laminación delgada y estratificación cruzada, seguidas de intercalaciones de areniscas cuarzosas de grano grueso con niveles de areniscas conglomerádicas de estratificación cruzada pasando a facies de lutitas gris oscuras laminares intercaladas con areniscas arcillosas, seguidas hacia el techo de bancos gruesos de areniscas cuarzosas de grano grueso laminares.

4.2 MARCO ESTRUCTURAL

El Prospecto Cristal se ubica en el extremo y borde Norte de la cuenca pull-apart de Pomacocha, localmente el área constituye un bloque descendido entre la falla normal Farallón al Norte de dirección N50°-60°W y la falla inversa Chiriaco al Sur de dirección N80°W, estas fallas definen el estilo estructural de la zona, generando dos sistemas de fracturamiento de dirección N-S y fracturas tensionales de dirección N30°W y plegamientos suaves muy localizados.

Sistema N-S. Observaciones de campo e interpretación de lineamientos, evidencian este sistema de fracturamiento, las que formarían parte de paleo-fallas regionales N-S que fueron reactivadas en la última fase tectónica. Complementadas con interpretación geológica se definen como fallas normales, las que seccionan en bloques el paquete sedimentario de la zona.

Sistema NW-SE. Sistema de fracturamiento de rumbo general N30°W y localmente varían a N-S con buzamiento de alto ángulo hacia el NE y SW. Este sistema corresponde a fracturas tensionales como resultado de movimiento dextral de la Falla Farallón.

Estas fracturas actuaron como canales (“feeders”) para el fluido hidrotermal, las que se manifiestan con la alteración dolomítica y relleno de mineralización a manera de venas y venillas.

Sistema de fracturamientos menores de dirección N60°W y E-W, se manifiestan localmente en las zonas de Charlita y Anita con cierto control mineralógico.

4.3 ALTERACION Y MINERALIZACION

ALTERACION

La interacción de los fluidos hidrotermales afectaron a las calizas de la Fm. Condorsinga y parte de las areniscas calcáreas de la Fm. Sarayaquillo, las que han generado alteraciones de diversos grados y mineralización polimetálica de Zn-Pb, cuyas distribución es restringida a sistemas de fracturamiento NW-SE y N-S además a horizontes de facies calcáreas favorables.

La principal alteración reconocida en Cristal es la dolomitización, que ha afectado principalmente el horizonte de mayor permeabilidad como el horizonte intermedio (B) (Fm. Condorsinga) de calizas wackestone pseudomórficas y localmente sedimentos carbonatados de relleno de cavernas y cavidades kársticas.

Así la dolomitización se manifiesta como dolomías esparíticas de grano medio principalmente “wackestone” y localmente “packstone” y “grainstone”, no se han observado relictos de oolitos, pero si pseudomorfos de evaporitas las que fueron reemplazados por dolomita blanca, calcita y cuarzo, la coloración es gris clara a blanquecina de superficie intemperizada de coloración beige amarillenta (dolomita ferrosa).

La dolomitización presenta un zoneamiento que varía desde intensa, moderada a débil, controladas por estructuras y paleo fallas.

La dolomitización intensa se presenta como dolomitas esparíticas de cristales gruesos “packstone” a “grainstone” acompañadas por bitumen y pirita asociado a venas de dolomita blanca (WSD), dolomita gris (GSD), calcita y cuarzo, siendo esta más favorable para la mineralización Zn-Pb.

Cabe mencionar el tipo de dolomitización generado sobre sedimentos de relleno de las paleo cavernas, formadas sobre calizas a lo largo de fracturas y fallas, los rellenos fueron sedimentos carbonatados y depósitos de carbonatos (travertino, aragonito, etc.), producto de la disolución de las calizas por aguas meteóricas, así se depositaron como estalactitas, estalagmitas en superficies cársticas y cavidades. Estos depósitos de relleno fueron completamente reemplazados por dolomita esparítica gruesa, masiva y localmente muy fisible, en algunas zonas es posible distinguir aún estructuras de

sedimentación de relleno kárstico; estas formas de dolomitización presentan mineralización de Zn-Pb, como se han observado en los afloramientos mineralizados de Anita, Lupita y posiblemente en Yolanda.

Actualmente los procesos de carstificación ocurren en la zona sobre calizas dolomíticas, es común observar en las paredes de los farallones, cubiertas de gruesas capas de travertino, las que cuelgan como estalactitas y en algunos casos con carbonatos de zinc (Charlita), así como también la ocurrencia de cavernas recientes.

MINERALIZACION

En el Prospecto Cristal se han identificado diversos afloramientos mineralizados dentro de un área de 2.5 Km. de largo y 1 Km. de ancho, tales como Anita, Erika, Marita, Lupita, Esperanza, Yolanda, Juanita, Charlita, El Águila y Charlita Norte, y los recientemente descubiertos Nenita, Kenita y Natusha, los que están alineados estructuralmente en dirección N-S y NW-SE, en tres zonas de mineralización:

Zona Este (Anita y Erika)

Zona Centro (Marita, Lupita, Kenita, Natusha, Nenita, Esperanza, Yolanda y Juanita)

Zona Oeste (Charlita, El Águila y Charlita norte)

La mineralización presenta una geometría ligeramente estratiforme emplazadas preferentemente en el nivel "B" de dolomías de la Fm. Condorsinga, asociado a una dolomitización intensa en la que se presenta en su mayor parte diseminada, formando lentes estratiformes masivos de escala métrica, relleno de fracturas a manera de venillas y como relleno de cavidades cársticas, asociados a flujos dolomíticos de dolomita blanca (WSD), dolomita gris (GSD), calcita, cuarzo y bitumen.

La mineralización primaria es simple y consiste en sulfuros de zinc, plomo y fierro tales como esfalerita, galena y pirita.

La esfalerita se presenta generalmente cristalizada hasta 0.5 cm. de tamaño, los colores varían desde un marrón oscuro a marrón claro, rojizo, verde y amarillo blanquecino, se encuentra en la mayoría de los afloramientos reconocidos, en forma diseminada y en ocasiones formando acumulaciones masivas. La galena se presenta cristalizada de tamaño hasta 1 cm. y como venas pequeñas masivas aisladas,

generalmente asociado a venas de calcita, ocurren en los afloramientos mineralizados de Anita y Charlita.

A su vez, la pirita se presenta en dos formas, como cristales pequeños de mayor distribución en gran parte de las zonas dolomitizadas y como acumulaciones masivas de pirita fina deleznable algo verdusca, y como reemplazamiento de sedimentos calcáreos de cavidades kársticas, además ocurren como relleno de fracturas de dirección NW-SE y N-S. Este tipo de pirita ocurre principalmente en Charlita y Anita, además se han observado bloques rodados de pirita masiva en las partes bajas de Yolanda.

La mineralización secundaria se presenta como cuerpos alargados de óxidos ricos en zinc, compuestas principalmente de limonitas y limonitas terrosas de coloración amarillo naranja, enriquecidos por carbonatos de zinc tales como smithsonita, hidrozincita, hemimorfita y otros por determinar, como se observa en los cuerpos oxidados de Yolanda y Nenita y en menor escala en Juanita y Esperanza.

Cuerpos de óxidos de fierro compuestas de limonitas, goetita y hematita de coloraciones marrones claro a oscuras se observan en Esperanza.



Foto 14. Brechas dolomitizadas con mineralización de óxidos de Zinc en afloramiento denominado "Gigi".

En resumen la alteración y mineralización en la zona está conformada por dos etapas de formación: Sulfuros y Nosulfuros (óxidos e Hidróxidos), la primera es la formación de sulfuros del tipo MVT en la cual la etapa de dolomitización acompañada por WSD y Sulfuros ha ocasionado la recristalización formando la doloesparita, es en dicha roca que se produce con alta productividad el reemplazamiento y/o precipitación de los sulfuros de zinc y plomo (esfalerita y/o galena) así como la precipitación de sulfuros de fierro en la forma de pirita fina y/o marcasita que son de posición proximal; después de millones de años geológicos tal vez a inicios del Plioceno y continuando hasta el Cuaternario se produce la segunda etapa que es la formación de los Nosulfuros ocasionando la oxidación supérgena de dichos sulfuros y formando el depósito actual. Este proceso es enriquecido porque se tuvo abundante pirita y /o marcasita fina la cual ante la presencia de agua y elevación de la temperatura ocasiona la formación de ácido sulfúrico, el cual es el principal elemento que ocasionó la formación de nosulfuros de zinc constituido por óxidos, sulfatos, y carbonatos de zinc, dando origen al depósito actual.



Foto 15. Afloramiento menor denominado “Halcón”; venillas WSD, GSD con diseminaciones de esfalerita parda oscura y pirita.

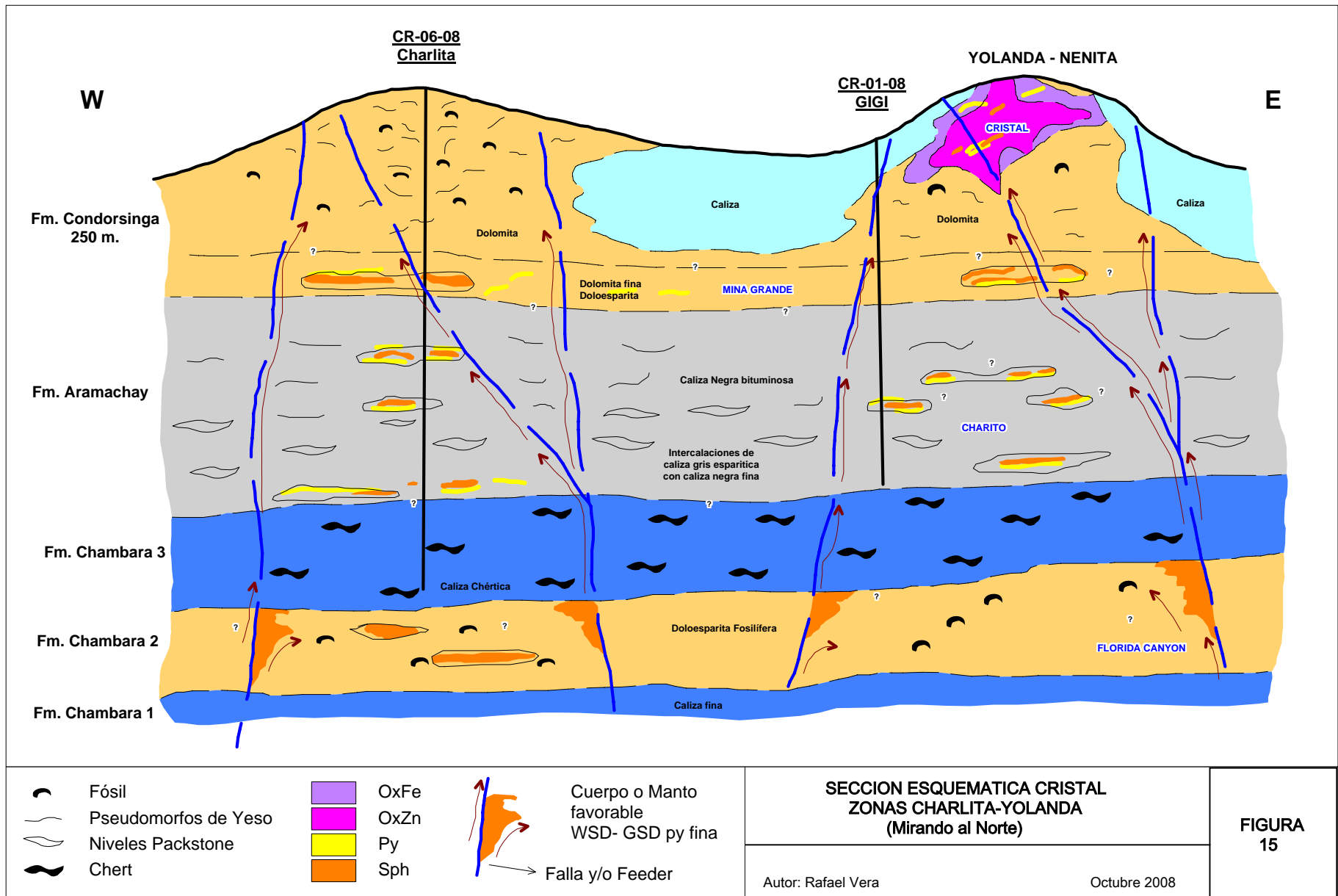


Figura 15. Sección Esquemática Cristal-Zonas Charlita y Yolanda

4.4 PARAGENESIS Y ZONEAMIENTO

De las observaciones de campo en la zona, podemos indicar una paragénesis tentativa:

Etapa de alteración

- 1 Carstificación
- 2 Dolomitización y pirita cristalizada

Etapa de mineralización

- 1 pirita cúbica (Fe) / dolomita blanca
- 2 pirita fina (Fe)
- 3 esfalerita marrón oscura (Zn), dolomita blanca / dolomita gris / cuarzo
- 4 galena (Pb), calcita / dolomita blanca
- 5 Esfalerita roja, amarilla (Zn), cuarzo.

