

**INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
N° 55**



Prospección Geológica-Minera Regional en la Región La Libertad

**Lima, Perú
2018**



**INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
N° 55**

Prospección Geológica-Minera Regional en la Región La Libertad

**Dirección de Recursos Minerales y
Energéticos**

Equipo de Investigación:

**Michael Valencia Muñoz
Alexander Santisteban Angeldonis
Víctor Lozada Valdivia**

**Lima, Perú
2018**

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
N° 55

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-13898

Razón Social: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio: Av. Canadá N° 1470, San Borja, Lima, Perú
Primera Edición, INGEMMET 2018
Se terminó de imprimir el 13 de setiembre del año 2018 en los talleres de INGEMMET
Tiraje: 100

© INGEMMET

Derechos Reservados. Prohibida su reproducción

Presidente del Consejo Directivo: Oscar Bernuy Verand.

Secretaria General (e): Yelena Alarcón Butrón.

Comité Editor: Jorge Chira Fernández, Yorri Carrasco Pinares, Lionel Fidel Smoll

Dirección encargada del estudio

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos: Jorge Chira Fernández.

Unidad encargada de edición

Unidad de Relaciones Institucionales: Yorri Carrasco Pinares.

Revisión Técnica: Jorge Chira Fernández, Agapito Sánchez Fernández, Mirian Mamani Huisa.

Revisión Externo:

Corrección gramatical y de estilo: María del Carmen La Torre Cuadros.

Diagramación: A&M Soluciones Tecnológicas.

Fotografía de la carátula: Yacimiento Minero La Arena.

Referencia bibliográfica

Valencia, M.; Santisteban, A. & Lozada, V. (2018) - Prospección geológica-minera regional en la región La Libertad. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 55, 168p., 20 mapas.

Publicación disponible en libre acceso en la página web (www.ingemmet.gob.pe). La utilización, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original ya sea contenida en medio impreso o digital (GEOCATMIN - <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>).

Los términos empleados en esta publicación y la presentación de los datos que en ella aparecen son de exclusiva responsabilidad del equipo de investigación.

Contenido

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
GENERALIDADES	3
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 UBICACIÓN Y ACCESO	3
1.3 GEOMORFOLOGÍA	3
1.4 ESTUDIOS PREVIOS	4
1.5 AGRADECIMIENTOS	5
CAPÍTULO II	9
MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	9
2.1 ESTRATIGRAFÍA	9
2.2 ROCAS INTRUSIVAS	13
2.2.1 Litogeoquímica	13
2.2.2 Distribución de las rocas intrusivas	13
2.3 EVOLUCIÓN TECTÓNICA Y GEOLÓGICA	19
CAPÍTULO III	23
RECURSOS MINERALES METÁLICOS	23
3.1 FRANJA I DEPÓSITOS DE AU EN ROCAS META-SEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILURO-DEVÓNICO	23
3.1.1 Buldibuyo (Mina La Paccha)	23
3.2 FRANJA II DEPÓSITOS OROGÉNICOS DE Au-Pb- Zn-Cu DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO	27
3.2.1 Poderosa	30
3.2.2 Pataz (Mina Pataz Este)	34
3.2.3 Parcoy	36
3.2.4 El Gigante	41
3.3 FRANJA III DEPÓSITOS DE U-W- Sn-Mo, Au-Cu- Pb-Zn RELACIONADOS CON INTRUSIVOS Y PÓRFIDOS SKARNS Cu-Ag DEL PÉRMICOTRIÁSICO	44
3.4 FRANJA VI DE PÓRFIDOS Y SKARN DE Cu Y Au DEL JURÁSICO SUPERIOR	44
3.5 FRANJA VIII DEPÓSITOS DE Fe-Cu-Au (IOCG) DEL CRETÁCEO INFERIOR	44
3.6 FRANJA X PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR	45
3.7 FRANJA XIV DE DEPÓSITOS DE Au-Cu-Pb-Zn RELACIONADAS CON INTRUSIONES DEL EOCENO	45
3.8 FRANJA XVI DE DEPÓSITOS TIPO MISSISSIPPI VALLEY (MVT) DE Pb-Zn DEL EOCENO-MIOCENO	45
3.9 FRANJA XVIII EPITERMALES DE Au-Ag DEL OLIGOCENO	45
3.9.1 Salpo	46
3.10 FRANJA XX PÓRFIDOS DE Cu-Mo-Au, SKARNS DE Pb-Zn-Cu-Ag Y DEPÓSITOS POLIMETÁLICOS RELACIONADOS CON INTRUSIVOS DEL MIOCENO	48

3.10.1	El Toro	48
3.11	FRANJAXXI A EPITERMALES DE Au-Ag DEL MIOCENO HOSPEDADOS EN ROCAS VOLCÁNICAS	50
3.11.1	Tres Cruces	50
3.11.2	Alto Dorado	52
3.11.3	Quiruvilca	54
3.12	FRANJAXXIB EPITERMALES DE Au-Ag HOSPEDADO EN ROCAS SEDIMENTARIAS	56
3.12.1	Igor	56
3.12.2	Sayapullo	59
3.12.3	Lagunas Norte (Alto Chicama)	61
3.12.4	La Arena	63
3.12.5	La Virgen	65
3.12.6	Santa Rosa	67
3.12.7	Rosario de Belén	69
3.12.8	Callullin	71
3.12.9	Machasen	73
3.12.10	Pachagón	75
3.13	ASPECTOS METALOGENÉTICOS - CIRCULACIÓN DE FLUIDOS HIDROTERMALES	77
CAPÍTULO IV		81
POTENCIAL MINERO DE LA REGIÓN LA LIBERTAD		81
4.1	GENERALIDADES	81
4.2	CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE POTENCIAL EN LA REGIÓN LA LIBERTAD	81
4.2.1	Zonas de potencial minero muy alto	81
4.2.2	Zonas de potencial minero alto	81
4.2.3	Zonas de potencial minero medio	82
4.2.4	Zonas de potencial minero bajo	82
4.2.5	Zonas de potencial minero muy bajo	82
4.3	EVALUACIÓN GENERAL	82
CAPÍTULO V		83
PROSPECCIÓN MINERA REGIONAL		83
5.1	GENERALIDADES	83
5.2	PROSPECCIÓN PARA DEPÓSITOS METÁLICOS	83
5.2.1	Zonas de muy alto y alto interés prospectivo	83
5.2.2	Zonas de medio a bajo interés prospectivo	138
5.3	RESUMEN	149
CONCLUSIONES		151
BIBLIOGRAFÍA		153
ANEXOS		157

RESUMEN

Este estudio tiene por finalidad determinar áreas de interés prospectivo para depósitos de minerales metálicos. Tiene como fin contribuir con la actualización del Mapa Metalogenético del Perú y evaluar el potencial para depósitos de minerales metálicos distribuidos en la región de La Libertad.

La región La Libertad está ubicada en la zona noroeste del territorio peruano y comprende un área de 25 500 km². De toda esta área se seleccionó 15 zonas que abarcaron unos 588 km² para realizar una prospección minera más detallada a escala 1:25000. Se tomaron unas 372 muestras para estudios geoquímicos y petromineralógicos.

El proyecto se llevó a cabo en cuatro etapas de campo, durante las cuales se realizaron observaciones desde el punto de vista estratigráfico, estructural y especialmente geoeconómico.

Considerando lo anterior, entre las zonas de interés prospectivo, tenemos entre las más importantes: Paybal con abundantes zonas argilizadas; los valores de oro de 46 ppb en Pampa Grande; valores de 18 ppb de oro en dacitas en San José; las venillas de cuarzo en Vira Vira y Alto del Zorzal; y, además, Mitubamba con 54 ppb de oro en vetillas de intrusivo. Mientras las zonas menos interesantes por tener valores de oro poco relevantes son Calera, Hacienda Rucos, Maraibamba y Marcabal.

Las rocas más antiguas en la Región La Libertad afloran en el lado oriental y corresponden a un complejo metamórfico denominado Complejo del Maraón al que le sigue una alternancia de lutitas, areniscas y calizas del Paleozoico. El Mesozoico se manifiesta con una potente secuencia sedimentaria que tiene como base las lutitas grises de la Formación Chicama. Posteriormente, en el Cretáceo inferior se desarrolló una secuencia silicoclástica denominada

Grupo Goyllarisquiza, que se caracteriza por poseer mineralización de Au en su unidad inferior. El Cenozoico está representado por una cobertura volcánica (Grupo Calipuy), compuesta por secuencias de lavas y piroclastos intercalados con horizontes sedimentarios.

Sobre la base del Mapa Metalogenético se han determinado doce franjas en la región La Libertad: Franja I Depósitos de oro en rocas meta-sedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico, Franja II Depósitos orogénicos de Au-Pb-Zn-Cu relacionados con intrusivos del Carbonífero-Pérmico, Franja III de pórfidos-skarns Cu-Mo-Zn y depósitos de Au-Cu-Pb-Zn relacionados con intrusivos del Pérmico, Franja VI de Pórfidos y Skarn de Cu y Au del Jurásico Superior, Franja VIII Depósitos de Fe-Cu-Au (IOCG) del Cretáceo Inferior, Franja X Pórfidos de Cu-Mo del Cretáceo Superior, Franja XVIII Epitermales de Au-Ag del Oligoceno, Franja XIV de depósitos de Au-Cu-Pb-Zn relacionadas con intrusiones del Eoceno, Franja XVI de depósitos tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn del Eoceno-Mioceno Franja XX Pórfidos de Cu-Mo-Au, skarns de Pb-Zn-Cu-Ag y depósitos polimetálicos relacionados con intrusivos del Mioceno, Franja XXIA Epitermales de Au-Ag hospedados en rocas volcánicas, y Franja XXIB Epitermales de Au-Ag hospedado en rocas sedimentarias.

Además, se preparó un mapa de potencial minero de la región La Libertad y en su análisis se precisó que tenemos aproximadamente 0.14% de áreas de potencial minero muy alto, 17.33% de potencial minero alto, 41.01 % de potencial minero medio, 28.14% de potencial minero bajo y 13.37% de potencial minero muy bajo.

Por tanto, la región La Libertad tiene un enorme potencial para generar nuevos recursos minerales metálicos.

ABSTRACT

The present study has the goal to determine areas of prospective interest for metallic mineral deposits, and to contribute with the updating of the Metallogenetic Map of Peru.

The La Libertad region is located in the northwest area of the Peruvian territory and covers an area of 25 500 km². In this area, 15 zones were selected, covered about 588 km² to geological mapping at a scale of 1: 25000 and took 372 samples for geochemical and petromineralgic studies.

The project has four field stages, in which observations were made from the stratigraphic, structural and especially geo-economic point of view.

Based on the anomalies of geochemical and geology prospecting in this work, we have: Paybal with abundant argillized zones; gold values of 46 ppb in Pampa Grande; values of 18 ppb of gold in dacitas in San José; the quartz veins in Vira Vira and Alto del Zorzal; and, Mitubamba with 54 ppb of gold in intrusive veinlets. In another areas there aren't relevant gold values: Calera, Hacienda Rucos, Maraibamba and Marcabal.

In the La Libertad Region, the oldest rocks are on the Eastern side of metamorphic unit called the Marañón Complex, which is followed for Paleozoic shales, sandstones and limestones. The Mesozoic is a sedimentary sequence that has gray shales of the Chicama Formation. It is followed by the Lower Cretaceous a silicoclastic sequence called Grupo Goyllarisquiza, which is characterized by Au mineralization in its lower unit. The Cenozoic

is represented by a volcanic unit: Calipuy Group, and it has lavas and pyroclastic sequences and sedimentary horizons.

Based in the Metallogenetic Map twelve strips have been determined in the La Libertad region: Belt I of Gold deposits in meta-sedimentary rocks of the Ordovician and Siluro-Devonian; Belt II Au-Pb-Zn-Cu Orogenic Deposits related to Carboniferous-Permian intrusives; Belt III of Cu-Mo-Zn porphyry-skarns and Au-Cu-Pb-Zn deposits related to Permian intrusives; Belt VI of Porphyry and Skarn of Cu and Au of the Upper Jurassic; Belt VIII of Deposits of Fe-Cu-Au (IOCG) from the Lower Cretaceous; Belt X of Cu-Mo porphyries of the Upper Cretaceous; Belt XVIII of Epithermals of Au-Ag of the Oligocene; Belt XIV of deposits of Au-Cu-Pb-Zn related to Eocene intrusions; Belt XVI of Mississippi Valley (MVT) deposits of Pb-Zn from the Eocene-Miocene; Belt XX of Cu-Mo-Au porphyries, Pb-Zn-Cu-Ag skarns and polymetallic deposits related to Miocene intrusives; Belt XXIA Epithermal of Au-Ag housed in volcanic rocks; and Belt XXIB Epithermal of Au-Ag hosted in sedimentary rocks.

Based in the Potential Map of La Libertad, it has approximately 0.14% of areas of very high mining potential, 17.33% of high mining potential, 41.01% of average mining potential, 28.14% of low mining potential and 13.37% of very low mining potential.

Therefore, the La Libertad region has enormous potential to generate new metallic mineral resources.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar áreas de interés prospectivo para depósitos de minerales metálicos, contribuir con la actualización del Mapa Metalogenético del Perú y evaluar el potencial para depósitos de minerales metálicos distribuidos en la región de La Libertad. Con este fin se realizaron estudios y trabajos de campo y se recopiló la información de las bases de datos que tiene el INGEMMET y la Base DAC del Ministerio de Energía y Minas.

La región La Libertad está ubicada en la zona noroeste del territorio peruano y comprende total y parcialmente 23 cuadrángulos de la Carta Geológica Nacional, a escala 1:100 000, que abarca un área de 25 500 km².

En la región La Libertad, se han determinado 15 zonas para prospección minera que abarcan los 588 km², áreas que fueron seleccionadas en gabinete sobre la base de anomalías geoquímicas y anomalías espectrales de zonas libres de denuncios y de fuera de las zonas de reservas naturales. Se recolectaron unas 372 muestras de las que 306 se analizaron por ICP-Masa para Análisis Multielemental con fusión de peróxido de sodio que proporcionaron concentración de 55 elementos, y de las que 109 se analizaron por oro mediante el método de Ensayo al Fuego en 50 g por Absorción Atómica-AAS. Asimismo, 54 de estas muestras tienen análisis por fluorescencia de rayos X con borato de litio, para determinar la composición de óxidos de las rocas ígneas, usadas para caracterización petroquímica como alcalinidad y aluminosidad entre otras. De estas muestras, 45 contaron con descripciones petrográficas en sección delgada y 7 descripciones minerográficas en sección pulida.

El proyecto se llevó a cabo en cuatro etapas de campo, durante las cuales se realizaron observaciones desde el punto de vista estratigráfico, estructural y especialmente geoeconómico.

La región La Libertad tiene gran cantidad de recursos mineros como los demuestran las numerosas e importantes compañías mineras que operan en esta parte del territorio. Entre las principales empresas mineras que tienen las mayores áreas de concesión en la Región tenemos: Compañía Minera Poderosa S.A., Vale Exploration Peru S.A.C., Minera Aurífera Retamas S.A., Minera Barrick Misquichilca S.A., Consorcio Minero Horizonte S.A., entre otras.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESO

La región La Libertad está ubicada al noroeste del territorio peruano y sus puntos geográficos más extremos están comprendidos entre las coordenadas geográficas: 76°54'4.64" - 79°41'20.95" de longitud oeste y 6°56'55.3322 - 8°58'13.62" de latitud sur. Las coordenadas UTM equivalentes son 289940 E (Zona 18 sur) – 644 104 E (Zona 17 sur) y 9231500 N – 9008157 N, en Datum WGS84.