MINERALES/EVENTOS	ALTERACION	MINERALIZACION	
		Temprana	Tardia
Carstificación	▬		
Dolomitización + py (Xs)	▬		
Py (Cub)		▬	
Dolomita Blanca		▬	
Py fina (Fe)		▬	
Esfalerita marrón oscura (Zn)			▬
Dolomita Blanca			▬
Dolomita Gris			▬
Cuarzo			▬
Galena (Pb)			▬
Calcita			▬
Dolomita Blanca			▬
Esfalerita (roja)			▬
Esfalerita (amarilla)			▬
Cuarzo			▬

Tabla 01. Mostrando la Secuencia Paragenética tentativa para el Prospecto Cristal.

El zoneamiento mineralógico se presenta de la siguiente manera, mineralización de Fe (pirita cúbica) de distribución amplia como umbral de alteración dolomítica, y los centros hidrotermales de mineralización están restringidas a un trend de mineralización (estructura), cuyo núcleo presenta Fe + Zn, seguida de un borde de Zn +

Pb, y finalmente un borde exterior de Zn (Ag), aumentando los valores de plata en las zonas de óxidos.

4.5 RESULTADOS GEOQUIMICOS

Con la finalidad de reevaluar las áreas mineralizadas y de encontrar nuevos afloramientos se realizó primero un muestreo de suelos en líneas ya especificadas y posteriormente un muestreo sistemático de rocas, en total en conjunto se extrajeron 534 muestras sólo en el área del Prospecto Principal Cristal.

GEOQUIMICA DE SUELOS

En el área de Cristal se trabajó en malla de 100 x 100 metros de muestreo geoquímico de suelos del horizonte B (Figura 05), habiéndose tomado 302 muestras que fueron analizadas en el laboratorio ALS-Chemex por ICP 41 elementos y si los valores de Zn y Pb sobrepasaban 10,000 ppm se reanalizaban por AA46. Con dicha data se realizó el tratamiento estadístico y la correlación de Pearson obteniéndose los resultados que se muestran en las Tablas 1 y 3 respectivamente.

De la Tabla N°2 se obtiene la correlación moderada a fuerte (0.52 a 0.65) del Zn con el Cd, Fe, W y Pb.

Con la data de suelos, se elaboraron mapas geoquímicos de Zn, Pb y Fe (Figs. 16, 17 y 18 respectivamente) que muestran sobre todo la distribución del zinc. Esto es concordante con los escasos afloramientos permitiéndonos proyectar el alcance de las zonas económicamente importantes; tanto el zinc como el fierro indican dos zonas mineralizadas principales: Esperanza-Kenita, y el área de Charlita. Por la distribución de los valores, tanto del zinc como del fierro, se deduce que hay relación en la intersección de las fallas con áreas de mayores valores, estando los valores más altos en zinc en la parte baja mientras que el fierro esta en las zonas altas, lo cual no correlaciona con la geoquímica de sedimentos del río Cristal en la que las anomalías son de fierro y el zinc no es anómalo.

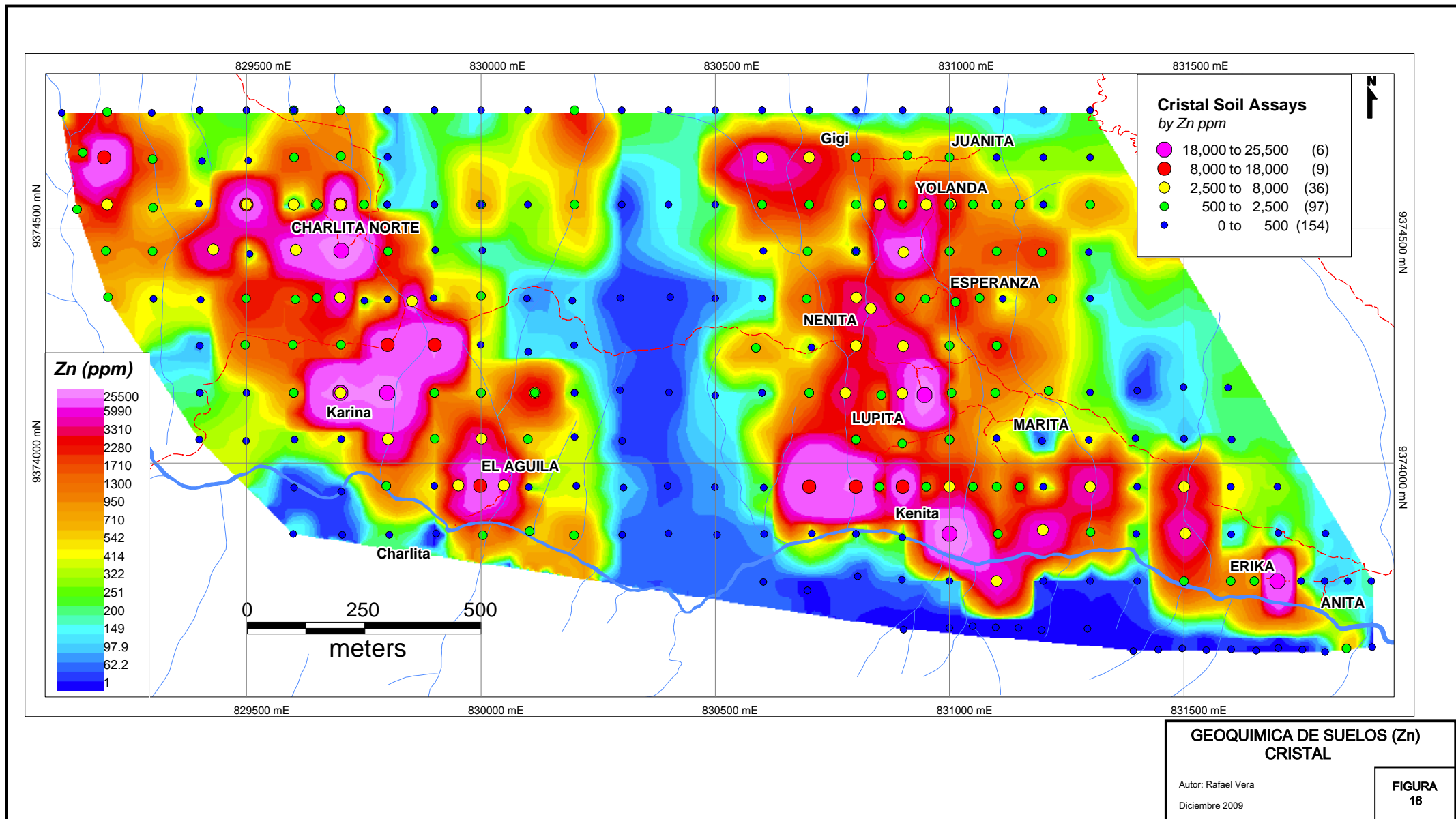


Figura 16. Distribución de altos valores de Zinc en muestreo de Suelos.

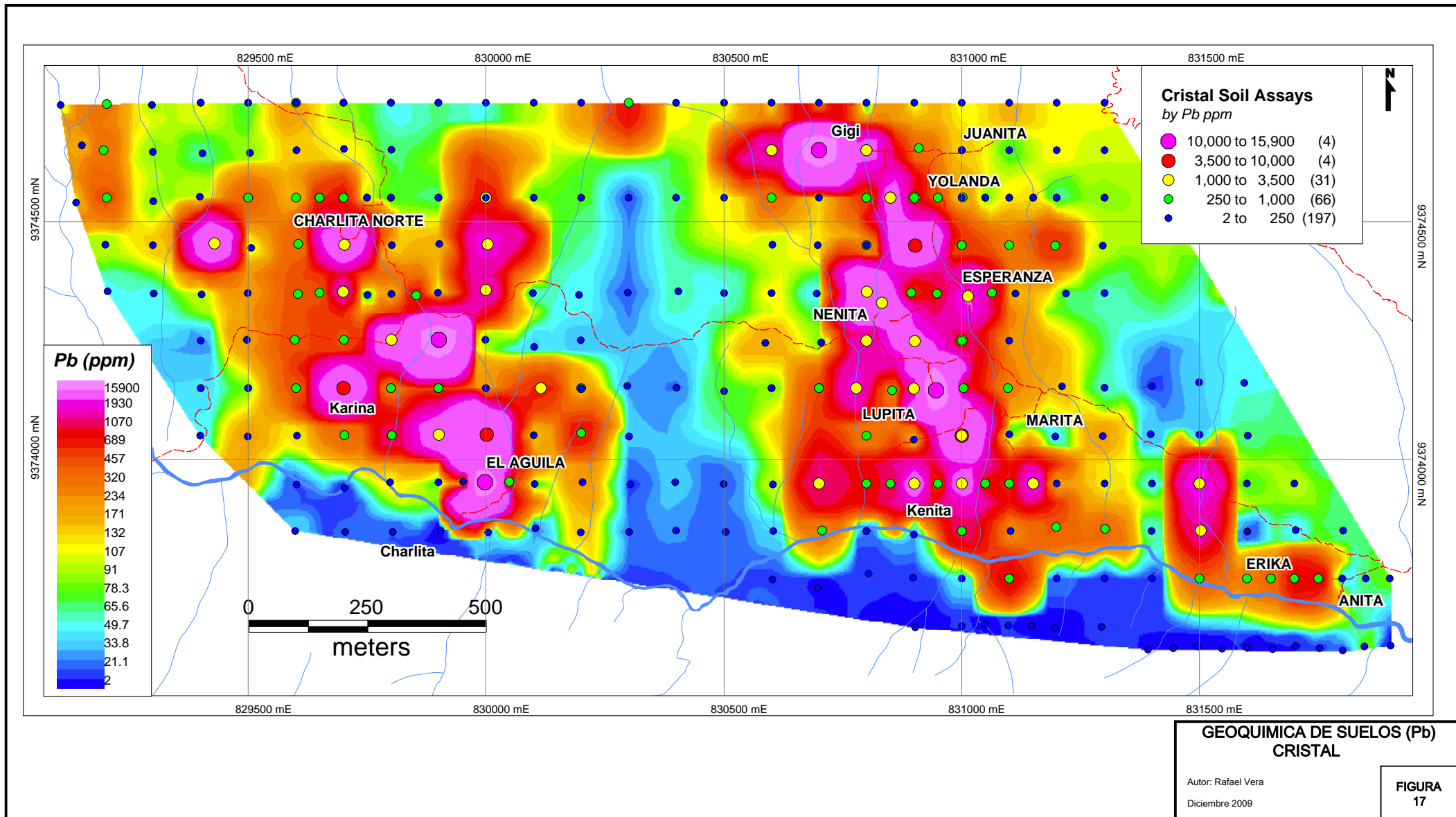


Figura 17. Distribución de valores de Plomo en muestreo de Suelos.

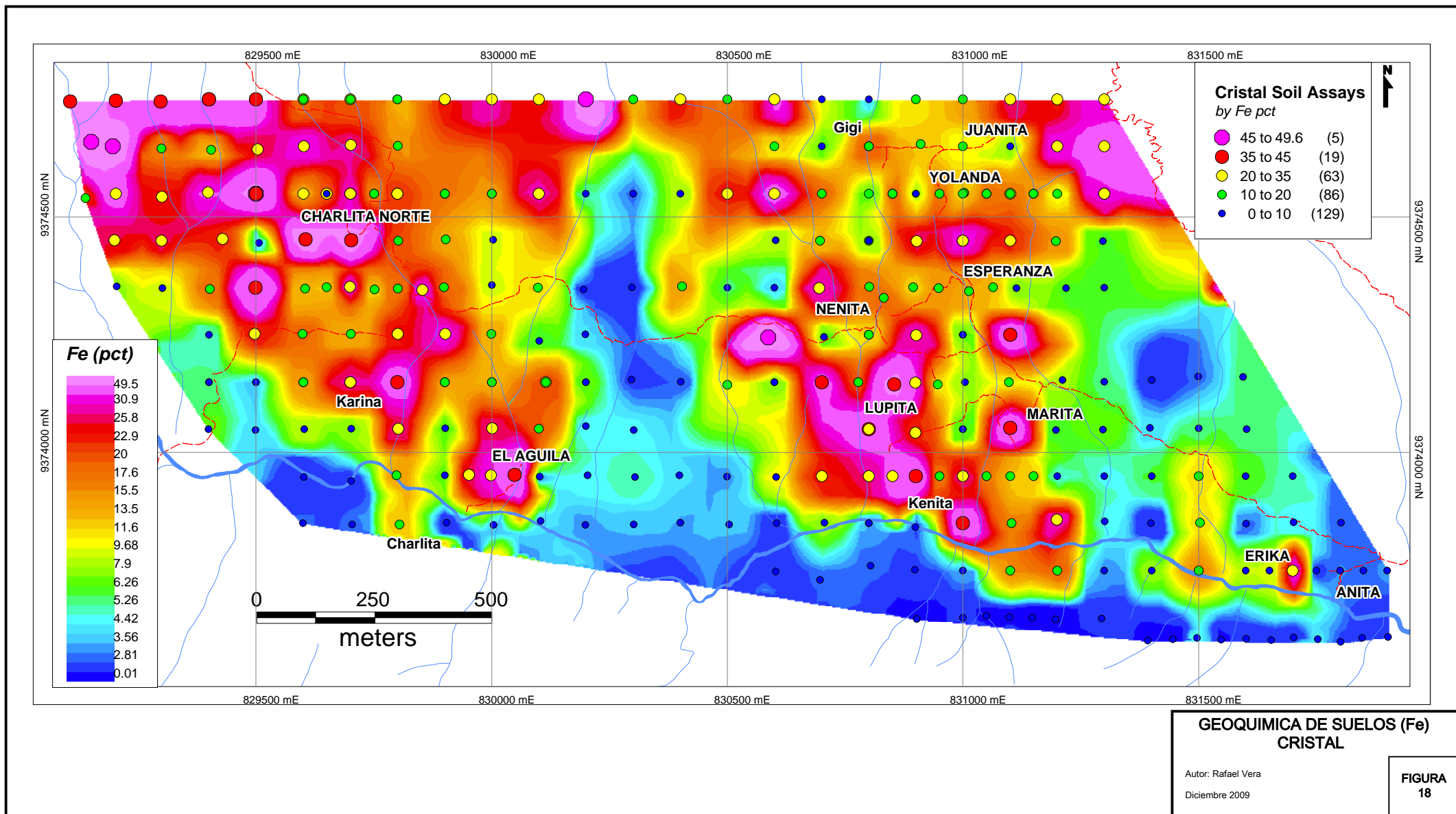


Figura 18. Distribución de Valores de Fe en muestreo de Suelos.

GEOQUIMICA DE ROCAS

Se realizó el muestreo de rocas en afloramientos (preferentemente dolomitas y rara vez en calizas) difícilmente bien expuestos dada la intensa cobertura de suelos; se logró recolectar 232 muestras que también (como las muestras de suelo) fueron analizadas en el laboratorio de ALS-Chemex por ICP 41 elementos, reanalizándose por AA46 para el Zn y Pb en valores mayores de 10,000 ppm. Asimismo se realizó el tratamiento y la correlación de Pearson (Tablas 2 y 4), obteniéndose la correlación fuerte a muy fuerte (0.60 a 0.82) del Zn con el Cd, Ag, Co, Cu, Hg y Tl.

Se tomaron 1.5Kg. aproximadamente por muestra, los canales se trazaron cruzando perpendicularmente los horizontes mineralizados teniendo en cuenta el buzamiento de las capas estratigráficas ya que la mineralización es ligeramente concordante con las capas. Las longitudes de canal variaron de 0.20m. hasta 3.00m. y el ancho fue estándar (0.20m). Así también se optó por tomar muestras de rock chip en las zonas de mineralización irregular y sobre bloques de roca movidos, en un diámetro de hasta 4.0 metros como máximo.



Foto 16. Toma de muestras de roca en canales preferentemente perpendiculares a los horizontes mineralizados.

HISTOGRAMAS

Zinc. Presenta una distribución normal (ver gráficos de Histogramas), donde el 42% corresponde a valores mayores a 1% de Zn, y el 20.6% de estas corresponden a valores mayores a 18% de Zn (Threshold).

Plomo. Presenta una distribución normal hasta valores menores a 1% (valor del Threshold: 0.98%) y mayores a este valor sólo corresponden el 5.2% de la población, indicando la ocurrencia limitada del plomo.

Plata. El 39% de la población corresponden valores inferiores al límite de detección, así mismo el 19.8% de la población presenta valores mayores a 7 g/TM de Ag (Marita, Gigi, Esperanza) y el 7.7% corresponde a valores mayores a 29.3 g/TM de Ag (Threshold), las que corresponden a Yolanda y Juanita.

Magnesio. Presenta una media de población de 4.95%, mientras que las zonas mineralizadas presentan un contenido entre 7 y 8 % de Mg que corresponde al 45 % de la población, lo que confirma la alteración dolomítica.

Los contenidos altos de Ni, V, en superficie, podrían indicar la presencia de facies bituminosas (¿hidrocarburos?) en profundidad, posiblemente provenientes de la Fm. Aramachay.

Correlación Geoquímica

Zinc. Presenta una correlación muy fuerte con el Cd (0.82) y correlación fuerte con Ag, Co, Cu, Hg y Tl (0.61-0.77).

Plomo. Presenta una correlación débil con el S y Fe de 0.40 y correlaciones muy bajas con respecto a otros elementos.

Plata. Presenta correlación muy fuerte con el Cd (0.81) y Tl (0.80) y fuerte con el Zinc (0.77) lo que indica una mineralización en la fase del Zn.

El coeficiente entre Zn y Pb es muy bajo, de 0.14, lo que nos indica diferentes fases de mineralización, el zinc asociado a Cd, Co, Ag, Cu y Ni y para el plomo asociado con S.

Elemento	Ag_ppm	Al_pct	As_ppm	Ba_ppm	Ca_pct	Cd_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_pct	Hg_ppm	Mg_pct	Mn_ppm	Mo_ppm	Ni_ppm	P_ppm	Pb_ppm	S_pct	Sb_ppm	Tl_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm
Count	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302	302
Minimo	0.10	0.01	1.00	5.00	0.01	0.30	1.00	1.00	0.01	0.01	0.01	3.00	1.00	1.00	10.00	2.00	0.01	1.00	5.00	1.00	5.00	1
Maximo	2.50	8.88	125.00	1370.00	8.97	92.40	92.00	731.00	49.60	1.35	0.94	43200.00	21.00	101.00	10000.00	15900.00	0.08	12.00	20.00	390.00	40.00	25500
Media	0.22	2.55	27.72	108.05	0.26	4.00	11.82	35.61	15.05	0.31	0.15	6338.41	4.70	18.99	952.78	613.45	0.02	2.73	6.26	117.63	5.66	1813
Mediana	0.10	2.43	25.00	70.00	0.10	1.00	10.00	23.00	12.30	0.26	0.11	3260.00	4.00	14.50	840.00	115.00	0.01	1.00	5.00	106.00	5.00	467
Desv Standart	0.27	1.15	19.23	142.18	0.64	10.67	10.12	57.80	11.91	0.22	0.13	7398.32	3.54	15.50	780.31	1711.42	0.01	2.54	2.59	65.11	3.58	3730
Coef. Variación	1.24	0.45	0.69	1.32	2.45	2.67	0.86	1.62	0.79	0.72	0.91	1.17	0.75	0.82	0.82	2.79	0.76	0.93	0.41	0.55	0.63	2
50th Percentile	0.10	2.43	25.00	70.00	0.10	1.00	10.00	23.00	12.30	0.26	0.11	3260.00	4.00	14.50	840.00	115.00	0.01	1.00	5.00	106.00	5.00	467
75th Percentile	0.20	3.15	37.00	140.00	0.25	2.80	13.00	38.00	22.48	0.42	0.16	8455.00	6.00	24.75	1237.50	403.75	0.02	4.00	5.00	153.00	5.00	1678
80th Percentile	0.30	3.40	41.00	150.00	0.28	3.88	14.00	42.00	25.58	0.47	0.18	10580.00	7.00	29.00	1318.00	620.80	0.03	5.00	10.00	165.00	5.00	2128
85th Percentile	0.30	3.65	44.85	180.00	0.38	5.29	16.85	49.85	29.44	0.51	0.21	13842.50	8.00	31.00	1438.50	823.85	0.03	6.00	10.00	180.00	5.00	2716
90th Percentile	0.50	3.92	48.90	220.00	0.57	7.87	20.00	61.90	32.48	0.58	0.26	16970.00	9.00	37.90	1659.00	1338.50	0.04	6.00	10.00	196.90	5.00	4535
95th Percentile	0.70	4.72	62.90	270.00	0.95	13.85	26.95	75.90	38.20	0.68	0.37	21960.00	11.00	49.95	1929.50	2698.00	0.05	8.00	10.00	235.75	9.75	7939
97.5th Percentile	1.10	5.19	77.85	370.00	1.65	33.10	47.42	115.28	43.35	0.87	0.58	26985.00	13.00	61.85	2234.75	3505.00	0.06	10.00	10.00	277.38	10.00	14735
99th Percentile	1.20	5.82	86.96	619.60	1.98	62.16	53.00	338.86	47.89	1.10	0.78	29298.00	17.00	75.00	3384.60	12057.40	0.07	11.00	19.90	321.90	29.90	19390
Background	0.10	2.43	25.00	70.00	0.10	1.00	10.00	23.00	12.30	0.26	0.11	3260.00	4.00	14.50	840.00	115.00	0.01	1.00	5.00	106.00	5.00	467
Threshold	0.64	4.72	63.45	354.35	1.38	22.33	30.25	138.59	36.13	0.70	0.37	18056.65	11.08	45.50	2400.63	3537.83	0.04	6.08	10.18	236.22	12.17	7926

Tabla 02. Estadística de valores Geoquímicos para muestras de suelos

Elementos	Ag_ppm	As_ppm	Ba_ppm	Bi_ppm	Ca_pct	Cd_ppm	Co_ppm	Cu_ppm	Fe_pct	Hg_ppm	Mg_pct	Mn_ppm	Mo_ppm	Pb_ppm	S_pct	Sb_ppm	Tl_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm
Count	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232	232
Minimo	0.10	1.00	5.00	1.00	0.01	0.30	1.00	1.00	1.21	0.01	0.01	16.00	1.00	3.00	0.01	1.00	5.00	1.00	5.00	139
Maximo	84.30	185.00	810.00	11.00	25.00	1000.00	336.00	482.00	50.00	1.30	12.05	21800.00	21.00	41300.00	6.70	19.00	20.00	380.00	70.00	394000
Media	6.23	13.45	65.54	2.20	11.32	164.79	30.22	59.06	14.65	0.18	4.95	4172.17	2.65	2124.70	0.13	1.56	6.83	39.20	9.78	43787
Mediana	0.40	8.00	30.00	1.00	15.30	23.45	5.00	24.00	8.08	0.10	4.79	3335.00	1.00	365.50	0.01	1.00	5.00	19.50	7.50	9740
Desv Standart	14.49	17.69	99.43	2.16	10.01	300.11	54.24	85.46	14.16	0.23	4.60	3169.44	2.96	4724.82	0.49	1.61	4.41	50.93	7.78	85130
Coef. Variación	2.33	1.32	1.52	0.98	0.88	1.82	1.79	1.45	0.97	1.31	0.93	0.76	1.12	2.22	3.88	1.03	0.65	1.30	0.80	2
50th Percentile	0.40	8.00	30.00	1.00	15.30	23.45	5.00	24.00	8.08	0.10	4.79	3335.00	1.00	365.50	0.01	1.00	5.00	19.50	7.50	9740
75th Percentile	3.53	18.00	80.00	3.00	20.65	139.63	28.25	67.25	19.95	0.25	9.56	4220.00	3.25	2050.00	0.09	1.00	5.00	48.25	10.00	32375
80th Percentile	6.00	21.00	90.00	3.00	21.00	229.60	40.60	89.00	27.98	0.31	9.82	4786.00	4.00	2534.00	0.11	2.00	5.00	66.00	10.00	43500
85th Percentile	9.50	25.00	113.50	4.00	21.64	314.95	63.70	110.35	35.64	0.40	10.15	6349.00	5.00	3450.00	0.15	2.00	10.00	80.35	20.00	69500
90th Percentile	20.40	28.90	160.00	5.00	23.28	796.10	115.00	166.90	38.25	0.46	10.50	7919.00	6.00	5028.00	0.23	3.00	10.00	96.00	20.00	152750
95th Percentile	40.67	35.00	219.00	7.00	25.00	1000.00	162.00	240.00	46.88	0.70	11.30	10902.50	8.45	9582.00	0.46	4.00	20.00	135.35	20.00	290500
97.5th Percentile	59.38	43.23	312.25	9.00	25.00	1000.00	181.18	345.38	49.38	0.80	11.66	12318.75	12.00	15465.00	1.10	5.00	20.00	177.43	30.00	320675
99th Percentile	68.93	63.38	559.70	10.00	25.00	1000.00	223.11	380.90	50.00	0.90	11.83	16329.00	13.69	21121.00	1.27	7.00	20.00	224.66	36.90	359450
Background	0.40	8.00	30.00	1.00	15.30	23.45	5.00	24.00	8.08	0.10	4.79	3335.00	1.00	365.50	0.01	1.00	5.00	19.50	7.50	9740
Threshold	29.37	43.37	228.85	5.33	35.31	623.68	113.49	194.91	36.39	0.56	13.99	9673.88	6.91	9815.14	0.98	4.22	13.82	121.37	23.06	179999

Tabla 03. Estadística de valores Geoquímicos para muestras de roca.