Fisiográficamente, la región se encuentra disectada por la Cordillera de los Andes, presenta una topografía muy accidentada y abarca las 3 regiones naturales del Perú: costa, sierra y selva.

El acceso por vía terrestre es amplio pues por la costa tenemos extensas carreteras longitudinales (Figura 1.1). Existen vías asfaltadas que llegan hasta las ciudades principales (carretera Panamericana), hacia las que confluyen diversos caminos de herradura que conectan con los pueblos de la región.

La vía asfaltada más importante al interior del departamento comprende el tramo Trujillo - Otuzco - Huamachuco; existen, además, varias vías de penetración sin asfaltar que unen la gran mayoría de pueblos de la región. Entre los tramos más importantes están Quiruvilca - Santiago de Chuco - Angasmarca - Mollepatha; Otuzco - Huaranchal - Lucma - Sayapullo; Huamachuco - Marcabal - Cajabamba (Cajamarca); Huamachuco - Chugay - Aricapampa - Chagual; Chagual - Pataz - Condormarca; y Chagual - Parcoy - Buldibuyo - Tayabamba - Huancaspata.

1.3 GEOMORFOLOGÍA

Como se mencionó el área de estudio comprende sectores de la costa y la sierra del departamento de La Libertad. La geomorfología se define de acuerdo con el origen general y específico del relieve ya sea estructural, de erosión o de acumulación. De oeste a este, en el área se reconocen cuatro unidades geomorfológicas (Figura 1.2), las cuales son las siguientes:

a. Planicie costanera

Se desarrolla a manera de una faja paralela a la costa, desde el nivel del mar hasta una altitud aproximada de 200 m; presenta notables ensanchamientos en los sectores correspondientes a los valles. Tiene una superficie más o menos llana, en la que destacan algunos cerros y colinas redondeadas. Las pampas

costaneras están constituidas por terrazas aluviales y marinas, abanicos aluviales, dunas y mantos de arena (Cossio & Jaén, 1967). Destacan los sectores de Chepén, San Pedro de Lloc, Virú, entre otros.

b. Relieve montañoso

Presenta la mayor distribución en la región, y se reconocen cumbres y estrabaciones, producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos como levantamiento cortical, glaciación, entre otros. Está esculpido en rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas, intrusivas y cársticas, cuyas edades van desde el Precambriano hasta el Cenozoico. Las rocas metamórficas originan superficies moderadas y ligeramente abruptas; las rocas sedimentarias forman colinas plegadas y laderas de montaña con pendientes suaves y abruptas; las rocas volcánicas presentan superficies planas y onduladas (altiplanos volcánicos) con frentes escarpados a abruptos; las rocas intrusivas originan laderas subredondeadas a cóncavas hasta escarpadas producto de erosión pluvial; y los relieves cársticos se presentan en zonas calcáreas o dolomíticas por disolución de los carbonatos (Cossio & Jaén, 1967; Medina *et al.*, 2012). En la mayor parte de la región destacan las planicies altiplánicas de Quiruvilca y Huamachuco, contrastando con las zonas abruptas de Pataz, Sarín, Sallapuyo, entre otras.

c. Valle fluvial

Consiste en valles tributarios de cauce angosto. Presentan terrazas fluviales adyacentes discontinuas encima de la llanura de inundación fluvial, una zona resultante del represamiento por efectos de un movimiento en masa de gran magnitud como deslizamiento, avalancha y llanuras aluviales, que corresponden a superficies bajas, adyacentes a los ríos principales, sujetas a inundación recurrente. Tenemos el valle del Marañón, Chicama, Moche, entre otros.

d. Valle glacial

Estos valles constituyen tributarios de ambientes glaciales con formación de lagunas de diferentes dimensiones. Están conformados por depósitos glaciales y fluvio-glaciales asociados. Las vertientes glacio-fluviales son depósitos de forma irregular que se encuentran ocupando las laderas y fondos de valles glaciares en las zonas montañosas que han sufrido un proceso de desglaciación durante el Pleistoceno. Destacan pequeños valles en las altiplanicies de Quiruvilca y Chugay.

1.4 ESTUDIOS PREVIOS

Son numerosos los estudios e informes de índole geológico minero que se han realizado en el área de estudio. La mayor parte de ellos se relacionan con la ocurrencia y explotación de los yacimientos de carbón, así como también de minerales metálicos y no metálicos.

En el 2007, Chirif *et al.*, dentro de un estudio de investigación, extrajeron en la región La Libertad un total de 44 muestras de

estructuras mineralizadas y rocas hospedantes. De ellas 9 fueron analizadas por elementos traza y tierras raras. Asimismo, se han seleccionado 22 muestras para estudios petrominero-gráficos, 10 para PIMA y 12 para análisis de Au por ensayo al fuego. También, se seleccionaron muestras para estudios de inclusiones fluidas, fluorescencia, difracción de rayos X, isótopos de Pb/Pb, y Sr/Nd para dataciones. Asimismo, se evaluaron 217 anomalías de alteraciones hidrotermales (óxidos Fe, arcillas y óxidos Fe + arcillas), definidas a partir de imágenes ASTER, y se visitaron depósitos metálicos: Alto Chicama (Lagunas Norte), Rosario de Belén, Santa Rosa, La Virgen, La Arena, Quiruvilca y Mundo Nuevo.

Por otro lado, dentro del Programa de Prospección Geoquímica Regional del Ingemmet, se extrajeron 921 muestras de sedimentos de quebrada, que sirvieron para determinar anomalías geoquímicas en la Región. La Dirección de Geología Regional (Navarro *et al.*, 2007), realizó el estudio sobre las «Características metalogenéticas de los yacimientos asociados al Grupo Calipuy en La Libertad y Ancash». Se tiene, también, el trabajo realizado por Zarate, H. (2006) «Proyecto GR-5 Estudio Geológico del Batolito de Balsas-Pataz-Buldibuyo. Ocurrencias de la Mineralización en el Área de Estudio.»

Se cuenta, además, con los estudios presentados en los boletines Serie A de la Carta Geológica Nacional, en los que la geología de los cuadrángulos a escala 1:100 000 que corresponden a la Región La Libertad se detallan a continuación:

- Puemape (16-d), Chocope (16-e), Otuzco (16-f), Trujillo (17-e), Salaverry (17-f), y Santa (18-f); Cossio, A. & Jaén, H. (1967), Boletín No. 17.
- Santiago de Chuco (17-g) y Santa Rosa (18-g); Cossio, A. (1964-69), Boletín No. 8.
- Cajabamba (16-g); Reyes, L. (1980), Boletín No. 31.
- Pataz (16-h); Wilson, J. & Reyes, L. (1964), Boletín No. 9.
- Tayabamba (17-i); Wilson, J.; Reyes, L. & Garayar, J. (1995), Boletín No. 60.
- Bolívar (15-h); Sánchez & Agapito, W. (1995), Boletín No. 56.
- Tocache (17-j); Díaz *et al.*, (1998), Boletín No. 126.

Otros artículos sobre los recursos minerales de la Región La Libertad son los siguientes:

- «Minas de Oro» (Raymondi, 1886)
- «Monografía Minera de la Provincia de Pataz» (Tamawiecki, 1926)
- «Compañía Minera Buldibuyo» (Broggi, 1942)
- «Geología y minería del distrito minero de Sayapullo» (Amiel, 1966)
- «Informe Geológico de las Minas en Salpo y Mainapal» (Ingemmet, Servicio de Geología y Minería, 1970)

- «Informe sobre la mina Salpo, Departamento La Libertad» (Stephan & Balarezo, 1978)
- «Sayapullo» de Ericksen *et. al.* (1979-95) (Perú Minero t. 4, vol. 2 pp. 526-538)
- «Mineralización del Yacimiento de Salpo, La Libertad» (Tumialán, 1982)
- «Quiruvilca: Mineral zoning timing of wall-rock alteration relative to Cu-Pb-Zn-Ag vein- fill deposition» (Bartos, 1987)
- «Geologic Setting, Paragénesis, and Physicochemistry of Gold Quartz Veins Hosted by Plutonic Rocks in the Pataz Region» (Schreiber & Fontbothe & Lochmann, 1990)
- «Mina El Toro - Empresa Minera San Antonio SRL» (Flores, 1990)
- «Mineralización del yacimiento polimetálico de Sayapullo, Cajamarca» (Tumialán *et al.*, 1991)
- «El oro en óxidos - Mina Igor, Provincia de Otuzco, La Libertad» (Guadalupe, 1997).
- «El Yacimiento Tres Cruces y la evolución de sus modelos genéticos de Geología Económica». Oro Perú Resources Inc. (Heyl & Livingston, 1998).
- «The Tres Cruces low sulfidation disseminated gold deposit, La Libertad, Perú». Tercer Simposium Internacional del Oro (Heyl, 1998).
- «Posibilidades mineras en Buldibuyo». Revista Minería, vol. 262, pp. 27-29 (Pool, 1999).
- «Paleozoic orogenic gold deposits in the eastern Central Andes and its foreland, South America» (Haeberlin, Moritz & Fontboté, 2002).
- «Rasgos geológicos regionales de Quiruvilca, Huamachuco y Angasmarca - Estudio del yacimiento epitermal de oro de baja sulfuración Callullín» (Vicharra, 2003).
- «Vetas auríferas en el segmento norte del Batolito de Pataz» (Hoyos, 2003).
- «Sandstone - Hosted Gold Deposits - Ten Years Later». ProExplo 2005 (Noble & Montoya, 2005)
- «The Lagunas Norte Gold Deposit, Alto Chicama District, Northern Perú» (Araneda ProExplo, 2005).
- «Yacimiento Aurífero Poderosa, Distrito de Pataz, Cordillera Oriental del Perú: Contexto Geológico, Marco Estructural, Alteraciones Hidrotermales, Mineralogía y Estilos de Mineralización» Minera Poderosa (Villanés, 2006).
- «El Pórfido Cu-Au La Arena». XIII Congreso Peruano de Geología (Aquino, Quirita & Garipey, 2006)
- «Petrografía y Geoquímica de lavas almohadilladas de posible edad Siluro-Devoniana en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte del Perú: Región Pataz-Balsas» (Carrasco, Sánchez & Galdós, 2006).
- «Geología del depósito aurífero Santa Rosa» (Montoya, 2008).
- «Metalogenia de las Regiones de La Libertad y Ancash» (Santisteban & Huanacuni, 2009).
- «Lagunas Norte, La Libertad, Northern Perú: The metallogenetic setting of a major high sulfidation epitermal Au deposit». SEG Conference, Lima, Perú (Montgomery *et. al.*, 2012).

1.5 AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Harold Huisa por su apoyo en una de las campañas de campo, a la Dra. Miriam Mamani por sus sugerencias en algunos aspectos sobre geoquímica y petroquímica del estudio, al Directorio del Ingemmet, y la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos por el apoyo brindado en la elaboración del siguiente trabajo.

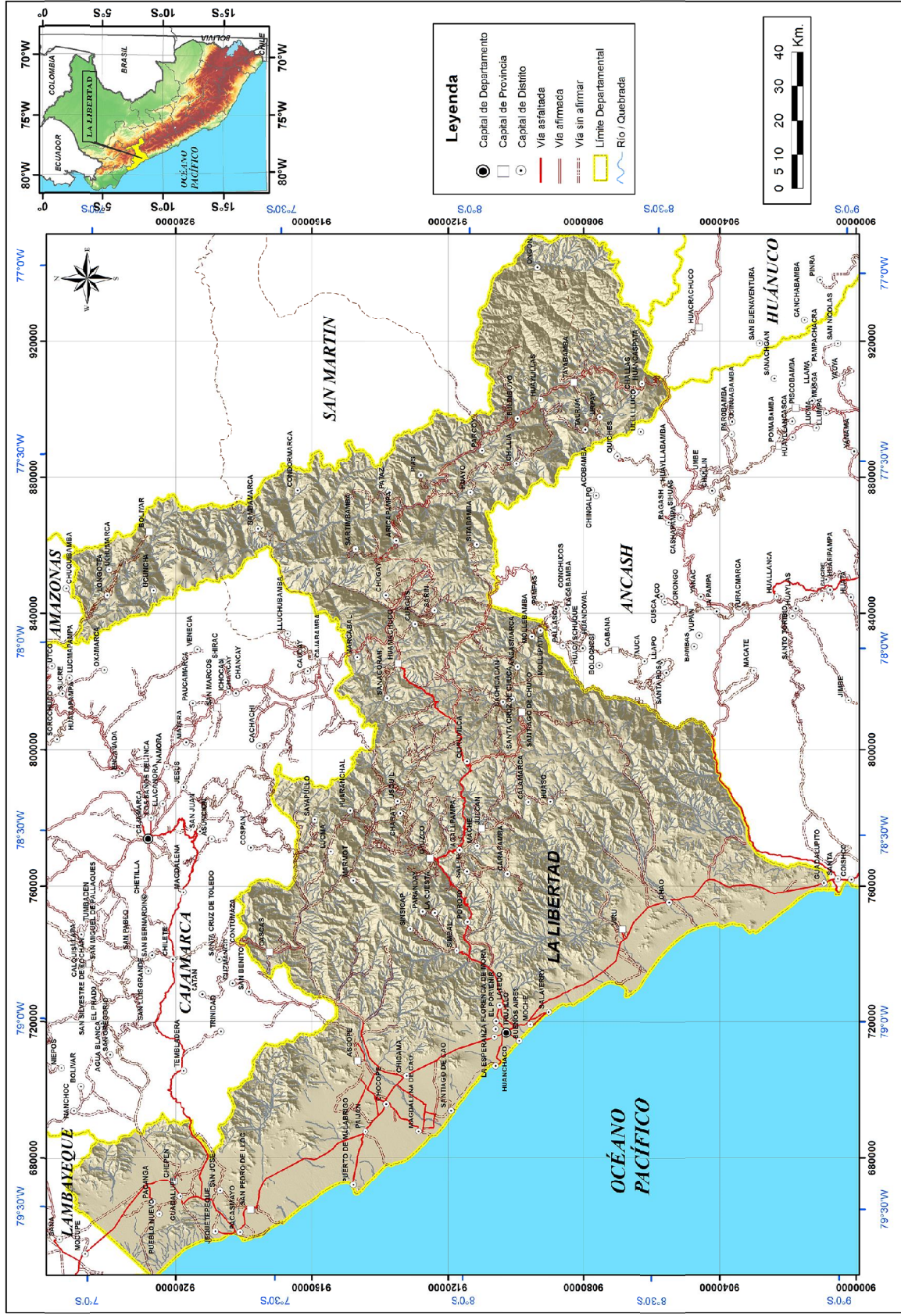


Figura 1.1 Mapa de ubicación de la región La Libertad.

CAPÍTULO II

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La región La Libertad se encuentra dentro de un sistema de fallas regionales con una dirección preferencial NO-SE. Estas son cortadas por fallas transversales al sistema andino (orientación SO-NE). Dichos sistemas han permitido establecer dominios tectónicos que han delimitado la franja de epitermales de Au-Ag del oligoceno-plioceno y la franja de pórfidos de Cu-Au del mioceno.