Tabla 04. Correlación de Pearson para Muestras de suelos

Elemento	Ag_ppm	Al_pct	As_ppm	B_ppm	Ba_ppm	Be_ppm	Bi_ppm	Ca_pct	Cd_ppm	Co_ppm	Cr_ppm	Cu_ppm	Fe_pct	Ga_ppm	Hg_ppm	K_pct	La_ppm	Mg_pct	Mn_ppm	Mo_ppm	Na_pct	Ni_ppm	P_ppm	Pb_ppm	S_pct	Sb_ppm	Sc_ppm	Sr_ppm	Ti_pct	Tl_ppm	U_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm		
Ag_ppm	1.00																																			
Al_pct	0.01	1.00																																		
As_ppm	0.17	0.32	1.00																																	
B_ppm	0.02	0.13	0.04	1.00																																
Ba_ppm	0.19	0.02	0.17	-0.02	1.00																															
Be_ppm	0.13	0.29	0.41	0.02	0.39	1.00																														
Bi_ppm	0.33	0.30	0.41	0.04	0.20	0.32	1.00																													
Ca_pct	-0.01	-0.08	-0.08	-0.02	0.19	0.06	-0.07	1.00																												
Cd_ppm	0.23	-0.06	0.10	0.05	0.53	0.25	0.32	0.05	1.00																											
Co_ppm	0.19	0.21	0.03	-0.04	0.03	0.19	0.05	-0.07	0.00	1.00																										
Cr_ppm	0.05	0.51	0.26	0.13	0.00	0.24	0.13	-0.02	-0.02	0.13	1.00																									
Cu_ppm	0.27	0.00	0.26	0.05	0.41	0.16	0.34	0.00	0.41	0.00	0.07	1.00																								
Fe_pct	0.40	0.29	0.63	-0.02	0.24	0.37	0.66	-0.15	0.34	0.02	0.11	0.40	1.00																							
Ga_ppm	-0.04	0.47	0.08	0.03	-0.07	-0.06	-0.01	-0.04	0.03	0.04	0.32	0.30	0.00	1.00																						
Hg_ppm	0.16	0.65	0.45	0.04	-0.03	0.24	0.44	-0.16	0.07	0.09	0.41	0.18	0.52	0.39	1.00																					
K_pct	-0.11	0.08	-0.10	0.47	-0.01	-0.03	-0.18	0.16	-0.07	0.12	0.19	-0.06	-0.40	0.11	-0.23	1.00																				
La_ppm	-0.12	0.20	0.01	0.08	0.11	0.33	-0.15	0.19	-0.03	0.05	0.39	-0.08	-0.24	0.15	-0.01	0.32	1.00																			
Mg_pct	-0.06	0.13	-0.10	0.07	0.23	0.09	-0.06	0.34	0.01	-0.06	0.05	-0.01	-0.12	0.05	-0.15	0.27	0.28	1.00																		
Mn_ppm	0.27	0.25	0.57	-0.03	0.37	0.47	0.65	-0.06	0.39	0.02	0.07	0.32	0.77	-0.14	0.50	-0.39	-0.10	0.01	1.00																	
Mo_ppm	0.27	0.26	0.63	-0.08	0.14	0.23	0.44	-0.12	0.13	0.15	0.44	0.23	0.64	0.03	0.41	-0.21	-0.06	-0.16	0.51	1.00																
Na_pct	-0.03	-0.03	-0.06	-0.01	0.05	-0.02	-0.04	0.12	-0.02	-0.02	0.03	-0.01	-0.06	0.05	-0.07	0.18	0.07	0.35	-0.04	-0.06	1.00															
Ni_ppm	0.23	0.27	0.39	0.03	0.37	0.66	0.41	0.09	0.32	0.31	0.37	0.30	0.39	-0.04	0.27	-0.02	0.24	0.15	0.55	0.48	0.01	1.00														
P_ppm	0.21	0.15	0.31	-0.03	0.48	0.34	0.30	0.18	0.32	0.21	0.14	0.16	0.37	-0.09	0.15	-0.10	0.00	0.00	0.41	0.40	0.00	0.43	1.00													
Pb_ppm	0.36	-0.02	0.03	0.00	-0.07	0.10	0.02	-0.06	0.09	0.09	0.01	0.18	0.13	0.06	0.08	0.01	-0.05	-0.14	0.05	0.06	-0.02	0.05	0.06	1.00												
S_pct	0.27	-0.03	0.02	-0.04	0.04	-0.02	0.06	0.14	0.00	0.03	-0.07	0.03	0.16	-0.10	-0.03	-0.10	-0.14	0.14	0.07	0.00	0.00	0.00	0.19	0.07	1.00											
Sb_ppm	0.10	0.16	0.36	-0.04	0.05	0.10	0.26	-0.05	-0.02	0.17	0.43	0.15	0.21	0.16	0.20	0.17	0.06	-0.09	0.13	0.42	0.01	0.24	0.23	0.04	-0.07	1.00										
Sc_ppm	-0.05	0.65	0.32	0.16	0.03	0.41	0.15	-0.06	-0.05	0.34	0.40	0.04	0.16	0.41	0.36	0.30	0.38	0.09	0.08	0.19	-0.04	0.29	0.10	0.02	-0.23	0.24	1.00									
Sr_ppm	0.02	0.04	-0.03	0.01	0.54	0.18	0.02	0.43	0.33	0.14	0.13	0.07	-0.08	-0.05	-0.03	0.14	0.16	0.16	0.06	0.03	0.05	0.17	0.69	-0.05	0.03	0.08	0.01	1.00								
Ti_pct	0.01	0.15	0.09	-0.03	0.04	0.04	0.05	0.11	-0.03	0.01	0.06	-0.03	0.17	0.01	0.17	-0.02	-0.01	0.46	0.19	0.13	0.63	0.10	0.06	-0.06	0.12	-0.05	-0.02	0.06	1.00							
Tl_ppm	0.14	0.14	0.32	-0.05	0.39	0.33	0.41	0.00	0.35	0.10	0.16	0.41	0.44	0.11	0.35	-0.20	0.04	0.04	0.56	0.37	-0.03	0.43	0.33	-0.06	-0.07	0.19	0.10	0.11	0.09	1.00						
U_ppm	0.10	0.04	0.21	-0.02	0.01	0.04	0.16	-0.05	-0.03	0.10	-0.08	0.01	0.18	-0.07	0.11	-0.08	-0.14	-0.03	0.19	0.12	-0.01	0.08	0.11	-0.03	0.04	0.29	0.09	-0.05	0.07	0.01	1.00					
V_ppm	0.13	0.61	0.61	0.12	0.16	0.40	0.36	-0.08	0.08	0.02	0.69	0.20	0.52	0.28	0.58	-0.06	0.19	0.02	0.42	0.54	-0.05	0.39	0.22	0.03	0.03	0.34	0.42	0.03	0.09	0.26	0.08	1.00				
W_ppm	0.30	0.00	0.08	0.21	0.05	0.10	0.16	-0.03	0.42	-0.03	-0.04	0.26	0.26	0.05	0.13	0.02	-0.05	-0.02	0.20	0.11	-0.01	0.15	0.04	0.36	0.02	0.00	-0.01	-0.04	0.05	0.08	-0.04	0.10	1.00			
Zn_ppm	0.48	-0.06	0.09	0.09	0.16	0.12	0.32	-0.04	0.65	0.04	-0.06	0.34	0.65	0.04	0.13	-0.05	-0.12	-0.11	0.28	0.20	-0.03	0.17	0.09	0.52	0.11	0.03	-0.04	-0.03	0.01	0.14	0.03	0.09	0.64	1.00		

LEYENDA	
Muy Fuerte	0.8 a 1.0
Fuerte	0.6 a 0.79
Moderada	0.5 a 0.59
Débil	0.4 a 0.49
Muy Débil	0.3 a 0.39

ELEMENTO	CORRELACION		
	Muy Fuerte	Fuerte	Moderada
Zn	—	Cd, Fe, W	Pb
Pb	—	—	Zn
Ag	—	—	—
Cu	—	—	—
Fe	—	Mn, Bi, Mo, As	Hg, V
Mg	—	—	—
Ca	—	—	—

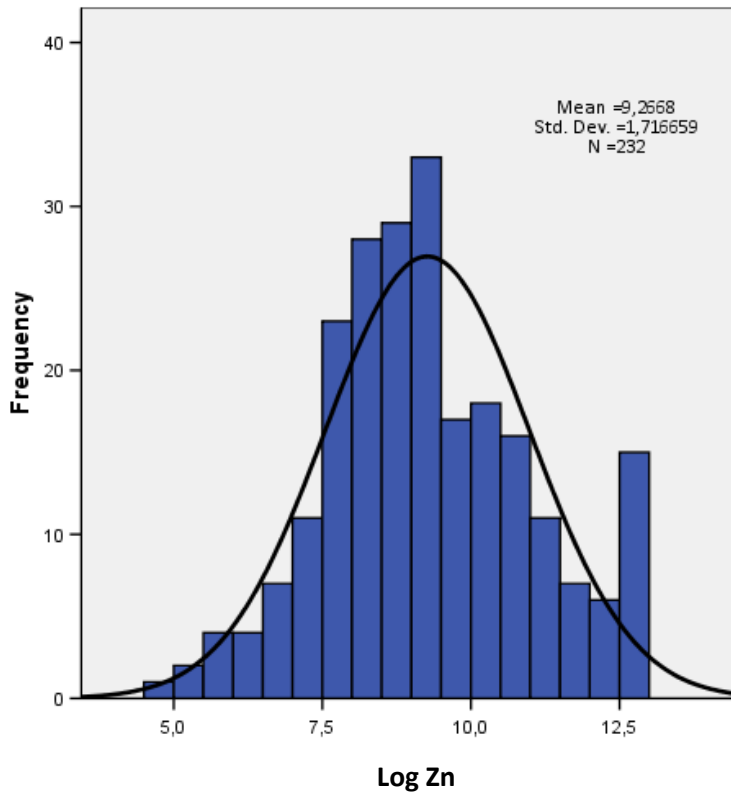
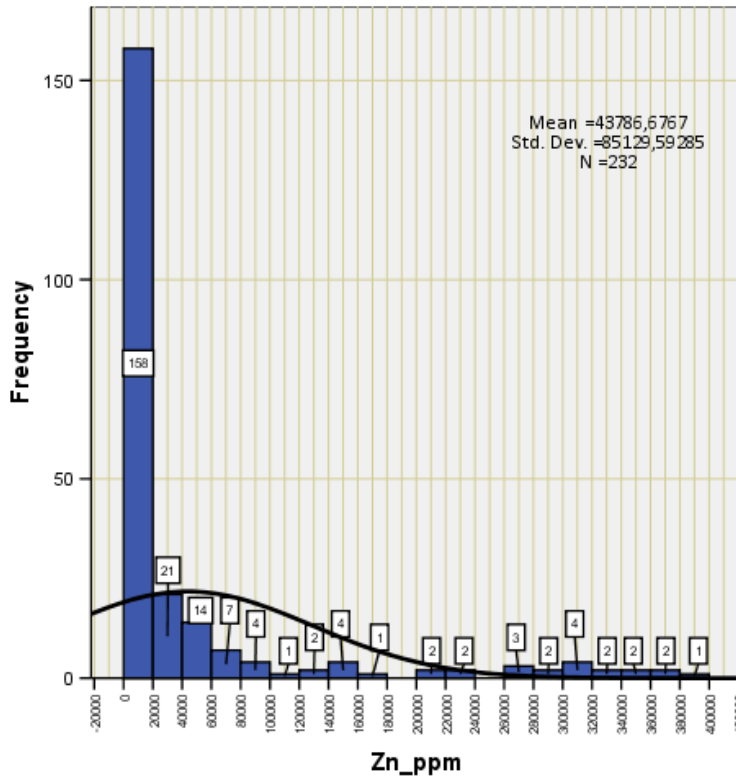
Tabla 05. Correlación de Pearson para Muestras de rocas

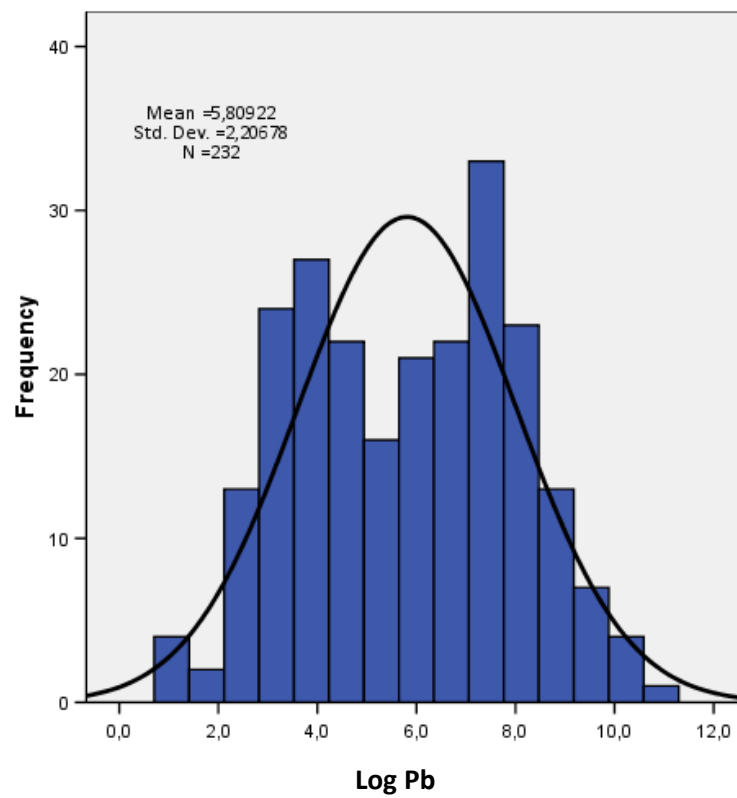
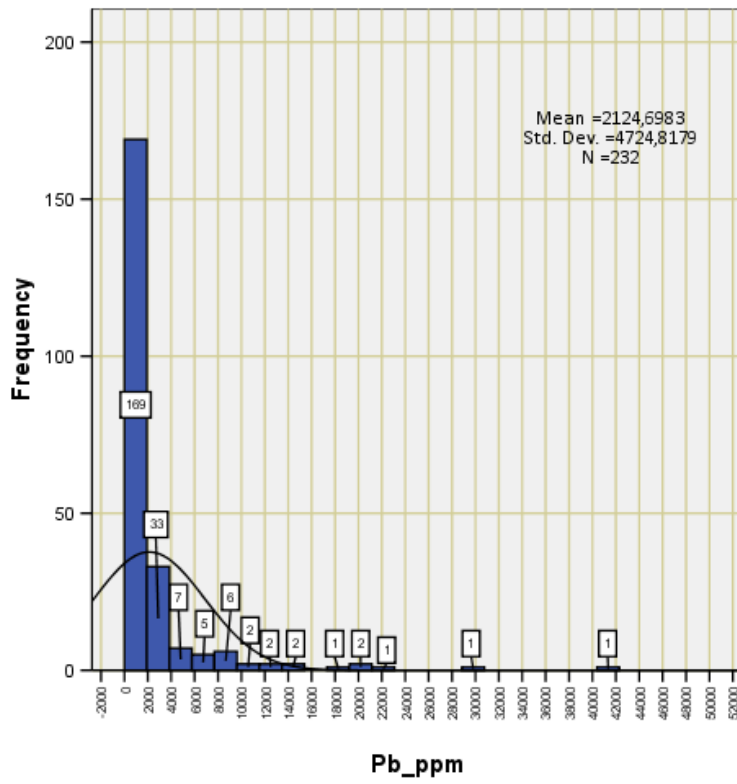
Elemento	Ag_ppm	Al_pct	As_ppm	Ba_ppm	Be_ppm	Bi_ppm	Ca_pct	Cd_ppm	Co_ppm	Cr_ppm	Cu_ppm	Fe_pct	Ga_ppm	Hg_ppm	K_pct	La_ppm	Mg_pct	Mn_ppm	Mo_ppm	Na_pct	Ni_ppm	P_ppm	Pb_ppm	S_pct	Sb_ppm	Sc_ppm	Sr_ppm	Tl_ppm	U_ppm	V_ppm	W_ppm	Zn_ppm			
Ag_ppm	1.00																																		
Al_pct	-0.10	1.00																																	
As_ppm	-0.08	0.48	1.00																																
Ba_ppm	-0.05	0.22	0.28	1.00																															
Be_ppm	-0.06	0.73	0.39	0.17	1.00																														
Bi_ppm	0.07	0.25	0.23	0.38	0.17	1.00																													
Ca_pct	-0.38	-0.59	-0.44	-0.22	-0.37	-0.55	1.00																												
Cd_ppm	0.81	-0.19	-0.15	-0.06	-0.14	0.01	-0.32	1.00																											
Co_ppm	0.76	0.07	0.08	0.03	0.10	0.30	-0.52	0.61	1.00																										
Cr_ppm	-0.06	0.81	0.56	0.15	0.64	0.36	-0.61	-0.15	0.15	1.00																									
Cu_ppm	0.63	0.05	0.05	0.01	0.06	0.26	-0.50	0.58	0.81	0.12	1.00																								
Fe_pct	-0.05	0.41	0.39	0.32	0.24	0.62	-0.70	-0.13	0.14	0.44	0.20	1.00																							
Ga_ppm	0.37	0.03	0.00	-0.07	0.02	0.16	-0.28	0.46	0.45	0.05	0.59	0.01	1.00																						
Hg_ppm	0.70	0.34	0.18	0.00	0.31	0.29	-0.62	0.60	0.81	0.40	0.77	0.21	0.57	1.00																					
K_pct	-0.13	0.81	0.46	0.20	0.53	0.22	-0.55	-0.18	0.01	0.70	-0.03	0.33	-0.04	0.17	1.00																				
La_ppm	-0.08	0.73	0.24	-0.01	0.75	-0.07	-0.23	-0.11	-0.02	0.54	-0.06	-0.06	0.03	0.24	0.53	1.00																			
Mg_pct	-0.34	-0.59	-0.46	-0.33	-0.36	-0.53	0.87	-0.27	-0.47	-0.59	-0.44	-0.67	-0.24	-0.57	-0.58	-0.25	1.00																		
Mn_ppm	0.01	0.27	0.32	0.49	0.31	0.47	-0.36	0.00	0.29	0.30	0.20	0.45	-0.02	0.15	0.23	-0.09	-0.33	1.00																	
Mo_ppm	0.20	0.49	0.44	0.38	0.32	0.38	-0.51	0.18	0.39	0.58	0.27	0.31	0.12	0.48	0.42	0.17	-0.50	0.43	1.00																
Na_pct	-0.33	-0.48	-0.38	-0.23	-0.30	-0.46	0.80	-0.34	-0.44	-0.48	-0.45	-0.58	-0.26	-0.53	-0.46	-0.19	0.86	-0.31	-0.44	1.00															
Ni_ppm	0.52	0.44	0.31	0.27	0.39	0.39	-0.66	0.45	0.59	0.49	0.52	0.28	0.27	0.60	0.40	0.27	-0.65	0.50	0.55	-0.57	1.00														
P_ppm	0.16	0.49	0.42	0.13	0.22	0.40	-0.66	0.05	0.35	0.67	0.28	0.44	0.14	0.41	0.50	0.20	-0.66	0.21	0.57	-0.57	0.50	1.00													
Pb_ppm	0.17	0.24	0.15	0.03	0.33	0.33	-0.40	0.05	0.40	0.27	0.30	0.40	0.05	0.29	0.22	0.07	-0.37	0.43	0.23	-0.31	0.32	0.24	1.00												
S_pct	-0.04	-0.06	-0.03	-0.08	-0.05	-0.05	0.02	-0.01	-0.06	-0.06	0.06	-0.01	0.03	-0.02	-0.02	-0.05	0.10	-0.06	-0.07	0.13	-0.08	-0.07	0.40	1.00											
Sb_ppm	0.40	-0.03	-0.02	-0.04	-0.04	-0.02	-0.15	0.40	0.32	0.06	0.25	-0.14	0.23	0.28	0.00	0.02	-0.14	-0.04	0.31	-0.17	0.30	0.14	-0.03	-0.03	1.00										
Sc_ppm	-0.14	0.89	0.54	0.30	0.76	0.29	-0.53	-0.22	0.06	0.75	0.06	0.35	0.02	0.28	0.73	0.74	-0.53	0.32	0.42	-0.44	0.45	0.40	0.21	-0.07	-0.05	1.00									
Sr_ppm	-0.30	-0.34	-0.26	-0.12	-0.25	-0.43	0.71	-0.26	-0.40	-0.39	-0.39	-0.55	-0.23	-0.47	-0.18	-0.09	0.62	-0.30	-0.36	0.60	-0.44	-0.37	-0.28	0.03	-0.14	-0.31	1.00								
Tl_ppm	0.80	-0.08	-0.01	0.06	-0.08	0.18	-0.38	0.76	0.66	0.02	0.51	-0.04	0.33	0.62	-0.09	-0.07	-0.35	0.66	-0.34	0.52	0.21	0.00	-0.06	0.43	-0.11	-0.33	1.00								
U_ppm	-0.03	-0.03	-0.02	0.00	-0.03	-0.05	-0.01	-0.03	-0.05	-0.05	-0.03	0.19	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.10	-0.11	-0.02	-0.04	-0.07	-0.06	-0.02	-0.01	-0.03	-0.05	-0.07	-0.04	1.00						
V_ppm	-0.13	0.60	0.59	0.18	0.44	0.23	-0.56	-0.19	-0.01	0.74	0.06	0.65	0.03	0.26	0.47	0.31	-0.55	0.19	0.35	-0.46	0.24	0.48	0.22	0.01	-0.01	0.53	-0.38	-0.11	0.05	1.00					
W_ppm	-0.06	-0.06	-0.04	0.04	0.02	0.13	-0.05	-0.09	-0.01	-0.05	0.03	0.27	-0.07	-0.03	-0.09	-0.12	-0.08	0.10	0.00	-0.04	0.09	0.00	-0.01	-0.04	-0.08	-0.03	-0.03	-0.03	0.48	-0.01	1.00				
Zn_ppm	0.77	-0.12	-0.13	-0.04	-0.10	0.01	-0.37	0.82	0.64	-0.14	0.66	-0.02	0.33	0.61	-0.14	-0.10	-0.31	0.06	0.10	-0.33	0.58	0.06	0.14	0.00	0.31	-0.14	-0.29	0.60	-0.04	-0.15	-0.04	1.00			

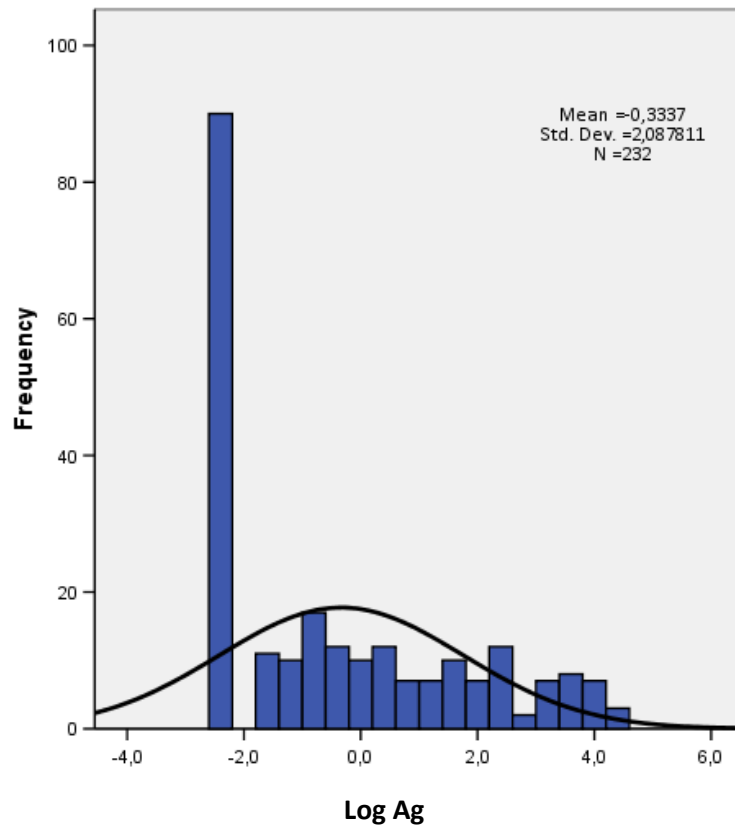
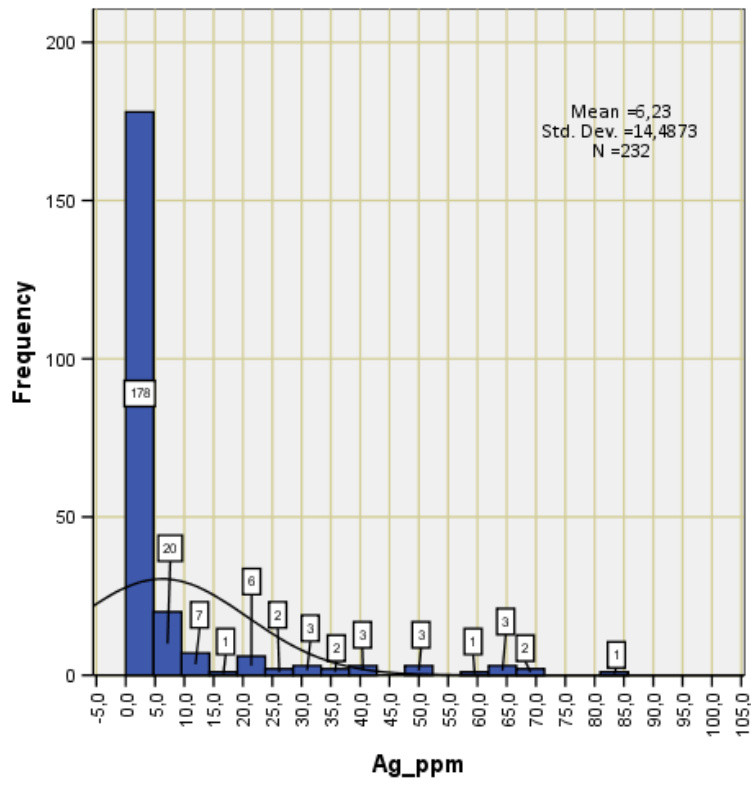
LEYENDA	
Muy Fuerte	0.8 a 1.00
Fuerte	0.6 a 0.79
Moderada	0.5 a 0.59
Débil	0.4 a 0.49
Muy Débil	0.3 a 0.39

ELEMENTO	CORRELACION		
	Muy Fuerte	Fuerte	Moderada
Zn	Cd	Ag, Co, Cu, Hg, Tl	Ni
Pb	—	—	—
Ag	Cd, Tl	Zn, Co, Hg, Cu	Ni
Cu	Co	Hg, Zn, Ag	Ga, Cd, Ni, Tl
Fe	—	Ca, Mg, V, Bi	Na, Sr
Mg	Ca, Na	Fe, P, Ni, Sr	K, Hg, V, Sc, bi
Ca	Mg, Na	Sr, Fe, Ni, P, Hg, Cr	Al, V, K, Bi, Sc, Co