Las rocas más antiguas afloran en el lado oriental, corresponden a un complejo metamórfico denominado Complejo del Marañón. Sigue una alternancia de lutitas areniscas y calizas del Paleozoico. El Mesozoico se manifiesta con una potente secuencia sedimentaria que tiene como base las lutitas grises de la Formación Chicama. Posteriormente, en el Cretáceo inferior, se desarrolló una secuencia silicoclástica denominada Grupo Goyllarisquizga, que se caracteriza por poseer mineralización de Au en su unidad inferior (distritos de Huamachuco y Angamarca). El Cenozoico está representado por una cobertura volcánica (Grupo Calipuy), compuesta por secuencias de lavas y piroclastos intercalados con horizontes sedimentarios.

Las rocas intrusivas que afectaron la secuencia estratigráfica de la zona están relacionadas a los procesos de mineralización que pertenecen al Batolito de la Costa, cuya edad es del Cretáceo superior a Paleógeno (Pitcher *et al.*, 1985).

2.1. ESTRATIGRAFÍA

En la zona de estudio se pueden encontrar rocas que van desde el Paleozoico hasta secuencias plioleistocénicas, cubiertas en algunos sectores por depósitos cuaternarios (Figura 2.1). Las rocas paleozoicas afloran hacia el lado nororiental y pertenecen al Complejo Metamórfico del Marañón. Esta secuencia paleozoica está controlada por el Sistema de Fallas Pataz (SFP) con dirección NO-SE (Acosta *et al.*, 2009). El SFP divide la cuenca paleozoica de las secuencias calcáreas de la cuenca cretácica ubicada más hacia el oeste. Durante el carbonífero inferior-superior se produjo el emplazamiento de cuerpos granodioríticos del Batolito de Pataz, el cual fue datado entre 287 - 305 Ma (Schreiber, 1990).

Hacia el flanco del Pacífico se desarrolló una cuenca compuesta mayormente de volcánicos andesíticos intercalados con areniscas

y lutitas, que corresponderían a la cuenca Casma del Albiano-Cenomaniano (Cobbing *et al.*, 1981; Soler, 1990). El magmatismo en esta cuenca está representado por la primera intrusión del Batolito de la Costa de composición variable entre gabros, tonalitas y granodioritas (Soler, 1991). Las dataciones realizadas (Pitcher *et al.*, 1985) determinaron que la edad de esta unidad intrusiva varía entre 90 a 105 Ma.

Hacia el este de la cuenca Casma, anteriormente descrita, se localiza la cuenca del Cretáceo superior-Paleoceno, compuesta principalmente de andesitas basálticas, y rocas piroclásticas andesíticas y dacíticas (Romero, 2007). Esta secuencia volcánica ha sido emplazada por la tercera pulsación del Batolito de la Costa, cuya edad fluctúa entre 60 a 70 Ma, según las dataciones realizadas (Pitcher *et al.*, 1985).

Hacia el flanco oeste de la Cordillera Occidental se desarrolló extensamente la Cuenca del Paleógeno-Neógeno constituida por brechas, flujos piroclásticos y flujos de lavas andesíticas del Grupo Calipuy (Pitcher *et al.*, 1985). Esta cuenca presenta una dirección NO-SE y cambia hacia E-O a medida que se acerca a la deflexión de Cajamarca. Se han reconocido centros volcánicos ubicados desde el poblado de Macate hasta Otuzco con una orientación preferencial NO-SE. El magmatismo se manifestó con el emplazamiento de *stocks* de naturaleza granodiorítica datados entre 60 a 70 Ma. (Pitcher *et al.*, 1985).

En sector sureste, el dominio geotectónico está representado por el Batolito de la Cordillera Blanca, emplazado en las secuencias jurásicas de la Formación Chicama. La dirección de la cuenca es NO-SE, desde el pueblo de Yanama hasta Bambas; luego, cambia a N-S hasta Pallasca y, finalmente, NE-SO hasta el centro poblado de Pampas. Al Batolito de la Cordillera Blanca se asignan edades de K-Ar de 7 a 16 Ma (Stewart *et al.*, 1974).

Por ser un estudio de carácter regional se optó por hacer un mapa geológico generalizado para lo cual se agruparon formaciones y unidades intrusivas según su litología y edad (Figura 2.1).

La mayor información se tomó de los boletines sobre la región La Libertad (Cossio, A. & Jaén, H., 1967; Cossio, A., 1964; Reyes, L., 1980; Wilson, J. & Reyes, L., 1964; Wilson, J., Reyes, L. & Garayar, J., 1995; Sánchez, W., 1995; Díaz *et al.*, 1998; Navarro *et al.*, 2010).

A continuación, se describen brevemente cada una de estas unidades agrupadas en el Mapa 1 desde la más antigua a la más reciente:

- Neoproterozoico (NP) - Paleozoico inferior

Esta unidad la conforma el Complejo del Maraón. Consiste en una secuencia de rocas metamórficas que afloran en la zona noroeste del área de estudio, siendo esta la parte más occidental de la Cordillera Oriental (parte baja del valle del Maraón). Su litología la constituyen esquistos micáceos y doríticos, filitas y cuarcitas (Wilson *et al.*, 1995; Wilson & Reyes, 1964; Sánchez, 1995); todas estas rocas son cortadas por vetas de cuarzo y anfibolitas de dimensiones pequeñas.

Además, se tienen secuencias de lutitas, y pizarras negras y grises intercaladas con delgadas capas de cuarcitas correlacionables con la Formación Contaya de edad Ordovícico, en el área de Patay y a ambos lados del valle del Maraón (Wilson & Reyes, 1964).

- Carbonífero - Permiano

Está representado por el Grupo Ambo. Consiste en algunos cientos de metros de areniscas, lutitas y conglomerados (Wilson & Reyes, 1964; Wilson *et al.*, 1995). Suprayace en discordancia angular sobre las rocas metamórficas del Complejo Maraón e infrayace discordantemente al Grupo Mitu.

En la zona de Tayabamba afloran rocas volcánicas de composición riolítica y dacítica con capas gruesas de piroclásticos y morfología abrupta, correlacionadas con la denominada Formación Lavasen (Wilson *et al.*, 1995). Se han definido como rocas volcánicas de edad Carbonífera sobre la base de correlaciones estratigráficas (Sánchez, 1995).

Tenemos al Grupo Copacabana, que aflora en la quebrada Condoroma, al sureste de Calemar (Wilson & Reyes, 1964). La secuencia consiste aproximadamente de 150 m de calizas grisácea, localmente arenosa, estratificada en capas delgadas entre las cuales son comunes las intercalaciones de lutitas negras y limolitas.

En algunas áreas, al noreste de la zona de estudio, aflora una formación de areniscas y conglomerados de un color rojo oscuro que se ha correlacionado con la Formación Mitu (Mac Laughlin, 1924, en Wilson & Reyes, 1964; de los Andes Centrales, formación que posteriormente fue elevada a la categoría de Grupo por Newell,

Chronic & Roberts (1949). Esta forma amplios afloramientos en la Cordillera Oriental (Sánchez 1985; Wilson *et al.*, 1995).

Se describen secuencias de areniscas, conglomerados y rocas volcánicas de color rojo a morado. Los conglomerados tienen clastos de calizas, mientras que los volcánicos son generalmente lavas andesíticas. Se correlaciona con el Grupo Mitu, definido en el centro del Perú (Wilson *et al.*, 1995).

- Triásico - Jurásico del Sector Oriental

En el cuadrángulo de Patay aflora una unidad de calizas que ha sido correlacionada con el Grupo Pucará (Mac Laughlin, 1924). Tiene un amplio desarrollo en los Andes Centrales. El Grupo Pucará se encuentra en tres lugares del cuadrángulo de Patay (Wilson & Reyes, 1964) y hacia el norte en Bolívar (Sánchez, 1995). El afloramiento más extenso forma la parte alta del lado occidental del valle del Maraón. Otra exposición de dichas calizas se encuentra en la margen oriental del Maraón, cerca de Calemar. El tercer afloramiento también se halla en la margen oriental del Maraón, al sur del anterior, entre las localidades de Viejos y Chagual (Wilson *et al.*, 1995). Litológicamente está constituido de caliza gris-negra a clara, bituminosas bien estratificadas en capas delgadas en algunos sectores y a manera de bancos gruesos en otros.

- Jurásico del Sector Occidental

Se encuentran unos volcánicos jurásicos referidos como Formación Oyatún, que es una unidad cuya sección típica está ubicada cerca del pueblo del mismo nombre, en el valle de Zaña (cuadrángulo de Chongoyape). Consiste en una secuencia gruesa de rocas volcánicas con escasas intercalaciones sedimentarias (Wilson, 1984). La litología típica consiste en bancos medianos a gruesos de piroclásticos, y derrames de composición andesítica y dacítica. Este volcánico presenta intercalaciones sedimentarias generalmente en forma de tobas, grauwacas y areniscas feldespáticas.

La Formación Chicama consiste en una gruesa serie sedimentaria compuesta principalmente de lutitas pizarrosas, lutitas arenosas y ocasionales horizontes de areniscas (Cossio & Jaén, 1967; Cossio, 1964). El conjunto se presenta cortado por diques, y sills de andesita y diabasa, así como por pequeños cuerpos de granodiorita y diorita. Por su poca resistencia a los agentes del intemperismo, esta formación ofrece un relieve de formas topográficas suaves, en el que destacan pequeñas colinas formadas por lutitas y areniscas más compactadas.

- Cretáceo inferior

El **Grupo Goyllarisquizga** consiste de una secuencia de areniscas blancas de grano medio a fino, en parte algo

conglomerádicas, con intercalaciones muy delgadas de limoarcillitas grises (Wilson & Reyes, 1964). La formación más importante de este grupo es la denominada Formación Chimú, que es considerada como un metalotecto que alberga zonas mineralizadas importantes con depósitos tales como Lagunas Norte, Santa Rosa, La Virgen y Rosario de Belén. Todos estos depósitos son epitermales y la mineralización de oro se encuentra diseminada en las areniscas y cuarcitas de la Formación Chimú. Se han descrito ampliamente las unidades formaciones Santa, Carhuaz y Farrat en la parte central de la Región (Reyes, 1980). También, hay afloramientos del Grupo Goyllarisquizga en la parte oriental (Sánchez, 1995).

- Cretáceo inferior - superior

El sector occidental comprende el Albiano-Cenomaniano de una secuencia volcánica que se extiende a lo largo de la línea de costa a partir de la ciudad de Trujillo hacia la zona sur del área de estudio. Esta unidad la conforman los volcánico-sedimentarios del Grupo Casma constituidos por lavas andesíticas - basálticas masivas, y con estructuras de almohadilladas intercaladas con brechas volcánicas, areniscas volcanoclásticas y piroclásticas (Cossio & Jaén, 1967).

El sector oriental comprende el Albiano-Cenomaniano, sedimentario calcáreo que agrupa a las formaciones Inca, Chúlec, Pariatambo, Jumasha, Celendín, Crisnejas, Cajamarca, y los grupos Quilquiñán, Mujarrún y Pulluicana. La litología de estas formaciones y grupos consiste mayormente de calizas y margas de colores grises oscuros a claros, intercaladas con horizontes de areniscas, lutitas y finas capas de arcillas. Hay afloramientos en la Cordillera Oriental (Wilson & Reyes, 1964; Sánchez, 1995) como en los extensos afloramientos de la Cordillera Occidental (Reyes, 1980).

Para el Cretáceo superior, las formaciones Chota y Huaylas afloran en los alrededores de la ciudad de Huaylas. Consisten en bancos de conglomerados y areniscas, intercalados con arcillas (Reyes, 1980). Se tienen afloramientos hacia el norte del cañón del río Marañón (Sánchez, 1995). La Formación Huaylas es también denominada como Formación Tablachaca (Navarro *et al.*, 2010)

- Paleógeno - Neógeno

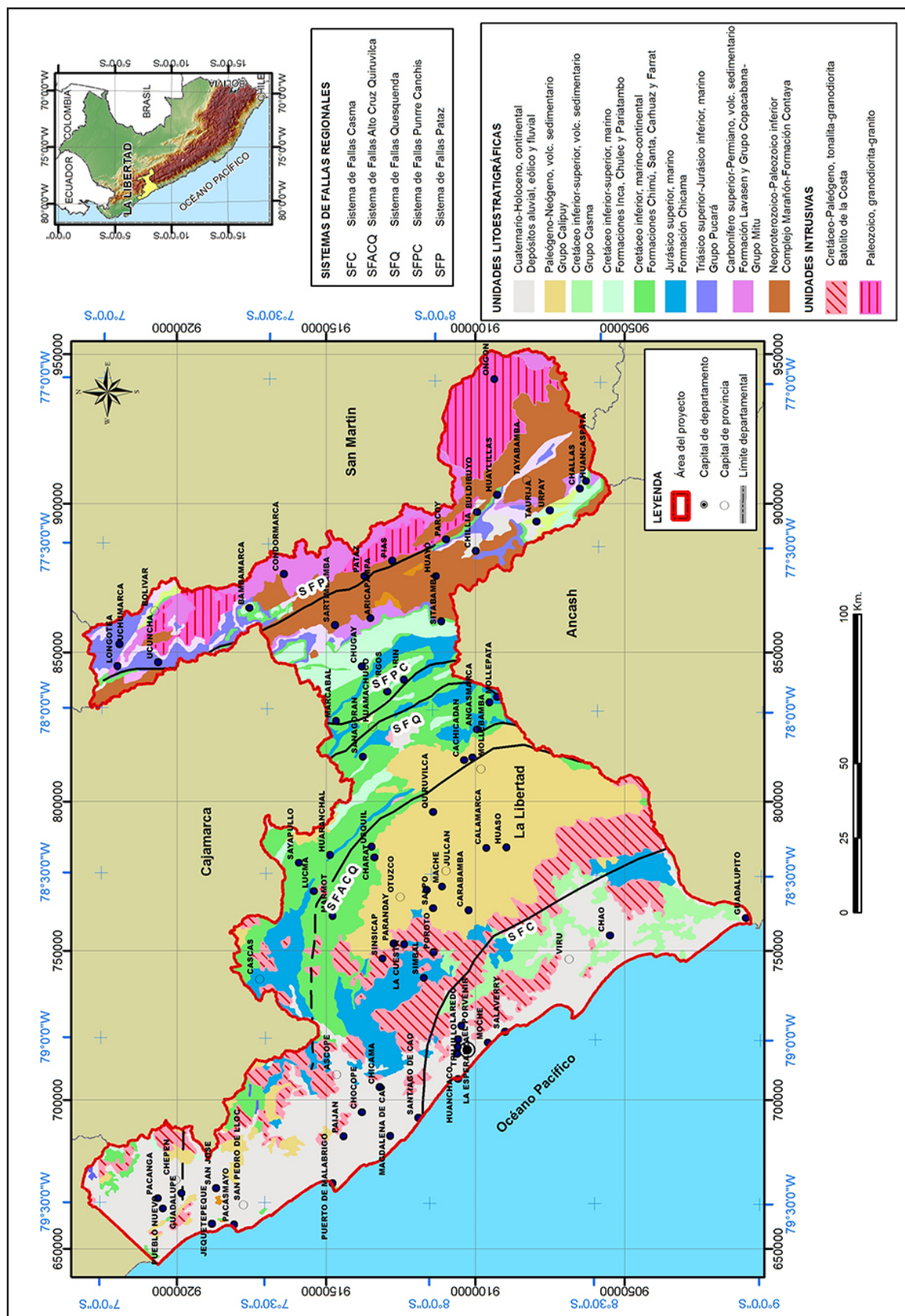
En el Eoceno-Mioceno una unidad volcánica se extiende a lo largo de la Cordillera Negra, parte central del área de estudio, y corresponde al Grupo Calipuy (Cossio, 1964). En este grupo se han diferenciado inicialmente en dos unidades: Calipuy inferior, que consiste en rocas piroclásticas grises verdosas, con buena estratificación y con niveles de limoarcillitas. Sobreyace a esta una unidad denominada Calipuy superior. Está constituida de capas gruesas, resistentes, que corresponden a aglomerados, brechas y algunas lavas porfíricas. Actualmente, se ha realizado un estudio detallado con una nueva estratigrafía volcánica que ha permitido diferenciar una serie de centros y aparatos volcánicos para el denominado Grupo Calipuy (Navarro *et al.*, 2010).

Para el Mio-Plioceno se depositan las formaciones Huambo y Yungay (Reyes, 1980). La primera, la Formación Huambo, aflora en casi todo el sector andino de la región Cajamarca, prolongándose hasta La Libertad y a ambos lados de la divisoria continental; consiste en tobas y brechas ácidas. La segunda, la Formación Yungay, consiste en una secuencia de rocas piroclásticas. La litología predominante son tobas blancas, pobremente estratificadas, compuestas de abundantes cristales de cuarzo y biotita.

Finalmente, tenemos al Plio-Pleistoceno que aflora en la parte noreste de la zona de estudio y lo conforman las formaciones Condebamba y Cajabamba (Reyes, 1980). Litológicamente están constituidas por depósitos de conglomerados y arenas.

- Depósitos cuaternarios

Se encuentran cubriendo algunos sectores tanto de las formaciones anteriormente descritas como de las unidades intrusivas a manera de material de cobertura. Los depósitos son del tipo aluvial, fluvial, eólico, glacial, fluvio-glacial y morrénico. Su litología la constituyen bancos de limos, arcillas, arenas y conglomerados.



2.2 ROCAS INTRUSIVAS

En la región de La Libertad se encuentran emplazados cuerpos intrusivos a manera de batolitos y stocks de amplia distribución, comprendidos en un intervalo desde el Paleozoico al Terciario superior.

2.2.1 Litogeoquímica

Se recolectaron 54 muestras frescas (Figura 2.2 y Anexo 5), que se analizaron por fluorescencia de rayos X con fusión de borato de litio para determinar la composición de óxidos de las rocas ígneas. Los resultados se usaron para clasificar las rocas ígneas por el diagrama TAS de sílice vs. total de álcalis (Figura 2.3) (Le Maitre *et al.*, 1989). Las rocas ígneas de la región La Libertad son alcalinas, calcoalcalinas y toleíticas. Las rocas del carbonífero son del tipo intrusivo calcoalcalino. En el Permotriásico, las rocas volcánicas (Grupo Mitu) tienen una tendencia alcalina. En el Cretáceo, los volcánicos del Casma son calcoalcalinos hacia alcalinos.

El Batolito de la Costa y los intrusivos miocénicos asociados al Grupo Calipuy tienen una tendencia calcoalcalina; lo mismo sucede en los volcánicos del Calipuy, excepto para unas muestras que caen en el campo toleítico.

En el sector oriental tenemos unos intrusivos eocénicos que muestran una tendencia alcalina.

En el Diagrama R1 vs. R2 (La Roche *et al.*, 1980, modificado de Batchelor & Bowden, 1985) se propone una clasificación de las rocas ígneas y volcánicas basadas en la proporción de cationes, en las que las rocas del Carbonífero tienen composición de intrusivos granodiorita (Figura 2.4). En el Permotriásico, las rocas volcánicas (Grupo Mitu) son lavas con tendencia riolítica. En el Cretáceo, los volcánicos del Casma son basalto andesíticos.

El Batolito de la Costa y los intrusivos miocénicos asociados al Grupo Calipuy son rocas que tienen composición de monzonitas a monzodioritas, mientras que los volcánicos del Calipuy son andesitas y dacitas.

En el sector oriental, tenemos unos intrusivos eocénicos que caen en el campo de granitos a sienogranitos.

Para conocer el índice de alúmina, los datos fueron ploteados en el diagrama de proporciones molares del cociente $Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$ y $Al / (Na + K)$ (Shand, 1927). Se observa que las rocas, en general, tienen características metalúminicas (Shand, 1927), excepto algunos volcánicos de Calipuy que plotean en el límite de metalúminico y peralumínico. Los granitos del Batolito de Pataz y las rocas volcánicas del Permotriásico Grupo Mitu también presentan estas últimas características (Figura 2.5).

2.2.2 Distribución de las rocas intrusivas

Según las edades de emplazamiento (Figura 2.6), integrando la información geológica, podemos diferenciar los siguientes intrusivos en la región La Libertad:

2.2.2.1 Intrusivos paleozoicos

Batolito de Pataz

En el sector de la Cordillera Oriental, intruyendo al Complejo Maraón y emplazado a lo largo de una fractura regional de dirección andina NO-SE, se encuentra el Batolito de Pataz como un intrusivo de forma lenticular y alargada (160 km de largo, 1-3 km de ancho), y con una extensión en superficie cercana a los 200 km². Está constituido por granodioritas, monzogranitos (adamelitas), diques aplíticos y pegmatíticos que corresponden a la serie ácida; así como tonalitas, dioritas (dioritas hornbléndicas a hornblenditas) y microdioritas que corresponden a una serie intermedia - básica (Haeberlin *et al.*, 2000). Presentan características de magmas calcoalcalinos (Figura 2.3).

Algunas dataciones K-Ar (Schreiber *et al.*, 1990) proporcionaron edades de 321 Ma en los plutones del área de Pataz; por lo tanto, se asigna una edad de emplazamiento de Carbonífero inferior-superior.

Los sistemas de vetas auríferas 312-314 Ma (Haeberlin *et al.*, 2000), en la región de Pataz, están ligados espacialmente a la geometría del batolito. Están ubicados en el margen occidental de este cuerpo intrusivo (Maque, 2007).

Intrusivo de Metal Palina (Complejo de Metal Palina)

El Complejo Intrusivo Metal Palina es un cuerpo plutónico compuesto principalmente por granitos, tonalitas y granodioritas, llamado también Complejo Intrusivo San Martín. Esta unidad que aflora en el extremo sureste de La Libertad, en la provincia de Pataz, alberga diferentes tipos de rocas ígneas que van desde granitos a cuerpos subvolcánicos como el cuarzo latito (según reportes realizados por Díaz *et al.*, 1998) en la confluencia de los ríos Chontayacu y Crisnejas. Se encuentra en contacto fallado, principalmente, con las unidades precambrianas y en forma discordante subyace a las unidades volcánicas del Carbonífero (Formación Lavasen) y permianas del Grupo Mitu (Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, 2006). Se asigna una edad carbonífero inferior.

Otros intrusivos paleozoicos

- Carboníferos

Comprende el macizo plutónico del cuadrángulo de Bolívar, sector noreste del área de estudio, y agrupa a la tonalita-granodiorita

Corralén, el granito Los Muertos, la granodiorita Callangate-Enabén y la tonalita-granodiorita Lavador.

- Permianos

Se refiere al plutón de Balsas, que es un macizo de roca plutónica que se encuentra al sur del pueblo de Balsas (Celendín). La meteorización genera un suelo de arena gruesa que caracteriza al macizo. Este suelo tiene coloración rosada clara, y permite que el plutón sea fácilmente distinguible de las rocas adyacentes. El plutón tiene una estructura maciza, aunque atravesada irregularmente por diques rosados; comprende un área de 10 x 5 km. Su textura es fanerítica isotrópica holocristalina. Se pueden distinguir hasta tres tipos litológicos dentro del Plutón; sin embargo, la mayor parte del cuerpo es un monzogranito a sienogranito de textura fanerítica.

2.2.2.2 Intrusivos mesozoicos-cenozoicos

En la Cordillera Occidental afloran partes de los batolitos de la Costa y de la Cordillera Blanca, emplazados en el intervalo Cretáceo-Cenozoico (Wilson & Reyes, 1964).

Batolito de la Costa

Es uno de los cuerpos plutónicos más extensos e importantes de los Andes (Soler, 1991). Este ensamble plutónico calco-alcalino forma una franja con dirección NO-SE de 50 a 80 km de ancho y aproximadamente 2600 km de largo, que se extiende de manera continua en toda la costa peruana.

La litología predominante del Batolito de la Costa consiste en granodioritas y tonalitas, calcoalcalinas, que afectan secuencias del Cretáceo superior y al Grupo Calipuy (Wilson & Reyes, 1964). El primer pulso del Batolito de la Costa afectó la Cuenca Casma del Albiano-Cenomaniano (Cobbing, 1981; Soler, 1990) quede acuerdo con las dataciones realizadas (Pitcher *et al.*, 1985) se determinó que la edad de esta unidad intrusiva varía entre 90 a 105 Ma. Se relaciona con los depósitos volcano-sedimentarios del Grupo Casma (Súper Unidades de Santa Rosa, Patap y Tiabaya). La segunda etapa de intrusión se produce entre los 90-70 Ma, y

no tiene depósitos volcánicos contemporáneos (Súper Unidades Patap, Santa Rosa y Humaya). Un tercer pulso afectó la cuenca del Cretáceo superior-Paleoceno, al este de la cuenca Casma (Soler, 1991). Está compuesta principalmente de andesitas basálticas, y rocas piroclásticas andesíticas y dacíticas (Romero, 2007), cuya edad fluctúa entre 60 a 70 Ma (Súper Unidad Patap, Paccho, Santa Rosa, Puscao y Humaya), según las dataciones realizadas (Pitcher *et al.*, 1985). De acuerdo con estas dataciones, la edad de emplazamiento del Batolito de la Costa comprende el intervalo del Cretáceo superior al Paleógeno.

Intrusiones andinas menores (*stocks* y cuerpos subvolcánicos)

En el lapso comprendido del Paleógeno, se emplazó la mayoría de los cuerpos intrusivos de edad andina y de menor extensión (Cossio & Jaén, 1967). Se presentan intruyendo la gruesa serie sedimentaria y volcánica, generalmente como cuerpos medianos de diorita, granodiorita y pequeños *stocks* de andesitas y dacitas porfíricas, a las que se relacionan los procesos de mineralización (Reyes, 1980).

Los intrusivos terciarios se encuentran a lo largo de la Cordillera Occidental, y consisten en una serie de *stocks* alineados, generalmente de composición dacítica y que están asociados con la mayor parte de la mineralización polimetálica de la sierra.

Los intrusivos de Paleógeno-Neógeno son un grupo de intrusiones que acaecen al este del Batolito de la Costa, emplazado en los volcánicos de la prolongación de la Cordillera Negra. Los tamaños de los afloramientos son variables; están distribuidos en un área muy amplia y están concentrados en el límite con la región Ancash. La litología de estos cuerpos es variable; se encuentran granodioritas, monzogranitos y cuarzo monzonitas.

Los intrusivos miocénicos son cuerpos plutónicos de amplia distribución espacial localizados a lo largo de la Cordillera Occidental. Presentan dimensiones variables y su composición es mayormente diorítica. Son claramente calcoalcalinos.

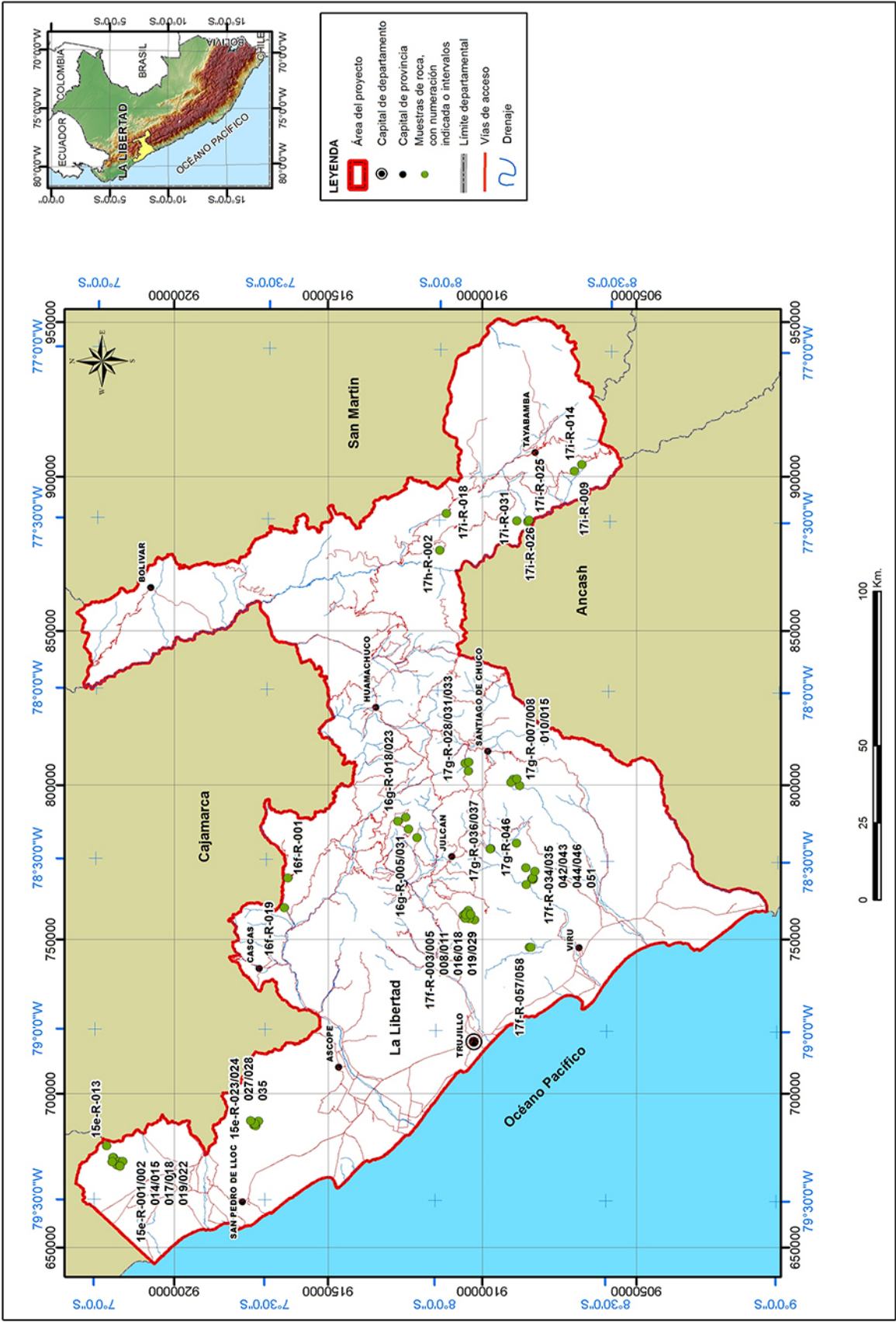


Figura 2.2 Ubicación de las muestras de rocas intrusivas de la región La Libertad analizadas por fluorescencia de Rayos X. Intervalos de muestras de 17F-R-003/005 es 17F-R-003 al 17F-R-005.