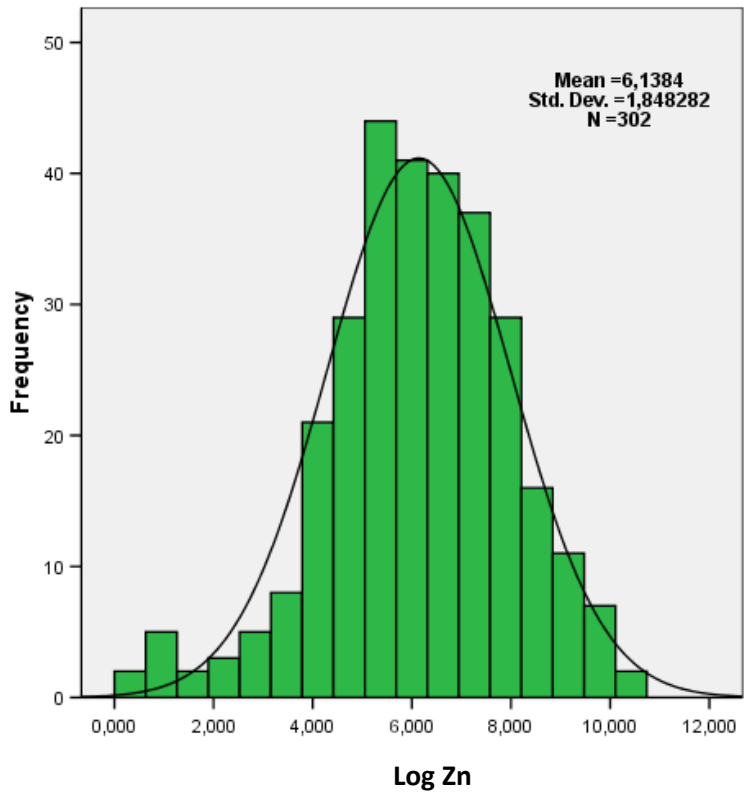
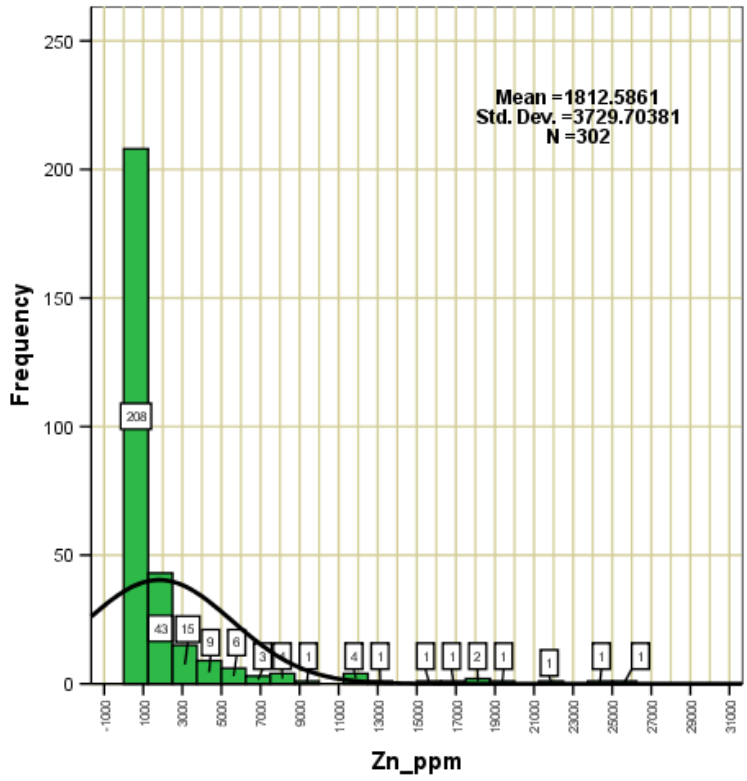
GRAFICOS DE HISTOGRAMAS (MUESTRAS DE ROCAS)

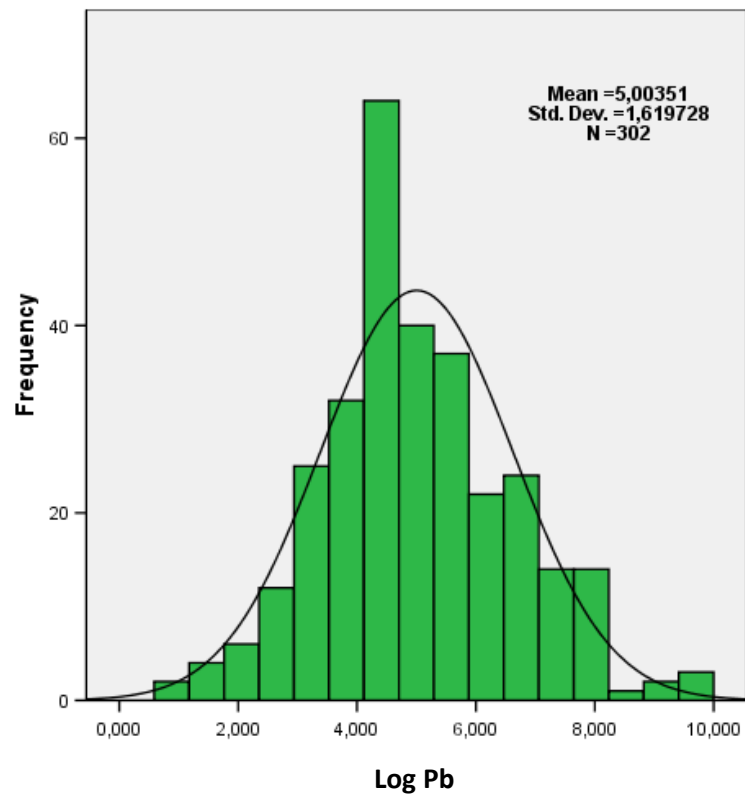
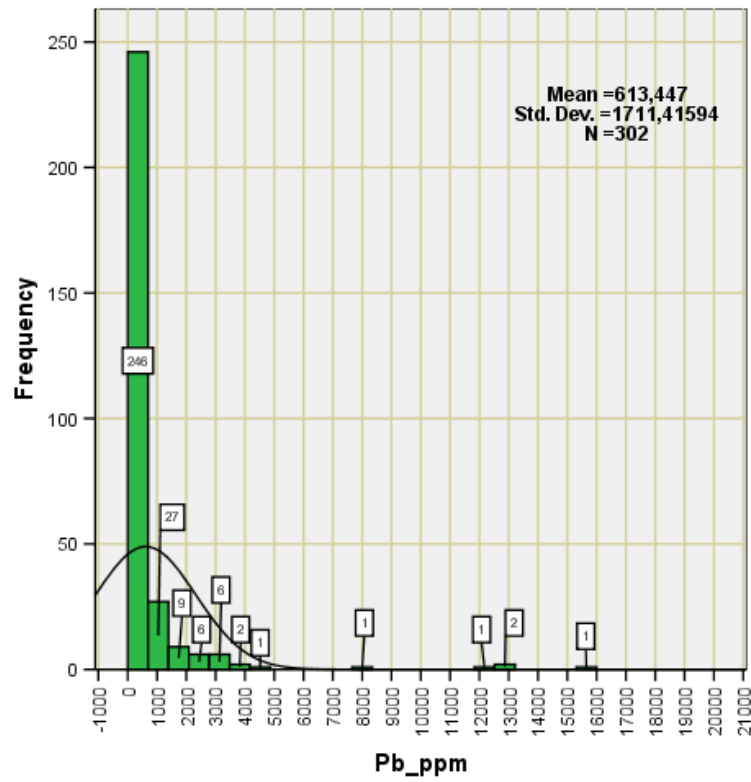


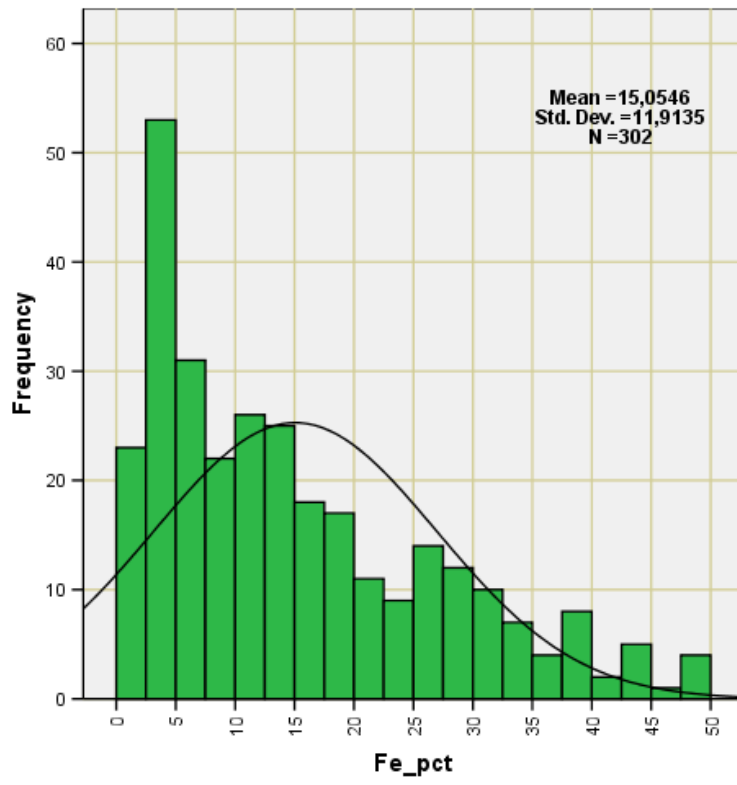




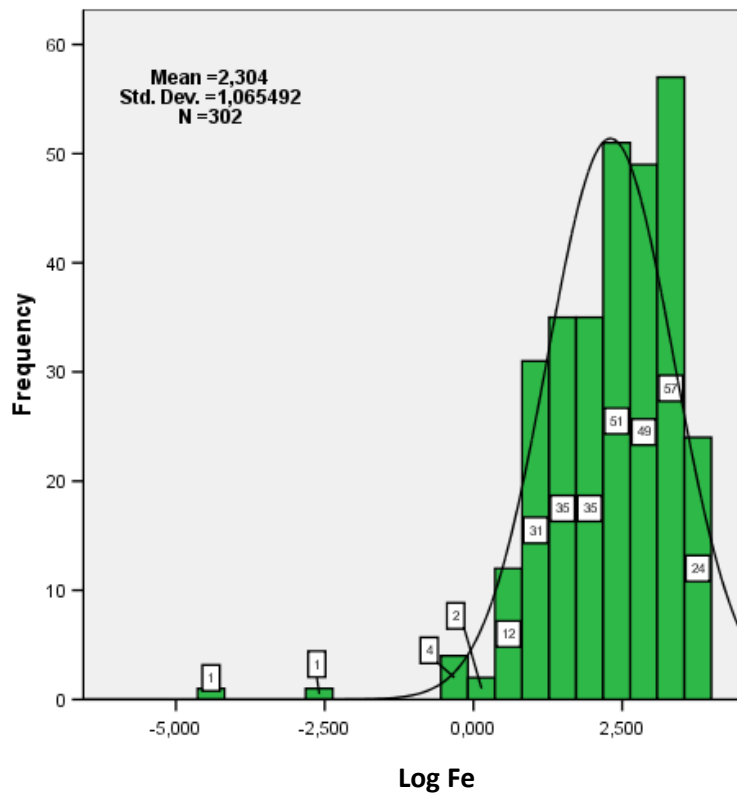
GRAFICOS DE HISTOGRAMAS (MUESTRAS DE SUELOS)







Background: 12.30
Threshold: 36.13



4.6 OCURRENCIA DE ZONAS MINERALIZADAS

A continuación se describirá solo los **Afloramientos anómalos en Zn y Pb** más importantes de cada Zona dentro del Proyecto Cristal:

ZONA ESTE (Anita y Erika)

AFLORAMIENTO ANITA

Se ubica a 300 m. al SW del campamento Cristal, aflora en ambos márgenes del Río Cristal, es un afloramiento dolomitizado de 100m. de largo y 15m. de ancho, en forma elongada, de orientación N30°W, limitada al Este en contacto muy marcado por calizas gris claras “wackestone” muy laminares. La ocurrencia de la mineralización se presenta en dos niveles bien marcados:

Nivel superior, ocupa las partes altas, consiste de dolomías gris claras grainstone esparíticas, de laminación delgada con desarrollo de estratificación cruzada, estas dolomías son porosas y localmente muy deleznable, se intemperizan a tonalidades beige y manchadas con limonitas, las que reaccionan débilmente al zinc zap. El flujo dolomítico es escaso, advertidos en venas de dolomita blanca (WSD) y calcita, discordantes a la estratificación y que en ocasiones forma brechas irregulares. La mineralización se presenta como disseminaciones de galena, esfalerita marrón oscura con esporádicas acumulaciones masivas y pirita cúbica.

Los muestreos sistemáticos de canaleta reportan leyes bajas, de rangos de anomalías, hasta 0.47% Zn y 1.43 % Pb.

Así este nivel conforma 18 m. de largo y 2 m. de ancho, con leyes ponderadas de 0.24% Zn, 0.53% Pb y 0.35gr de Ag.