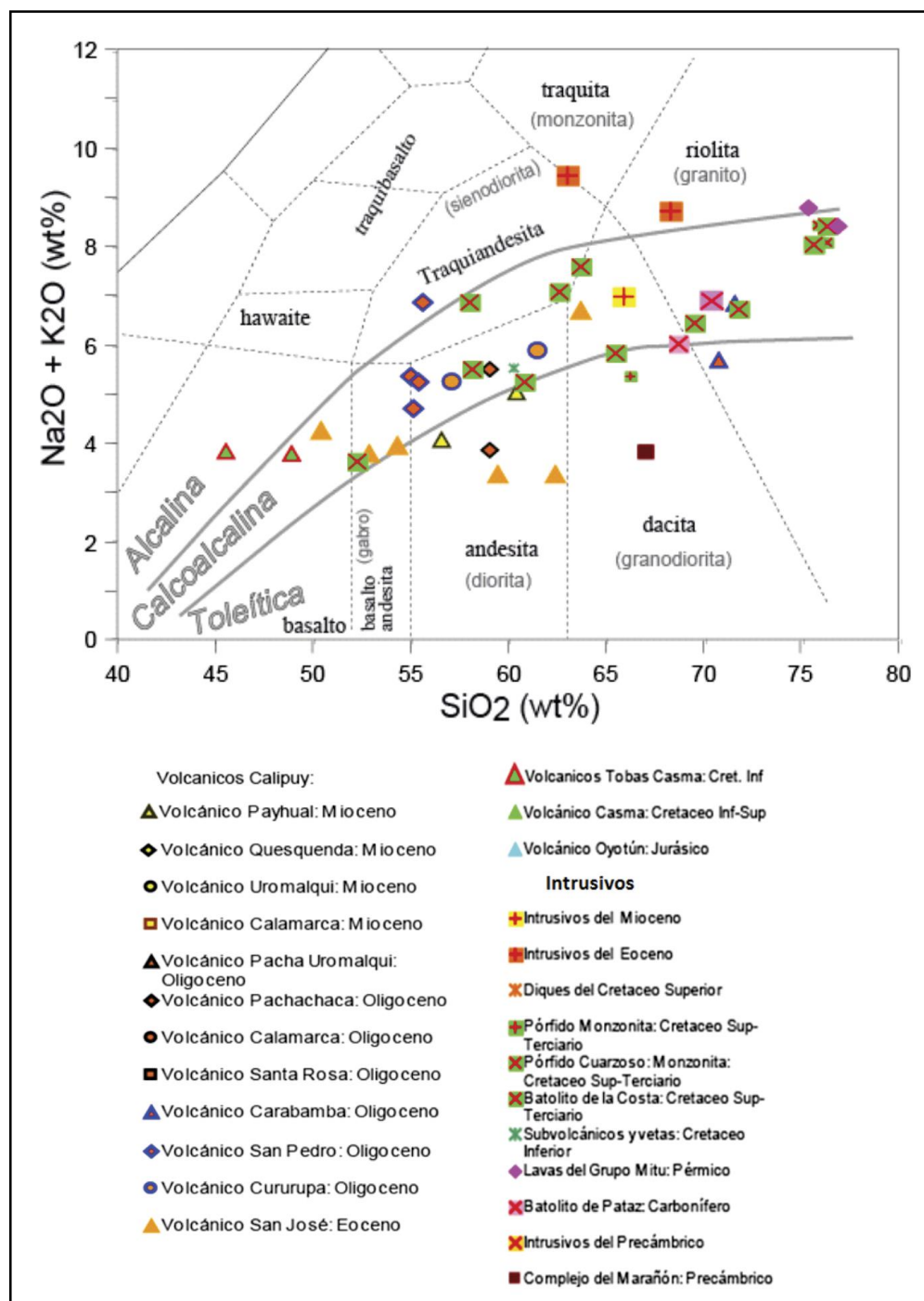


Figura 2.3 Clasificación geoquímica de las rocas volcánicas intrusivas de la región La Libertad.

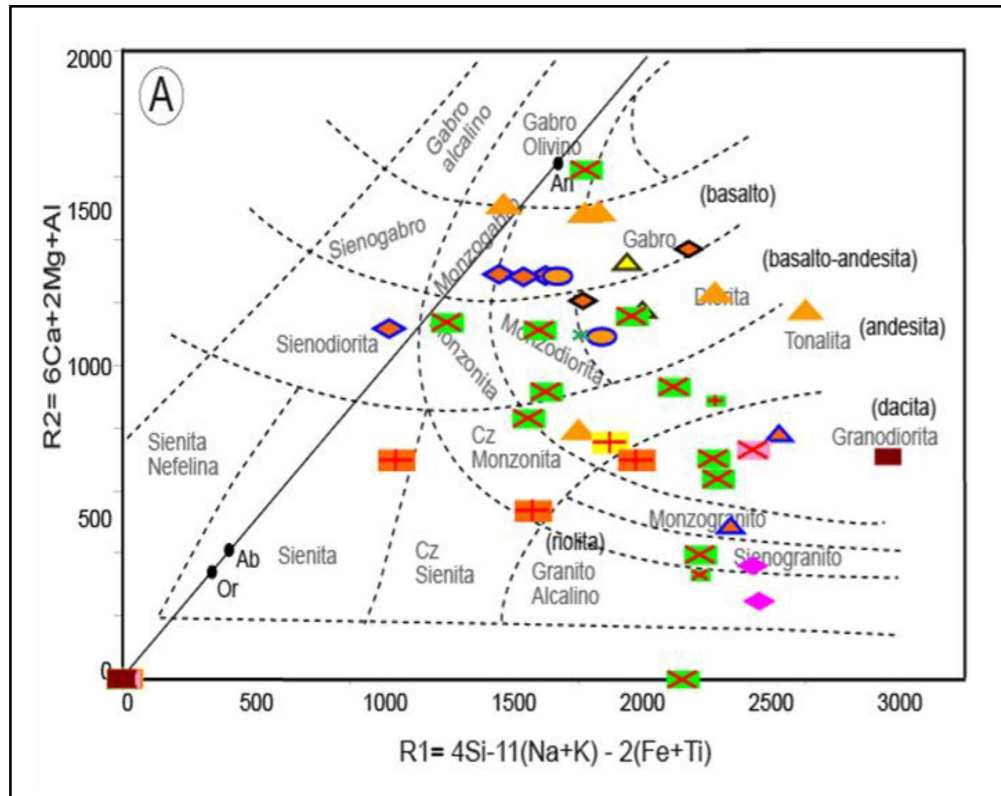


Figura 2.4 Clasificaciones petroquímicas de las rocas intrusivas de la región La Libertad (véase leyenda de Figura 2.3).

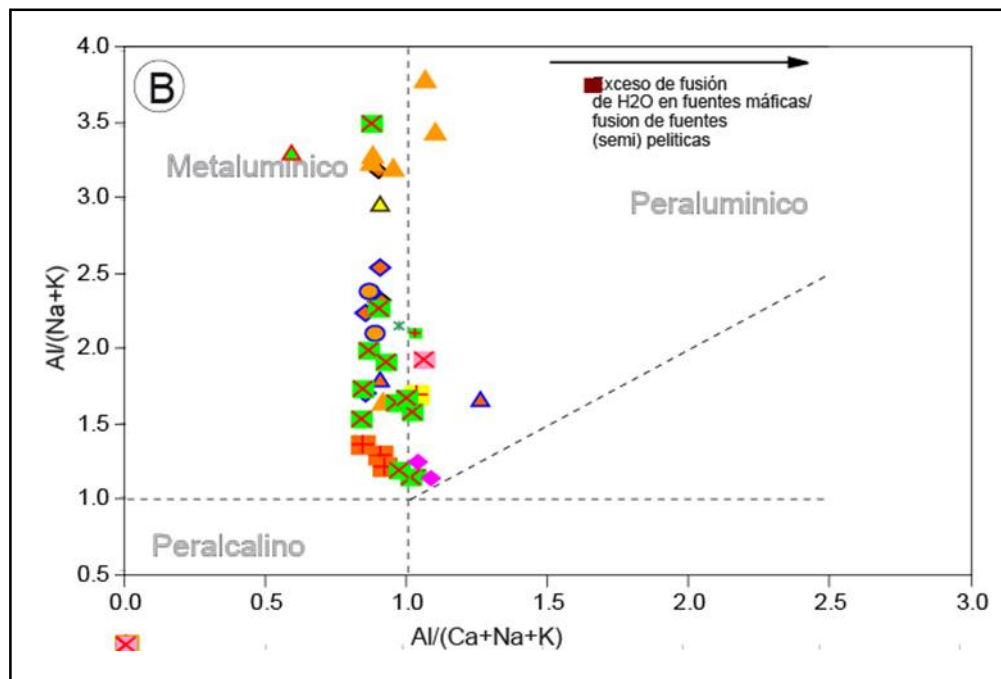


Figura 2.5 Aluminosidad de las rocas de la región La Libertad (véase leyenda de Figura 2.3).

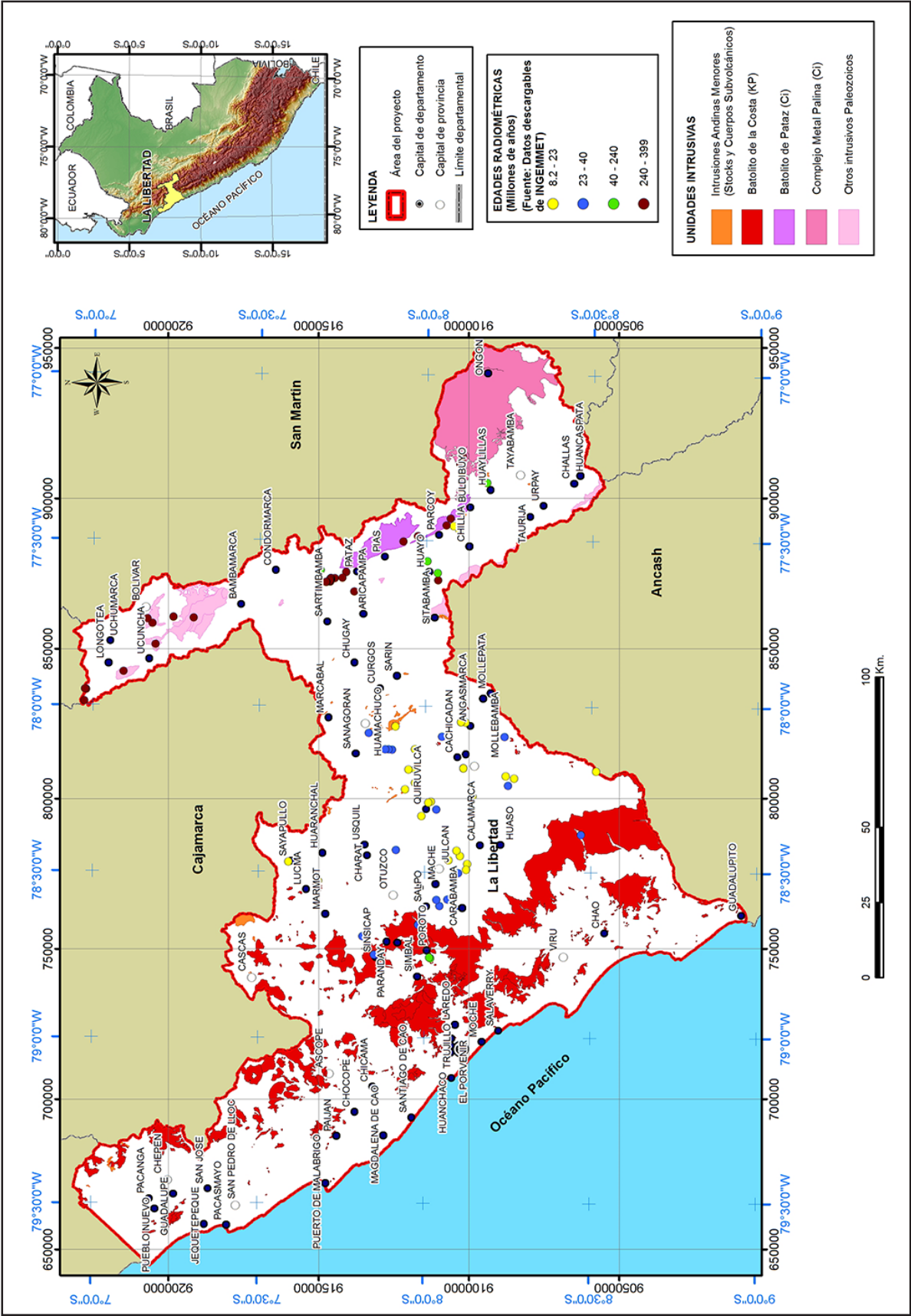


Figura 2.6 Mapa de rocas intrusivas de la región La Libertad.

2.3 EVOLUCIÓN TECTÓNICA Y GEOLÓGICA

Hacia el flanco oeste de la Cordillera Oriental se desarrolló una secuencia metasedimentaria controlada por el Sistema de Fallas Pataz de dirección SE-NO. Esta secuencia paleozoica fue intruída por granodioritas del Batolito de Pataz. Asociados a estas intrusiones y al Sistema de Fallas Pataz se encuentran depósitos mesotermiales de oro, siendo la mina Poderosa la más importante (Figura 2.7).

Los batolitos peruanos del lado oriental están dominados volumétricamente por plutonismo relacionado con el montaje y el desmembramiento del Pangea durante la transición del Paleozoico - Mesozoico. La extensión cortical y el adelgazamiento que afectó el oeste del Gondwana, durante todo el Pérmico y Triásico, dieron lugar a la intrusión de los granitos anatócticos en el centro del Perú, que pudo prolongarse hasta la zona de Pataz (Miskovic, 2009). Un menor pulso intrusivo en pequeños cuerpos al suroeste del Batolito de Pataz de edad Oligocena ha sido también identificado. Los plutonismos posgondwánicos (30-170 Ma) y Precámbrico (691-1123 Ma) se restringen a ocurrencias aisladas que comprenden el de la Cordillera Oriental. Se sugiere la existencia de un cinturón orogénico continuo superior a 3500 km a lo largo del escudo Amazonía occidental, durante la formación de Rodinia, su «temprana» fragmentación antes de 690 Ma apoyan un modelo de recreación del terreno Paracas-Arequipa-Antofalla al Gondwana occidental en el Ordovícico temprano, con la posterior separación del segmento de Paracas del microcontinente mejicano Oaxaquia del Ordovícico medio. Se propone un modelo tectonomagmático que implica desprendimiento de placa de margen cratónica por manto astenosférico para la génesis de los batolitos peruanos cordilleranos, volumétricamente dominantes, de finales del Paleozoico temprano al Mesozoico (Miskovic, 2009).

Hacia la zona costanera encontramos un dominio volcánico cretácico del Albiano-Aptiano de la cuenca Casma, conformado por andesitas, riolitas y flujos piroclásticos, en donde se encuentran depósitos de Cu, Fe y Au (IOCG) asociados a intrusiones del Batolito de la Costa del Cretácico superior. Sin embargo, sobre el mismo eje de la Cordillera Occidental tenemos a una cuenca que durante el Jurásico inferior se formó sobre una plataforma continental entre 500 y 2000 m, y que en el Cretáceo superior pasa a secuencias marinas calcáreas a secuencias terrígenas continentales con varios episodios transgresivos y regresivos (Grupo Goyllarisquiza, Formación Pariahuanca, Formación Chúlec, Formación Pariatambo, Formación Jumasha, Formación Celendín).

Hacia el lado SE de la Cuenca Casma, en la zona de estudio, se encuentran las rocas volcánico-sedimentarias de la cuenca Cretáceo superior-Paleoceno restringidas al lado oriental por la Falla Conchao-Cocachacra. Esta cuenca aloja depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos, cuya mineralización estaría relacionada a rocas intrusivas paleocenas del Batolito de la Costa.

A lo largo del flanco oeste de la Cordillera Occidental encontramos una secuencia cretácica inferior de areniscas y lutitas del Grupo

Goyllarisquiza, y rocas volcánicas Oligo-Miocena de andesitas, flujos de lava y piroclastos del Grupo Calipuy. Estas secuencias fueron controladas por un sistema de fallas regionales con rumbo NO-SE que cambia a E-O cerca a la deflexión de Cajamarca. Estas estructuras corresponden a las denominadas Falla Casma, Falla Alto Cruz-Quiruvilca y Falla Quesquenda.

El magmatismo del Oligoceno-Mioceno se evidencia por un vulcanismo que dio origen al Grupo Calipuy, cuyos centros volcánicos tienen rumbo andino. Esta unidad volcánica es muy importante desde el punto de vista metalogenético, debido a que aloja depósitos epitermales de Au y Ag. Como ejemplo se tienen los yacimientos de Quiruvilca y Tres Ríos, así como los de Alto Chicama, Santa Rosa y La Virgen, hospedados en rocas sedimentarias cretácicas.

Durante el Paleógeno, sobreyace a esta unidad el emplazamiento de una cadena volcánica de naturaleza calcoalcalina con estratovolcanes y calderas asociadas a lavas y piroclásticos andesíticos hasta riolíticos, con niveles intercalados de lutitas lagunares (Zappettini et al., 2001). Finalmente, en el eoceno medio se tienen las últimas intrusiones del Batolito de la Costa del Perú (Pitcher, 1985; Soler et al., 1990), que afectan a los volcánicos paleocenos. Tectónicamente, en el Eoceno-Oligoceno ocurre una deformación de tipo compresivo de gran envergadura denominada Fase Inca, donde el engrosamiento cortical habría estado acompañado, según algunos autores, por una disminución del ángulo de subducción (Zappettini et al., 2001; Navarro et al., 2010). Posteriormente, en el Mioceno se producen deformaciones a las que Steinman denominó «Fase Quechua», que generó pliegues más abiertos y fallamientos reactivados. Algunas intrusiones del Batolito de la Costa del Perú (Pitcher, 1985; Soler et al., 1990), llegarían hasta el Mioceno o hasta etapas más recientes.

Distribuido a lo largo de la Cordillera Occidental se encuentran los depósitos de pórfidos de Cu y W del Mioceno superior. Esta franja está controlada por el Sistema de Fallas del Batolito de la Cordillera Blanca con rumbo NO-SE, cuyas prolongaciones llegan al extremo sureste de la región La Libertad.

Sobre la base de la geoquímica de elementos trazas de las 306 muestras recolectadas se analizaron por ICP-Masa para Análisis Multielemental con fusión de peróxido de sodio, usándose el diagrama de discriminante de granitos del Nb vs. Y (Pearce et al., 1984; Rollinson, R. 1993) (véase la Figura 2.8). Se observa que el ambiente para ambos sectores es el de un arco volcánico de margen. De esta manera, las rocas ígneas paleozoicas del Batolito de Pataz, las rocas precámbricas y lavas permotriásicas del Grupo Mitu indican un ambiente de arco volcánico de ambiente de subducción; del mismo modo que las lavas jurásicas, cretáceas y los cenozoicos volcánicos del Grupo Calipuy, y los intrusivos del Batolito de la Costa con sus intrusivos miocénicos asociados. Sin embargo, existen unas rocas intrusivas del eoceno en el flanco oeste de la Cordillera Oriental que indican un ambiente de intraplaca para este periodo.

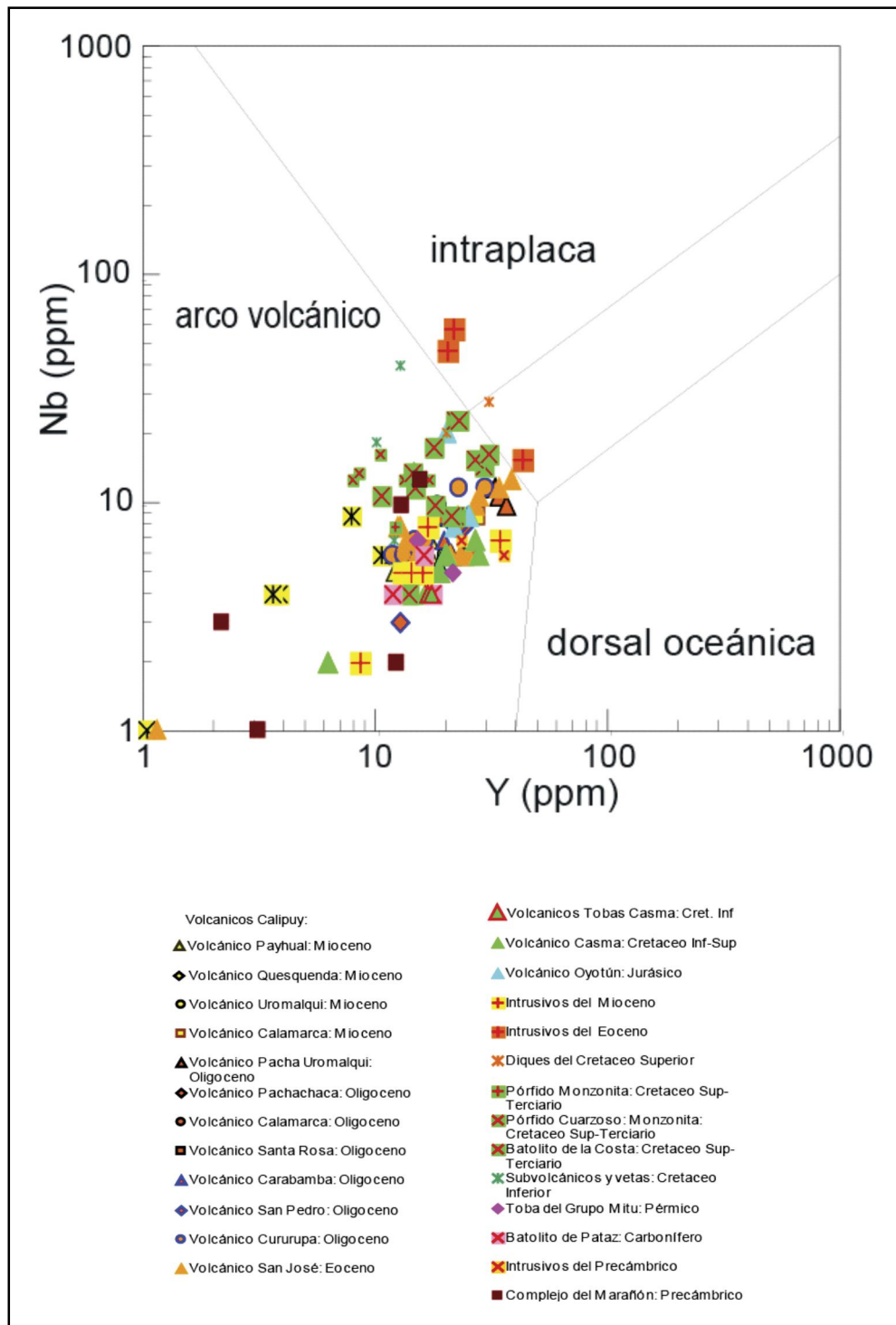


Figura 2.8 Ambiente tectónico relacionado con las diferentes unidades geológicas de rocas ígneas.

CAPÍTULO III

RECURSOS MINERALES METÁLICOS

La región La Libertad tiene un alto potencial minero como lo demuestran las numerosas e importantes compañías mineras que operan en los depósitos minerales: Lagunas Norte, Parcoy, Pataz, El Gigante, Pataz, Poderosa, Quiruvilca, Retamas, Tres Ríos, entre otros. Entre los principales depósitos minerales metálicos (Anexo 1) de la región La Libertad (Mapa 1) y que están en directa relación con las franjas metalogenéticas (Mapa 2) de esta región tenemos las siguientes 12 franjas (Acosta *et al.*, 2009):

3.1 FRANJA I DEPÓSITOS DE AU EN ROCAS META-SEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILURO-DEVÓNICO

Esta franja se extiende a lo largo de la Cordillera Oriental del territorio peruano. Las rocas hospedantes están conformadas por areniscas, cuarcitas, pizarras y esquistos predominantemente del Paleozoico inferior con afloramientos a la manera de complejos de rocas metasedimentarias y metamagmatitas, con facies metamórficas de anfíbolitas y granulitas que, en algunos casos, llegan hasta el Neoproterozoico (Chew, 2007). Estas facies metamórficas se denominan Complejo del Marañón. El principal depósito de la franja es Buldibuyo.

3.1.1 Buldibuyo (Mina La Paccha)

Buldibuyo (La Paccha) se ubica en el extremo oriental del departamento de la Libertad, provincia de Pataz, distrito de Buldibuyo, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte, al este del río Marañón (Figura 3.1). Se encuentra a unos 20 km al noroeste de Tayabamba, capital de la Provincia, y en la quebrada del río Buldibuyo de dirección sur-este, descargando sus aguas en el Marañón (Cuadro, 1977).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 235550 E y 9101250 N, Datum WGS84, zona 18 sur, con una altura promedio de 3243 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-i (Tayabamba).

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera asfaltada hasta Huamachuco; posteriormente se va por una carretera de penetración sin asfaltar hasta el poblado de Chagual y, finalmente, se llega por una trocha carrozable hasta el poblado de Buldibuyo (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1
Acceso y distancia a la mina Buldibuyo

Acceso	Distancia (km)
Lima-Trujillo	570
Trujillo-Huamachuco	180
Huamachuco-Chagual	170
Chagual-La Paccha	100
TOTAL:	1020

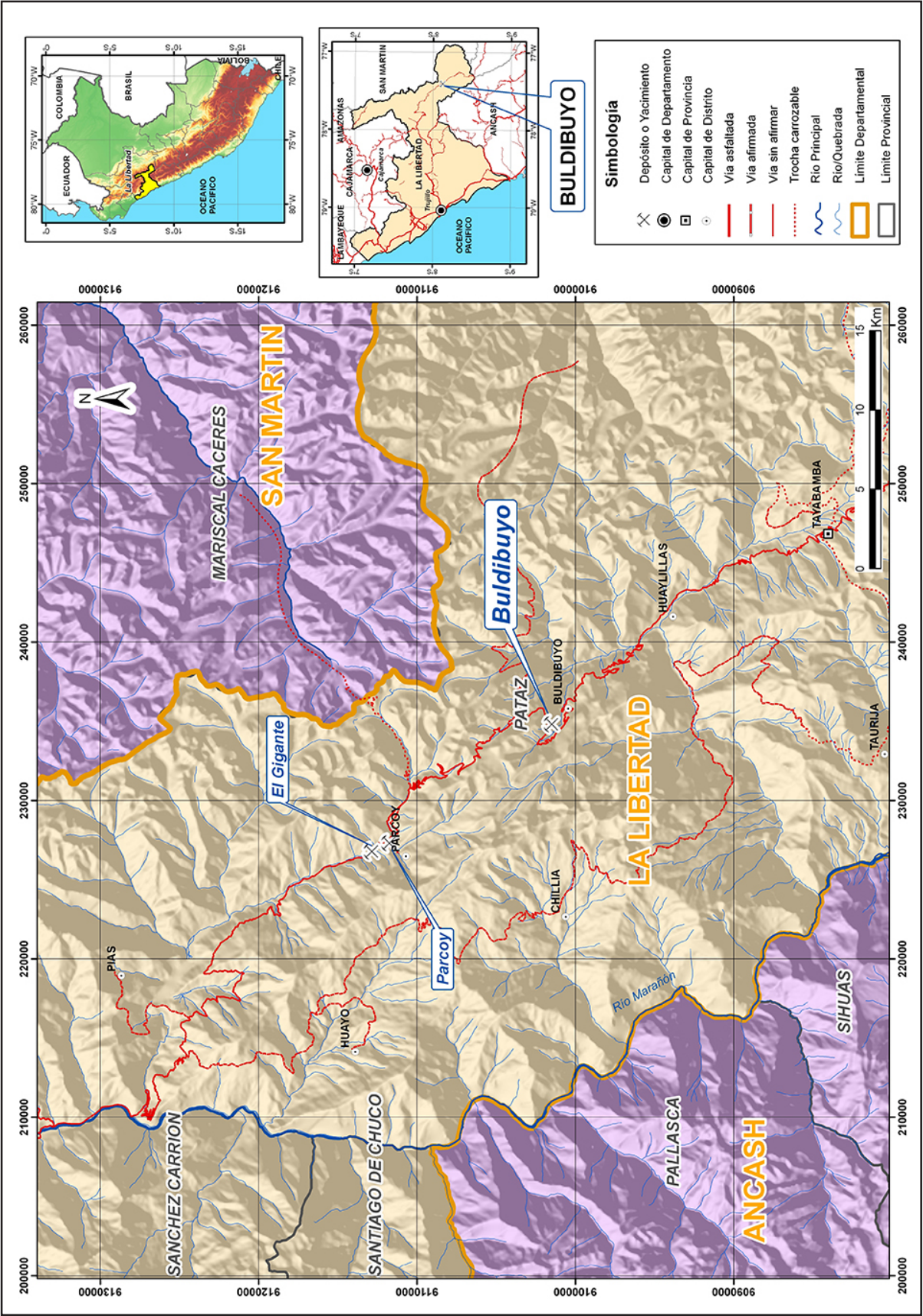


Figura 3.1 Mapa de ubicación de Buldibuyo.

Los primeros trabajos mineros en la provincia de Pataz se inician, con poco desarrollo, probablemente en la época Preincaica. En la época colonial, españoles y portugueses trabajaron minas a pequeña escala y de manera esporádica encontraron oro libre (Pool, 1999).

Tarnawiecki, polaco radicado en Perú que exploró por muchos años la región de Pataz, despertó el interés de varios inversionistas hacia esta zona al descubrir sus bondadosas características. En la década de los treinta, surgieron centros mineros estables dedicados a la explotación del oro en vetas de cuarzo con pirita aurífera.

En Pataz, la Northern Peru Mining and Smelting Corporation operaba el cerro San Francisco y sus alrededores. En Parcoy, el Sindicato Minero de Parcoy (Simpar) ocupaba dos grandes áreas: Retamas y el cerro El Gigante. La explotación de las vetas en profundidad llegó a su máximo desarrollo cuando la empresa minera Aurífera Buldibuyo trabajó la zona de la Paccha. El mineral se trataba en una planta de cianuración de 180 t/d. Los trabajos de explotación empezaron desde 1923 hasta 1962, fecha en que la minera paralizó las actividades por problemas laborales y no por agotamiento de reservas.