Nivel inferior, esta zona mineralizada está ubicada en la parte baja del margen izquierdo del Río Cristal, se observa una mejor mineralización en forma estratiforme de esfalerita marrón oscura, galena y pirita además disseminación fina de esfalerita rojiza, asociados a venas de dolomita blanca (WSD), calcita, cuarzo y bitumen, emplazada en dolomías gris claras blanquecinas grainstone esparítica laminares de estratificación cruzada, además se observan estructuras con fuerte oxidación de orientación E-W a N80°W, los muestreos sistemáticos de canaleta reportan leyes hasta 9.91% Zn y 3.90% Pb y una mineralización continua estratiforme de 14 m de largo con una potencia promedio de 0.93 m. con leyes ponderado de 3.09% Zn, 1.11% Pb y 0.51 g/TM Ag.

Al margen derecho y a nivel del Río Cristal, afloran dolomías gris claras “packstone” esparíticas y un lente de 5 m de largo por 2 m ancho de pirita fina terrosa deleznable (con una estimación de 40% Fe) de límites irregulares (cavidad kárstica ?), similar a lo observado en el afloramiento Charlita, esta pirita presenta esporádicas diseminaciones de cristales de esfalerita marrón oscura, los muestreos indican leyes anómalas en zinc hasta 0.44% Zn y 0.03 % Pb, geoquímicamente no reporta anomalía en algún elemento importante que pudiera relacionarse con la mineralización económica, pero es importante su ocurrencia ya que es posible que este ligado a “feeders” y como centro de mayor actividad hidrotermal.

Anita constituye una paleo caverna de forma alargada (NW-SE) con alteración dolomítica y mineralización de Zn-Pb, desarrollada en calizas mudstone laminadas al tope de la Fm. Condorsinga (Jurásico inferior) e inicios de la Fm. Sarayaquillo (Jurásico superior), la cual fue rellena por sedimentos calcáreos y carbonatos (travertino, aragonito, etc.), posteriormente con la actividad hidrotermal estos rellenos fueron completamente reemplazados por dolomita (dolomitización penetrante) constituyendo dolomías muy porosas y permeables, mientras que la caliza apenas fue recristalizada en halos irregulares a escala métrica.

El sondaje diamantino CR-01 (COMINCO 1998) ubicado a 25 m. al Norte de Anita (Fig. 9), intercepta 47 m. de dolomía esparítica, en la cual intercepta un tramo mineralizado de 2m. con 1.35% Zn, 0.02% Pb y 0.2 g/TM Ag, este tramo se correlaciona con la zona mineralizada del nivel superior de Anita y finalmente hasta los 76.25 m. (fin de taladro) intercepta caliza mudstone débilmente dolomitizada.



Fotos 17 y 18. Muestras del área “Anita”, Izquierda: Doloesparita con esfalerita pervasiva, nótese los óxidos de zinc. Derecha: abundante presencia de óxidos de zinc reaccionando intensamente al Zinc Zap.

ZONA CENTRO (Kenita – Marita – Lupita – Osiris – Nenita – Esperanza – Yolanda – Juanita)

AFLORAMIENTO MARITA.

Ubicada a 900 m. al Oeste del campamento Cristal, consiste de bloques mineralizados movidos y posiblemente algunos estén in situ, abarcan un área de 12m de largo y 5m de ancho.

Afloran dolomías “packstone” gris claras con tonalidad beige manchadas con limonitas que reaccionan moderada a débilmente al “zinc zap”, con disseminaciones principalmente de esfalerita marrón oscura y pirita de cristalización fina, asociado a venas de dolomita blanca (WSD), dolomita gris (GSD), algo de calcita y bitumen en venillas finas e irregulares y como relleno de pequeñas cavidades de disolución, muestreo de rock chip reporta leyes hasta 6.07% Zn, 0.11% Pb y 12.9 g/TM Ag recristalizadas, en un contacto aparente de dirección N30°W.

Aledañas a Marita tanto al SE y SW se han identificado diferentes afloramientos de dolomías y bloques de óxidos dispersos, entre las cuales destacan las siguientes.

A 90m al SE de Marita aflora una secuencia de dolomías “wackestone” con fuerte fracturamiento de dirección N30°W, manchadas por limonitas que reaccionan ligeramente al “zinc zap”, los muestreos indican leyes hasta 2.01% de Zn.

A 160 m. al SW afloran bloques aislados de dolomías esparíticas y mayormente bloques de óxidos masivos, algunos de los cuales con fuerte reacción al “zinc zap”. Reportan leyes hasta 18.18% Zn, 0.51% Pb y 1.8 g/TM Ag. y otros valores que confirman mineralización en óxidos y sulfuros.

El afloramiento anómalo Marita y zonas aledañas conforman un área 250m por 150m como blanco de exploración avanzada, ya que gran parte esta cubierto por suelo y los pocos afloramientos que se ubicaron presentan valores alentadores, una malla de muestreo de suelos podría definir el potencial de esta zona.

El sondaje diamantino CR-05 (COMINCO 1998) de 115.90m de longitud, ubicado a 105m al Norte de Marita, intercepta en los primeros 57m caliza mudstone con pseudomorfos de evaporitas, pasando luego hasta los 115.90m a dolomías de cristalización fina, con tramos dedolomitizados y pirita disseminada. Los muestreos no

indican mineralización económica, solo tramos métricos con valores de rangos de anomalía.

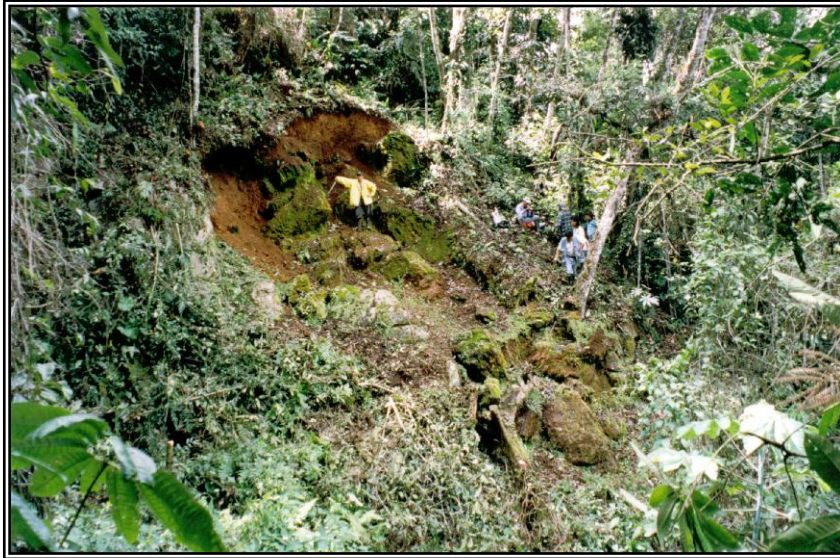


Foto 19. Limpieza del afloramiento anómalo Marita (Zona Centro)



Foto 20. Doloesparita grano medio de la formación Condorsinga superior con esfalerita marrón en reemplazamiento pervasivo asociado a WSD (“Marita”).

AFLORAMIENTO LUPITA

Ubicada a 220 m. al Oeste del afloramiento anómalo Marita, consistente de dolomías grises claras “wackestone” y “packstone”, de superficie intemperizada de tonalidad beige con patinas de limonitas y que localmente constituyen el flanco NW de un anticlinal.

La mineralización está emplazada preferentemente en un nivel estratigráfico de dolomías “packstone”, con una continuidad a lo largo de 30m y hasta 4m de ancho, de estratos de rumbo general de NE-SW, buzando 30° a 60° hacia el NW. La mineralización se encuentra irregularmente distribuido en venas discontinuas y como relleno de cavidades kársticas, de esfalerita marrón, galena y pirita cristalizada, asociado a dolomita blanca (WSD), dolomita gris (GSD) y calcita, las que ocurren como venas irregulares y localmente formando pseudo brechas, enriquecidos con óxidos de zinc y carbonatos de zinc (smithsonita), las que recubren los afloramientos como patinas de coloración beige amarillenta.

Muestreo de canaletas sistemáticas indican una mineralización continua de 25 m. de largo con una potencia promedio de 2.25 m. y leyes ponderadas de 14.12% Zn, 1.27% Pb y 3.77g/TM Ag.

Hacia el Sur ocurren dolomías con fuerte fracturamiento de dirección preferencial N25°W asociado con óxidos que reaccionan ligeramente al “zinc zap” y puntualmente se observan venas de calcita con galena, estas reportan leyes hasta 4.35% Zn, 4.30% Pb y 3.4 g/TM Ag, en un ancho de 1.60 m. ampliando así la zona prospectiva.

El sondaje diamantino CR-02 (COMINCO 1998) de 97.60 m. de longitud, ubicada a 40 m. al Norte del afloramiento Lupita, intercepta en los primeros 11.70m dolomías gruesas esparíticas ferrosas con venillas de calcita y óxidos (horizonte favorable), las que correlacionan con la zona mineralizada en superficie. Seguidamente pasan a dolomías finas pseudomórficas hasta los 45.70m y finalmente hasta los 97.60m intercepta dolomías gruesas con desarrollo de pseudo brechas y ocurrencias de oquedades rellenas de calcita, textura similar a lo observado en Lupita, así este nivel correlaciona con los bloques de óxidos y dolomías esparíticas descritas en Marita.



Fotos 21 y 22. Foto superior muestra la cobertura con la que se halló el afloramiento anómalo Yolanda, Foto Inferior muestra la Limpieza Exhaustiva del afloramiento mencionado.



AFLORAMIENTO YOLANDA

Ubicada a 200m. al Norte del afloramiento Esperanza, al margen derecho de la Quebrada Marita, consiste de óxidos terrosos de forma alargada de dirección N80°E, de 85m de largo y 50m de ancho.

Constituido por Gossan de óxidos de fierro (limonitas, goetita, etc.) de textura masivas, botroidales, y óxidos terrosos enriquecidas con carbonatos de zinc (smithsonita, hidrozincita y hemimorfita) las que ocurren como intercrecimiento en cavidades botroidales de óxidos de fierro.

En la partes más bajas se puede observan aún relictos de dolomía gris clara grainstone esparítica muy deleznable con diseminaciones de pirita cúbica y bitumen.

Muestreo sistemático de canaletas y calicatas antiguas (COMINCO) de hasta 3.50m. de profundidad, reportan valores muy altos en contenidos de Zn y Ag. Así tenemos un área mineralizada de 50 m. de largo, 10m. de ancho y hasta 6.0m. de profundidad con leyes ponderadas de 18.53 %Zn, 0.48%Pb y 17.92 g/TM Ag.

Asimismo el sondaje diamantino CR-03 (COMINCO 1998) ubicado a 20m. al NW del afloramiento Yolanda, sondaje vertical de 152.20m intercepta 14.40 m. de dolomías gruesas fuertemente oxidados, con leyes ponderadas de 18.34% Zn, 0.27% Pb y 16.9gr/TM Ag, pasando inmediatamente a calizas mudstone hasta los 36.60m finalmente interceptan intercalaciones de dolomías de grano medio y fino.

ZONA OESTE (Charlita – El Águila – Charlita Norte)

AFLORAMIENTO CHARLITA

Ubicada a 2.15 Km. al Oeste del campamento Cristal, estratigráficamente se ubica al techo de la Fm. Condorsinga y al piso de la Fm. Sarayaquillo, en contacto erosional discordante.

La zona mineralizada ocupa un área aproximada de 50m de largo y 10m de ancho, emplazada en el contacto de secuencias dolomíticas gris claras “packstone” esparíticas (Fm. Condorsinga) y limolitas calcáreas gris verduscas gradando hacia el techo a secuencia de facies mixtas de conglomerados calcáreos y niveles delgados de areniscas (Fm. Sarayaquillo), ocurren en estratos de rumbo preferencial NW-SE a E-W, de buzamiento suave de 20° hacia el Sur, y afectadas por sistemas de fracturamiento de

dirección preferencial N70°W y E-W de buzamientos que varían entre 75° y 90°, hacia el Norte.

La principal alteración es la dolomitización, las que afectan hasta las secuencias de areniscas calcáreas del Sarayaquillo, incluso los niveles de conglomerados calcáreos presentan una dolomitización en la matriz (matriz esparítica).

Las mejores zonas mineralizadas están presentes en la línea de contacto y las limolitas piritizadas.

Las dolomías están mineralizadas en forma diseminada con esfalerita marrón oscuras, galena y pirita cúbica hasta 10%. Los muestreos reportan valores de rangos de anomalías hasta 600 ppm Zn, y puntualmente en zonas enriquecidas con óxidos y carbonatos, reportan hasta 0.33% Zn, 2.68% Pb y 0.9 gr/TM Ag.

La zona de contacto se expresa como una superficie kárstica, de cavidades irregulares, con relleno de sedimentos calcáreos y fragmentos sub-redondeados de dolomías esparíticas en una matriz de limolitas calcáreas fuertemente piritizadas, con diseminaciones esporádicas de cristales gruesos de esfalerita marrón oscura. Muestra de canal de 0.90m. reporta leyes de 3.04% Zn, 1.94% Pb y 0.6 gr/TM Ag.



Foto 23. Dolomita brechada con fragmentos subredondeados reaccionando de débil a moderadamente al “Zinc Zap” en afloramientos ubicados en Charlita.



Foto 24. En Charlita, detalle de la ocurrencia masiva de galena y esfalerita gruesa cristalina marrón oscura.

Las mejor zona de mineralización se expresa en la línea de contacto, con venas lenticulares masivas de hasta 0.40 m. de potencia conteniendo esfalerita marrón oscura, galena y pirita, asociado a dolomita blanca (WSD), calcita, cuarzo y bitumen, y como otra etapa de mineralización ocurren esfalerita rojiza cristalizada intercrecida con cuarzo en cavidades de dolomita, se reporta leyes hasta 6.80% Zn, 0.5% Pb y 2.1 g/TM Ag.

Hacia el techo se evidencian limolitas calcáreas (Fm. Sarayaquillo) intensamente piritizadas (pirita >75%) muy deleznales, estas conforman hasta 5 m. de potencia, en esta secuencia ocurren lentes y bandas irregulares de esfalerita marrón oscura y venas de calcita asociado a galena de cristalización gruesa. Los muestreos indican una mineralización piritosa regular de 25 m. de largo y 3 m. de potencia, con leyes ponderadas de 4.76% Zn, 1.71% Pb y 1.31 g/TM Ag.

5 INTERPRETACION Y MODELO GEOLOGICO

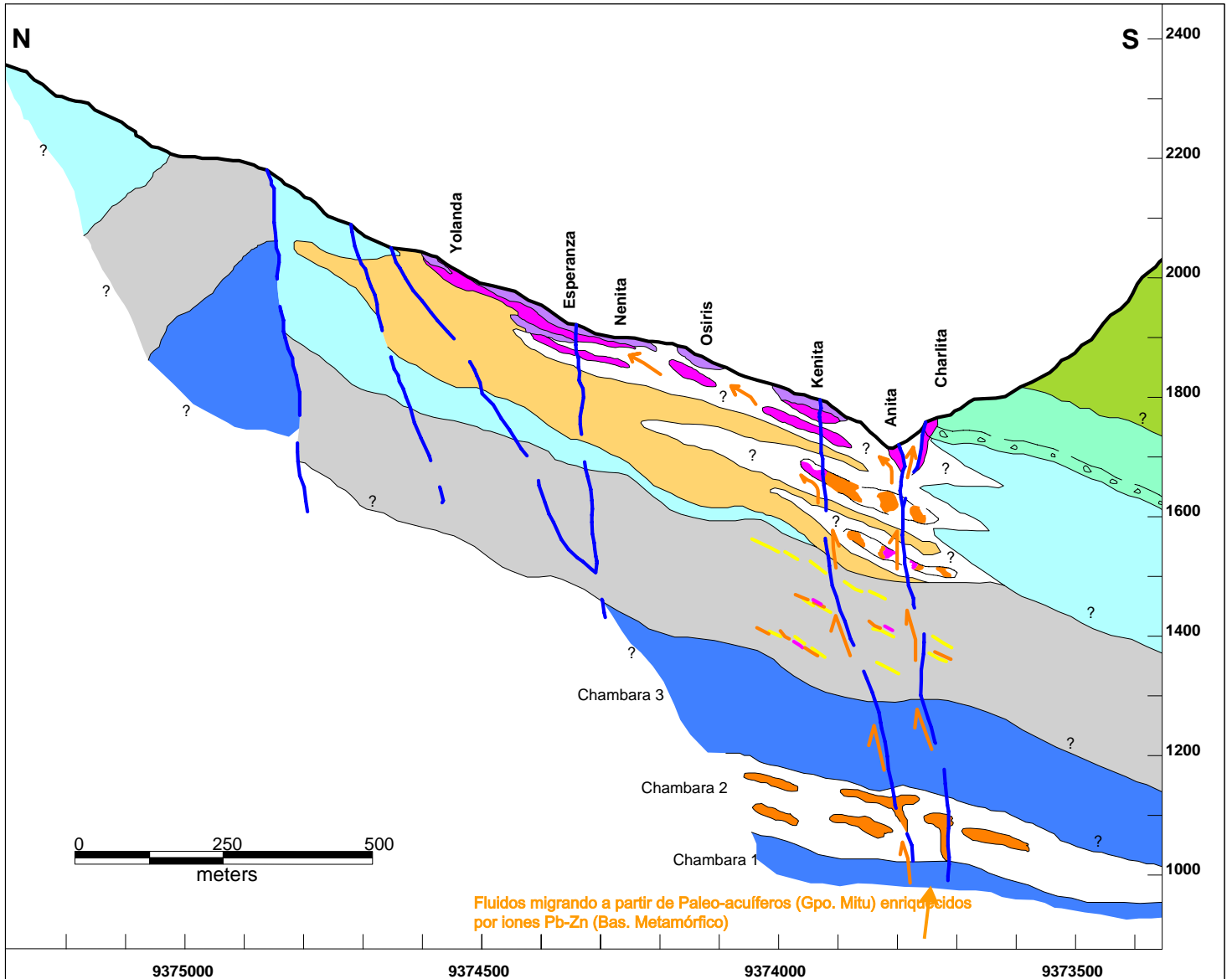
Los resultados obtenidos de los trabajos distritales y locales (Prospecto Cristal) sobre las características geológicas, estructurales, alteración, mineralización y geoquímica, permite realizar un ensayo del Modelo Geológico para el yacimiento Cristal, el que se muestra esquemáticamente en la Sección Modelo de la Fig. 19.

El modelo de Cristal, corresponde a eventos hidrotermales tipo “Mississippi Valley” (MVT) con mineralización de metales bases (Zn-Pb), ligada directamente a la evolución de una cuenca tipo “pull apart” (Pomacocha). Las etapas de evolución son descritas en la parte de evolución geológica basadas en las interpretaciones estructurales.

Los fluidos (salmueras) habrían migrado a partir de paleo-acuíferos (Grupo Mitu) enriquecidas por iones metálicos de Pb-Zn (basamento metamórfico), y bajo condiciones especiales de gradientes hidráulicos que habrían generado la migración de fluidos de Oeste a Este. Posteriormente (fines del Terciario) se genera el ascenso de los fluidos a través de fracturas y fallas, a consecuencia de la presión litostática ejercida por el colapsamiento del paquete sedimentario ocurrida por disolución de los cuerpos de evaporitas del Mitu y la base del Pucará. Así se habría generado una primera etapa de dolomitización.

Posteriormente durante la tectónica de compresión andina (NE), se generaron fallas inversas con vergencias al SW y S, en el borde norte de la cuenca pull-apart de Pomacocha (Mina Grande y Cristal), asimismo la migración ascendente de los fluidos hidrotermales a través de fallas regionales N80°W (Chiriaco y Farallón) y fracturamientos tensionales N30°W y N-S (feeders) alcanzó niveles de la Fm. Condorsinga y base de la Fm. Sarayaquillo, el cual generó la alteración dolomítica característica observable en la actualidad y mineralización polimetálica de Zn-Pb, en Mina Grande, Mina Chica y Cristal.

El grado de dolomitización y mineralización estuvo restringida a controles de mineralización tales como, facies favorables (porosidad y permeabilidad), trampa sedimentarias (cambios de facies), contenido de materia orgánica, grado de fracturamiento (“feeders”) y carstificación (desarrollo de cavernas).



EXPLICACION		
Goyllarisquisga Fm.	Oxidos de Hierro	Fluidos mineralizantes
Sarayaquillo Fm.	Zinc no sulfuroso	Py
Condorsinga Fm.	Sulfuros de Zinc	Fallas inferidas
Aramachay Fm.	Dolomicritas	
Chambara Fm.	Doloesparitas	

**SECCION MODELO DE FORMACION
PROSPECTO CRISTAL
(Mirando al Este)**

Proyecto Charlotte-Bongará

Autor: Rafael Vera Medina

Octubre 2008

**FIGURA
19**

Figura 19. Modelo de Formación de la Mineralización en el Proyecto Cristal

Así la Fm. Condorsinga, por las características litoestratigráficas constituye una unidad restringida para la mineralización de Zn-Pb, por la escasez de materia orgánica y cambios de facies. Su potencial prospectivo es favorecido por desarrollos de superficies cársticas y paleo-cavernas con rellenos de sedimentos calcáreos, las que son muy favorables para la alteración dolomítica y mineralización, en asociación directa con sistemas de fracturamiento. Como las que ocurren en Mina Grande y Mina Chica, y a pequeña escala Cristal (Anita, Lupita, Yolanda, Charlita y Charlita Norte).

Estas manifestaciones superficiales, corresponden a niveles superiores del sistema (valores altos de Manganeso y Bario), bajo este punto de vista, la Fm. Chambará constituye la “más favorable” para la mineralización económica, más aún teniendo como capa techo a la Fm. Aramachay, cabe mencionar que se ha observado alteración dolomítica en esta formación en la zona de Cristal Oeste. Los mejores ejemplos de lo mencionado lo constituyen los yacimientos de Cañón Florida y San Vicente (Junín).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente trabajo es el resultado de los trabajos de campo de Exploración Geológica en el Proyecto Charlotte Bongará mediante cartografiado geológico local, muestreo de suelos y muestreo de rocas local.
- La propiedad minera Charlotte Bongara se ubica dentro del nuevo distrito minero Bongará del tipo MVT Zn-Pb, con amplias posibilidades de descubrir nuevos yacimientos de alto potencial similar a la mina San Vicente del distrito minero Chanchamayo. A la fecha se ha puesto en evidencia el Prospecto Cristal de tipo nosulfuros de zinc (Oxidos, Hidrosilicatos), también se tienen buenas evidencias geológicas y altas anomalías geoquímicas en los prospectos Quebrada Seca, Alto Cristal, San José, Florida Centro y otras dos nuevas zonas anómalas que son Alto Tihuja y Alto Oroven.
- La alteración y mineralización está relacionada a dos fajas dolomíticas una N-S: Cañón Florida-San José-Alto Cristal y otra NO: Mina Grande-Cristal, diferenciándose dos tipos principales de mineralización relacionados al nivel

estratigráfico y mencionados a continuación de más joven a más antiguo: el primero de Nosulfuros (Óxidos, Hidrosilicatos) relacionado a la formación Condorsinga y el segundo de Sulfuros relacionado a la formación Chambará; además se tiene la tercera posibilidad relacionada a la formación Aramachay que consta de varios niveles milimétricos y venillas transversales de sulfuros y óxidos de zinc.

- Estructuralmente el Proyecto Cristal está en el intercepto de estructuras E-O tales como las fallas Farallón y Cristal con fallas y lineamientos N-S; la parte central del Proyecto es la zona subsidente de la estructura PPAB que tiene forma circular combada hacia el norte, la cual ha generado dos zonas de interés: Esperanza-Kenita y la otra Charlita-Águila.
- Con la data de suelos, se elaboraron mapas geoquímicos de Zn, Pb y Fe que muestran sobretodo la distribución del zinc. Esta es concordante con los escasos afloramientos permitiéndonos proyectar el alcance de las zonas mineralizadas, en los tres casos, tanto el zinc, el plomo, como el fierro indican dos zonas mineralizadas: Esperanza-Kenita y Charlita. Por la distribución de los valores, tanto del zinc como del fierro se deduce que hay relación con la intersección de las fallas con áreas de mayores valores estando los valores más altos en zinc en la parte baja mientras que el fierro esta en las zonas altas.
- En conclusión, de acuerdo a los mapas geológicos y geoquímicos en Cristal tenemos dos áreas: Esperanza-Kenita y la otra Charlita, ambas son potenciales blancos de sumo interés para una próxima campaña de perforación.
- Se recomienda continuar con los trabajos de exploración geológica en la propiedad Minera Charlotte-Bongará de acuerdo a la metodología ya empleada, dados los resultados positivos obtenidos a la fecha.
- Como primera prioridad se debe realizar trabajos de campo en las áreas Alto Tihuja, Alto Oroven, San José, para tener un grupo de hasta 6 prospectos y poder definir cual de ellos tiene mejor potencial a fin de delinear blancos de perforación a nivel distrital.

- Se recomienda continuar e intensificar los trabajos en Alto Cristal y Florida Norte para determinar, según las evidencias descritas y si las hubiera, zonas de interés económico que otorguen un mayor potencial a todo el Proyecto.

BIBLIOGRAFIA

M. W. HITZMAN, The Carbonate-Hosted Lisheen Zn-Pb-Ag Deposit, County Tipperary, Ireland. Economic Geology BULLETIN OF THE SOCIETY OF ECONOMIC GEOLOGISTS VOL. 97 December (2002).

J. J. WILKINSON,† S. L. EYRE, Ore-Forming Processes in Irish-Type Carbonate-hosted Zn-Pb Deposits: Evidence from Mineralogy, Chemistry, and Isotopic Composition of Sulfides at the Lisheen Mine. Economic Geology, v. 100, pp. 63–86 - January (2005).

Jordi Trilla¹, Gilles Levresse¹; Rodolfo Corona-Esquivel²; David Banks³; Depósitos de Pb-Zn-Cu-Ba-F-Sr epigenéticos estratoligados en series sedimentarias en relación con salmueras de cuenca: depósitos de tipo “Mississippi Valley” (MVT) y similares en México. BOLETÍN DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA, TOMO LVIII, NÚM. 1, 2006, P. 103-139.

J. Trilla, G. Levrese, E. Gonzales; Metalogenia y Geoquímica de los Fluidos asociados a los depósitos de tipo MVT en el centro y Norte de Mexico – (2006)

Robert Cinits, Technical Report on the Charlotte Bongará Zinc Property Amazonas Department, Peru; Mayo (2005).