Debido al precio inalterable del oro (35\$ la onza durante la primera mitad del siglo XX), la mayoría de las minas auríferas del mundo cerró sus operaciones en la década de los cincuenta. Sin embargo, al repuntar el precio del oro en la década los ochenta se reactivó la región. La población de Pataz formó una empresa de propiedad social a inicios de 1970 y comercializaba las canchas abandonadas. La minera Poderosa abrió una zona al noroeste de Pataz, que la Northern guardaba como reserva. El Consorcio Minero Horizonte se dedicó al área de Retamas y Marsa reabrió El Gigante; sin embargo, Buldibuyo permaneció inactivo. Simpar explotó vetas hasta cierto nivel, pero quedó mineral sin extraer en varias vetas. La producción de Consorcio Minero Horizonte proviene básicamente de vetas que Simpar no trabajó. Marsa trabajó varias vetas desde cierto nivel hacia abajo y otras vetas no tocadas anteriormente.

Es probable que la situación se repita en Buldibuyo, si esta zona llega a ser reactivada y se encuentran porciones de vetas reactivadas o porciones de vetas susceptibles de ser trabajadas que la operación anterior no conoció por falta de tiempo o recursos. El cierre de la mina se debió al precio inalterable del oro, por lo que queda expectativa de encontrar más mineral en Buldibuyo, sea en las proporciones inferiores no trabajadas de las vetas, en las proyecciones horizontales de las mismas o en las vetas no conocidas en ese tiempo. Al suspender las exploraciones quedaron volúmenes de mineral sin cubicar. Recientemente, se ha reiniciado la exploración y explotación de la zona; actualmente, existen numerosas concesiones y denuncias a lo largo de una extensión

aproximada de 9600 km². Entre los problemas encontrados durante la exploración y búsqueda de estructuras mineralizadas están el desconocimiento de las fases de emplazamiento de los diversos cuerpos de rocas intrusivas, y de las vetas auríferas asociadas debido a la falta de una cartografía detallada de las rocas plutónicas y estructuras mineralizadas. Asimismo, se ignora la relación genética con las rocas metamórficas y con las rocas volcánicas de la formación Lavasen que ocurren en el área (Ingemmet, 1989).

Se postula que debe existir una estrecha vinculación entre la mineralización aurífera y las rocas metamórficas antiguas, y que las rocas intrusivas de origen magmático han concentrado esta mineralización emplazada en las mismas como cuerpos filonianos resultantes de una última etapa de magmatismo. Con relación al origen de estas soluciones mineralizantes se han discutido varias teorías, siendo las más relevantes la teoría de la diferenciación magmática hidrotermal con sus variantes y la teoría de secreción por aguas meteóricas o metamorfismo (Ingemmet, 1989).

Entre los estudios realizados en la zona de Buldibuyo se tenemos las siguientes publicaciones (Cuadro, 1977):

- «Minas de Oro». Antonio Raymondi (1886)
- «Monografía Minera de la Provincia de Pataz». M. Tarnawiecki (1926)
- «Compañía Minera Buldibuyo». Jorge Broggi (1942)
- «Geología del cuadrángulo de Pataz». Boletín No. 9, Comisión Carta Geológica Nacional (1964)
- «Geología de los cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari». Boletín No. 60, Comisión Carta Geológica Nacional (1995)

El yacimiento minero de interés en el cual se enfoca el informe es conocido como mina La Paccha. Aquí operó la Compañía Minera Aurífera Buldibuyo Ltda., la cual ocupa la parte media y alta del río Buldibuyo, afluente del río Tayabamba. La mina fue adquirida por la empresa Jireh y posteriormente fue retomada por Merendom (Zarate, 2006).

Geología económica

Las rocas sedimentarias en el área de la mina incluyen una pizarra paleozoica de gris a verdosa, cloritizada y muy plegada, de 200 a 250 m de pizarras rojas y areniscas asignadas por Kents (1956) al Grupo Ambo, y 200 m o más de unas calizas silicificadas negras de edad Cretácica. La secuencia está intruida por una masa muy irregular de granodiorita. Hay numerosas apófisis de la granodiorita que se extienden entre las pizarras más antiguas en un área de 1500 m de largo por 250 m de ancho, y están íntimamente mezcladas, por lo que no se pueden mapear (Welter, 1941; véase en Pool, 1999).

Las estructuras más importantes del área de Buldibuyo las constituyen las fallas, pliegues y fracturas, en una dirección predominantemente NO-SE, estando los ejes de los pliegues preferencialmente orientados hacia el NE-SO. Según Wilson & Reyes (1964), la región se caracteriza por los movimientos verticales de bloques del basamento a lo largo de las fallas de dirección NE-SO, con buzamientos de alto ángulo. En el distrito concurren tres sistemas de fallas inversas E-O y longitudinales NO-SE. Este último provocó un cabalgamiento, acúñamientos y discontinuidades en las estructuras mineralizadas. Los depósitos de este distrito están constituidos por oro, oro electrum, pirita, arsenopirita y pirrotita, siendo la pirita oxidada la que hospeda oro habitualmente. La mina La Paccha se encuentra entablada en granodioritas y también en esquistos del Complejo Marañón (Zarate, 2006).

Existen vetas de cuarzo y pirita aurífera bien definida con rumbo N70°O a E-O y buzamiento entre 25 y 35° SO. Estas vetas están controladas por corredores estructurales. El ancho de la estructura mineralizada promedio es 1.10 m y se encuentra emplazada en limoarcillitas carbonosas (pizarras) y en granodioritas; asimismo, en el contacto entre ambas, en la granodiorita, la mineralización se empobrece. El relleno de veta lo constituye el cuarzo blanco o lechoso; por sectores es cristalino, hay pirita y pirrotita con oro libre. El yacimiento está compuesto por un sistema de vetas paralelas (Zarate, 2006).

La alteración hidrotermal la constituye esencialmente la seritización de la granodiorita y cloritización de los metamórficos. Vidal *et al.* (1995) sugieren que los fluidos mineralizantes son de origen magmático, o sea que tuvieron como fuente las rocas graníticas del batolito y que la reactivación de las fracturas preexistentes promovió una circulación de los fluidos.

La alteración está menos desarrollada en metasedimentarios y pizarras. En areniscas la alteración no está visible, solo tienen una ligera decoloración. En filitas la alteración está caracterizada por un alto grado de deformación con abundante clorita y poca pirita. Hornfels es el primer contacto metamórfico con biotita, granate, epidota y menor pirrotita (Zarate, 2006).

El contenido de las vetas consiste esencialmente de cuarzo lechoso y pirita aurífera, con menores cantidades de arsenopirita, pirrotita, esfalerita, galena, calcopirita y hematita. Al parecer, la esfalerita y arsenopirita aumentan con la profundidad. El oro está contenido principalmente en la pirita, que tiene de 15 a 200 g/t de Au, en la arsenopirita de 20 a 150 g/t de Au y en la pirrotita de 5 a 15 g/t de Au. Se afirma que la pirrotita es más abundante que la pirita, donde las cajas de las vetas son pizarras calcáreas. La galena es posterior; se

presenta en agregados o vetillas en la pirita y lleva de 1 a 1,2 kg/t de Ag (Pool, 1999).

Las vetas de La Paccha tienen rumbo cercano al E-O, paralelo al de los cuerpos de granodiorita; buzán de 15° a 35°N, llegan a 600 m de longitud y extensiones verticales conocidas mayores de 400 m, y están más desarrolladas en las pizarras que en la granodiorita, aunque comúnmente se encuentran a lo largo del contacto entre ambas rocas. La veta Santa Teresa es la más grande y productiva, con un buzamiento de 30° N; ha sido reconocida en 11 niveles sobre una distancia horizontal de más de 1000 m y por casi 700 m a lo largo de su buzamiento, donde se han desarrollado dos grandes clavos de potencial. Es preciso convertirlos en productivos para colaborar con el resurgimiento económico-social de la región (Pool, 1999).

El mineral primario más abundante es la pirita, que se observa con un fracturamiento posterior e intrusión de venas de cuarzo portadoras de segunda mineralización de arsenopirita y galena, habiendo muy poco o nada de blenda y solo en pocos casos calcopirita. En los extremos de las zonas mineralizadas ricas en oro se encuentra fierro oligisto; en los lugares más próximos a la roca eruptiva, no es raro observar con frecuencia la marcasita pseudomórfica de la pirita y en regular cantidad la pirrotita (Broggy, 1941).

Por ser la pirita un elemento primario, es la especie más rica en oro, pues se han sumado en esta los aportes de las dos mineralizaciones. Sigue el mispíquel, la pirrotita y el oligisto, siendo la última la galena que no tiene casi oro, pero sí plata. Es de notar que la pirita, que está más cerca de la galena, es más rica en oro. En términos generales, se puede indicar que la pirita tiene ley de 15 a 200 g/t Au, el mispíquel de 20 a 150 g/t Au, la pirrotita de 5 a 15 g/t Au y la galena de trazas a 2 g/t Au y de 1000 a 1500 de plata por tonelada. La ley del fierro oligisto, casi constante, es de 8 gramos de oro por tonelada (Broggy, 1941).

El cuarzo, abundante en la pizarra y roca eruptiva, forma la ganga o material estéril de las vetas, no tiene oro. La ley promedio de la mena que se beneficia es 12 g/t de Au (Broggy, 1941).

Solo esporádicamente y en la zona oxidada se puede ver macroscópicamente el oro (el más grande observado 1 mm). La mayor parte es solo visible al microscopio (Broggy, 1941).

Mineralógicamente se tiene pirita aurífera, galena argentífera, mispíquel con menores cantidades de arsenopirita, pirrotita, esfalerita, galena, calcopirita y hematita. Al parecer la esfalerita y arsenopirita aumentan con la profundidad. El mineral de ganga está representado por el cuarzo lechoso y el cuarzo ahumado (Zarate, 2006).

Su origen es hidrotermal, de alcance mesotermal. Está formado por fluidos termales emanados de las rocas intrusivas, a una temperatura y presión elevadas, sin excluir la posibilidad de una segregación magmática, especialmente de ciertos diques mineralizados que se presentan en medio de la roca eruptiva. La zona de oxidación alcanza una profundidad de 40 m verticales. Como los principales componentes mineralógicos son oxidables, pero no fácilmente lixiviables; solo se nota un ligero enriquecimiento de la zona oxidada (Broggy, 1941).

3.2 FRANJA II DEPÓSITOS OROGÉNICOS DE Au-Pb- Zn-Cu DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO

Se ubica en la Cordillera Oriental. La mineralización se encuentra asociada con granitoides calcoalcalinos del Carbonífero, pertenecientes al Batolito de Pataz, que intruyen a rocas metamórficas del Paleozoico inferior. La edad de los granitoides se encuentra entre 328 y 329 Ma, mientras que la edad de mineralización del oro oscila entre 314 y 286 Ma (Haeberlin, 2002; Vidal *et al.*, 1995). Las estructuras mineralizadas se encuentran en zonas de cizalla NO-SE. Aparentemente desarrolladas a partir de la tectónica eoherciniana presentan geometrías de vetas y mantos. En esta franja se encuentran los distritos mineros de Balsas, Bolívar, Pataz Parcoy y Buldibuyo.

En los depósitos La Lima, Papagayo, El Tingo y Consuelo del distrito de Pataz, la mineralización se presenta en zonas de cizalla, donde las vetas de cuarzo muestran una deformación frágil-dúctil con una dirección N-NO. Las estructuras en el distrito de Parcoy presentan similares orientaciones (Mac Farlane *et al.*, 1999). Las zonas de contacto intrusivo-metasedimentos presentan clavos mineralizados de alta ley ($> 120\text{g/t Au}$). Las granodioritas o dioritas que hospedan las vetas presentan rellenos bandeados o masivos ricos en sulfuros, cuarzo parcialmente brechado. Las vetas de cuarzo alojadas en la monzonita son de baja ley ($3\text{-}10\text{ g/t Au}$), como se puede notar en el depósito Culebrillas, donde las zonas de cizalla contienen granos de muscovita, roca hospedante alterada y molida y menor cantidad de lentes de sulfuros. En el depósito Consuelo, la mineralización está emplazada a lo largo de los diques lamprófiros. La mineralización consiste en una zona de cizalla con abundante clorita, una veta masiva de cuarzo-sulfuros en la zona central y una brecha hidráulica (Haeberlin *et al.*, 2004).

La producción acumulada de oro en esta franja, durante 1938 - 2008 (MEM), ha alcanzado 207 t (6.7 Moz). Sin embargo, para los últimos 100 años que han pasado (Haeberlin *et al.*, 2004) se calculó una producción total de 6 Moz Au. Puesto que

solo se ha explotado el 15% de las vetas, se hace una estimación mayor que 40 Moz de recursos de oro por explotar a lo largo de los 160 km de esta franja.

En el distrito de Pataz se encuentran 5 minas subterráneas con una producción histórica (1982-mayo 2002) de 1 Moz Au, una producción anual de 100 000 oz Au y un potencial de 6 Moz Au con una ley de Au de 14.1 g/t (Hoyos, 2003).

La geología está caracterizada por un basamento metamórfico (Figura 3.2 y Figura 3.3), presiluriano y plutones calco-alcalinos del Mississipiano, seguido por una secuencia de rocas volcánicas. Los estratos presilurianos comprenden de la base al tope las tres siguientes unidades: (1) Complejo Maraón, miembro de metapelitas deformadas, (2) Formación Vijus, unidad volcanoclástica y (3) secuencia turbidítica que estratigráficamente equivalente a la Formación Contaya. Hacia la parte superior, los afloramientos de la Formación Contaya muestran las tradicionales facies llandoveryanas, descritas en el Perú, que consisten en ciclos turbidíticos con pizarras negras ricos en graptolites, areniscas y raramente cuarcitas (Villanes, 2006).

El Batolito de Pataz es un cuerpo intrusivo de forma lenticular y alargada (160 km largo y 1-3 km ancho) que debe su emplazamiento a una fractura regional de dirección andina NO-SE, alineada a lo largo del flanco oriental del valle del Maraón, con una extensión en superficie cercana a los 200 km². Está constituido por granodioritas, monzogranitos (adamelitas), diques aplíticos y pegmatíticos, que corresponden a la serie ácida, así como tonalitas, dioritas (dioritas hombléndicas a hornblenditas) y microdioritas que pertenecen a una serie intermedia a básica. Se presentan xenolitos metamórficos en la roca caja, así como material volcánico, alguno de los cuales son asimilados presentando una contaminación magmática que da lugar a una roca híbrida. El pórfido tonalítico-diorítico presenta una textura holocristalina con cristales faneríticos de forma subhedral inequigranular; por lo general, se aprecia sericitizado y piritizado. Estas rocas son cortadas por diques de regular grosor de composición pórfido-cuarcífero (Zarate, 2006).

La formación de este intrusivo tuvo lugar en el Carbonífero, según dataciones reportadas mediante U-Pb en zircón en 329 ± 1 Ma para las granodioritas en el área de Parcoy (al sur de la mina Poderosa). El modo del emplazamiento del Batolito de Pataz deja dos hipótesis abiertas: una primera explica que se trataría de un cuerpo tabular controlado por fracturas que afectaron el basamento y la segunda hipótesis explica que se trataría de un cuerpo intrusivo de geometría tabular que se emplaza en concordancia con la estratificación (pseudo-estratos) de las pizarras (Villanes, 2006).

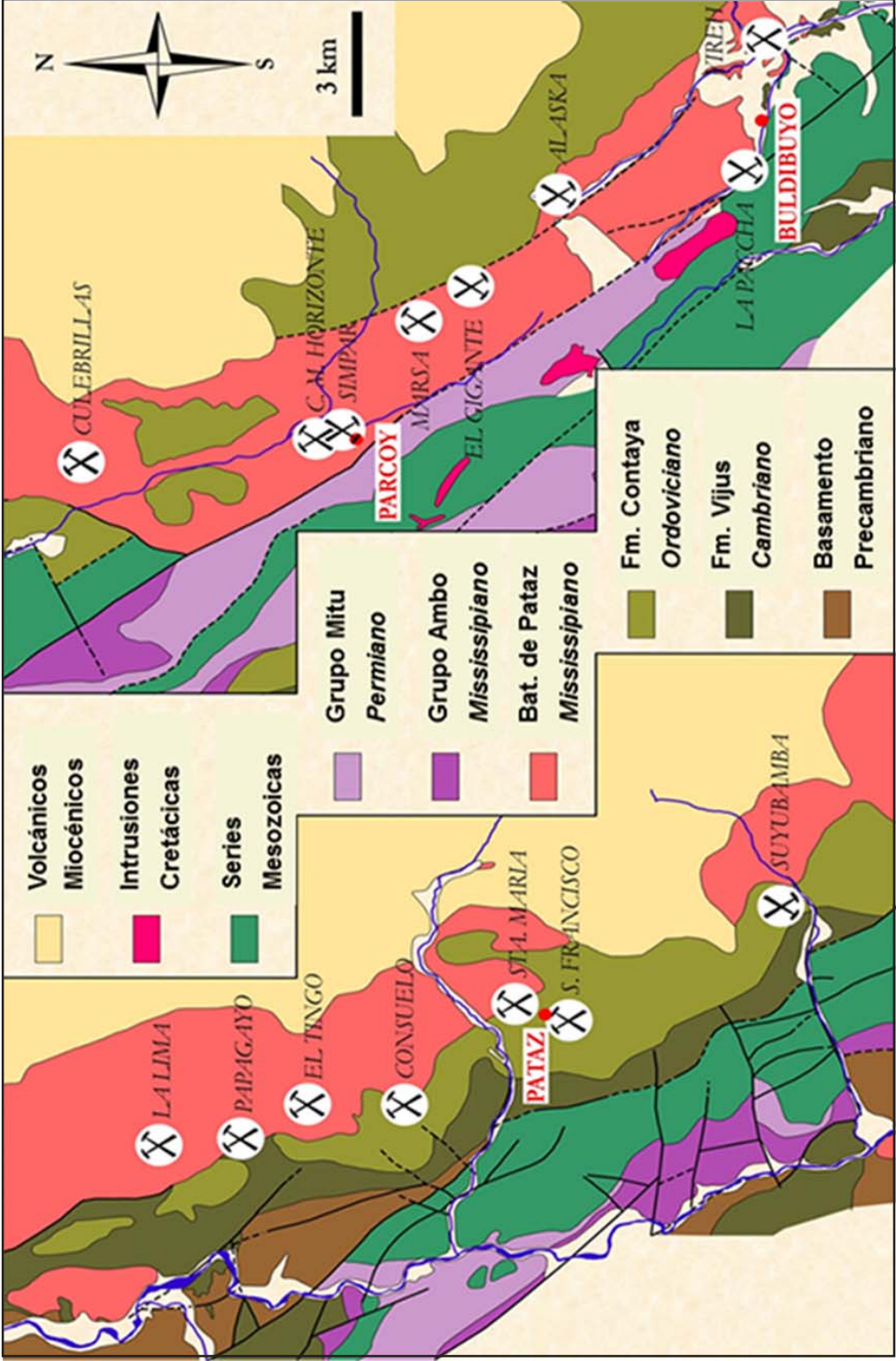


Figura 3.2 Plano geológico regional de la Franja de Patate (Hoyos, 2003).

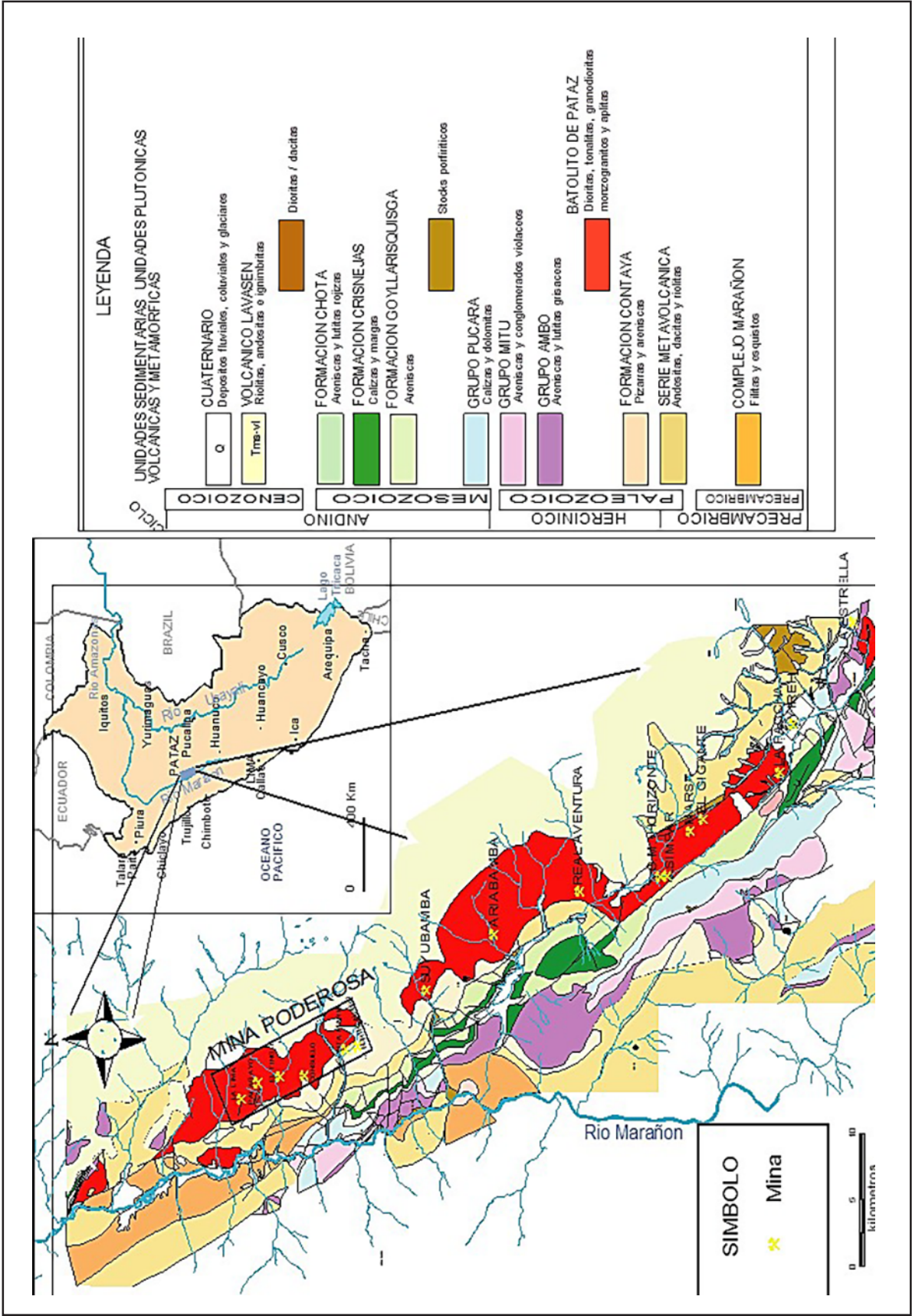


Figura 3.3 Plano geológico regional de la Región Patate en donde se aprecia la mina Poderosa y El Gigante. (Villanos, 2006).

Los sistemas de vetas auríferas (312-314 Ma, Haeberlin, 2000) en la región de Pataz están ligados espacialmente a la geometría del batolito. Estas vetas encuentran ubicadas en el margen occidental de este cuerpo intrusivo (Villanes, 2006; Hoyos, 2003).

Entre los principales depósitos de la franja tenemos:

3.2.1 Poderosa

Poderosa se ubica en el extremo oriental del departamento de La Libertad, provincia de Pataz, distrito de Pataz, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte, al este del río Marañón. Se encuentra a unos 70 km al noroeste de Tayabamba, capital de la provincia (Figura 3.4).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 210133 E y 9149974 N, Datum WGS84 - Zona 18 sur con una altura promedio de 2360 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-h (Pataz).

Sus coordenadas geográficas son 77°37'39'' longitud oeste y 7°40'55'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego, se pasa por una carretera asfaltada hasta Huamachuco; posteriormente, se sigue por una carretera de penetración parcialmente afirmada hasta el poblado de Chagual y, finalmente, se llega por una trocha carrozable hasta la mina Poderosa (Cuadro 3.2).

La provincia aurífera de Pataz es conocida por sus vetas auríferas de cuarzo-sulfuros desde la época incaica (siglos XV y XVI).

Durante los últimos 100 años, más de 16 minas subterráneas, distribuidas en los distritos de Pataz, Parcoy y Buldibuyo han producido 6 millones de onzas y se estima que los recursos asciendan a 40 Moz. El sistema de vetas de Poderosa es una parte de la provincia aurífera de Pataz, con una producción histórica de 1.2 Moz de oro (Hoyos, 2003).

La riqueza aurífera de la provincia de Pataz siempre ha sido reconocida. Se trabaja ancestralmente la minería tanto de manera artesanal como a través de empresas. Se sabe que las primeras familias que habitaron la zona se aventuraron en esta actividad a trabajar en pequeña escala (Villanes, 2006).

En el distrito de Pataz, se instala la primera operación a escala industrial en la década de los años veinte, cuando la Northern Peru Mining Corporation instala la planta de cianuración de 250 toneladas por día. Esta empresa opera hasta fines de la década de 1940. Simultáneamente, el ingeniero Gordillo Delboy exploraba la zona norte del distrito en las quebradas La Lima y el Tingo, midiendo 48 000 TM con una ley de 13.27 g/t Au; pero en ese tiempo por la lejanía y los relativos precios bajos del mineral se abandona la zona. Hacia 1967, Wilder Lozano Noriega denuncia la zona que hoy se conoce como Poderosa. Lozano busca y anima a Jesús Arias Dávila a entrar en la aventura y conquistar este reto. En 1980 se funda Compañía Minera Poderosa (Villanes, 2006).

Cuadro 3.2
Acceso y distancia a la mina Poderosa

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Huamachuco	180
Huamachuco - Chagual	170
Chagual - Poderosa	50
TOTAL:	970

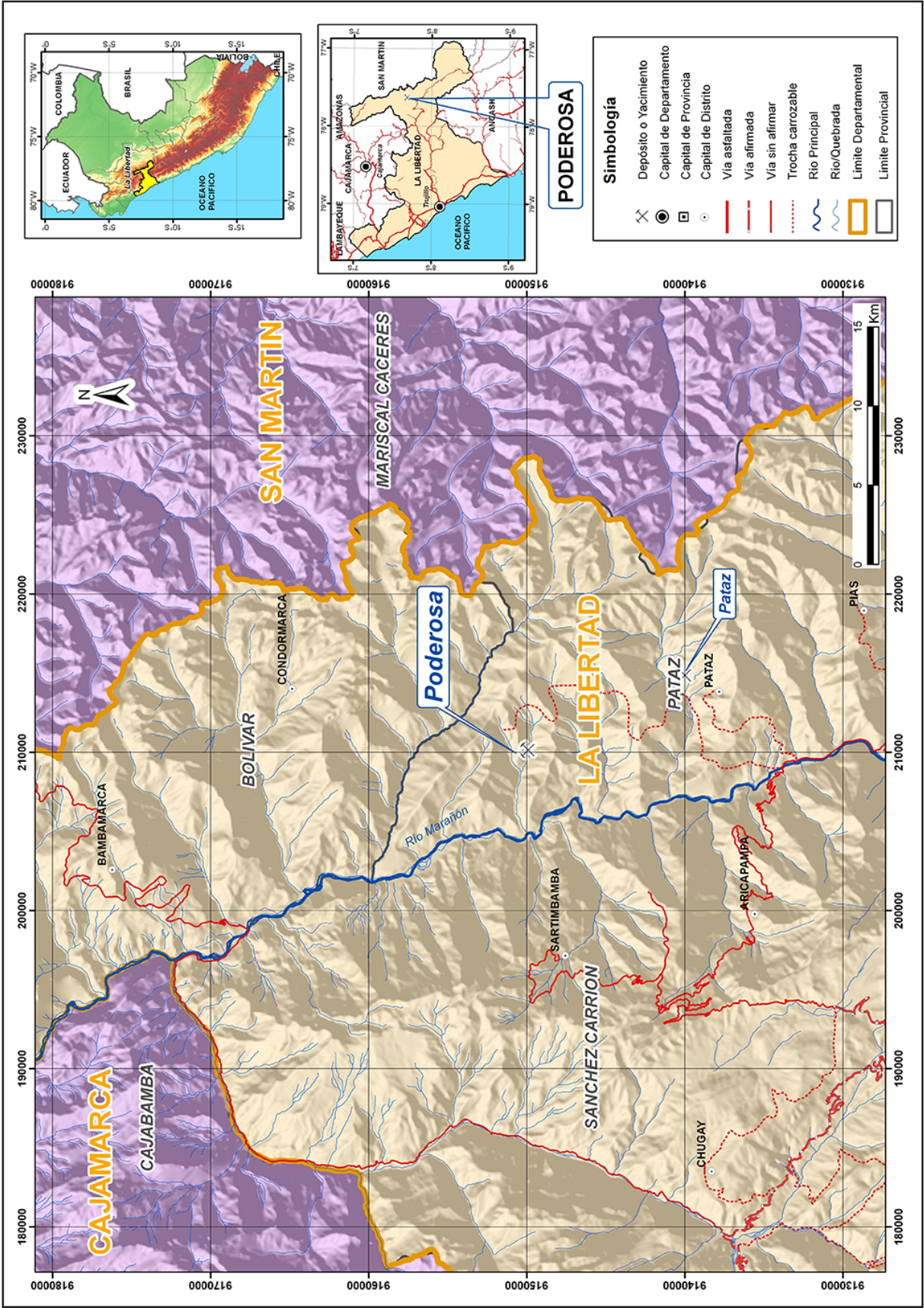


Figura 3.4 Mapa de ubicación de Poderosa.

Geología económica

El yacimiento Poderosa presenta un fuerte control estructural a nivel regional, distrital y local. Tiene un sistema de fallas y fracturas que se repiten a diferentes escalas y controlan el emplazamiento del Batolito de Pataz, y posteriormente la mineralización y ubicación espacial de los *ore shoots*.

Regionalmente, las vetas ocupan estructuras de segundo y tercer orden hacia la caja techo de un lineamiento mayor de rumbo N-NO, a lo largo del margen occidental del Batolito de Pataz. Este lineamiento mayor se cree que sea posiblemente del Proterozoico y corresponde a una sutura que fue reactivada periódicamente durante subsecuentes eventos tectónicos. Durante los estadios de mineralización debió funcionar como el principal canal para los fluidos hidrotermales mineralizantes (Villanes, 2006).

Las fallas principales (Figura 3.5) son subverticales y tienen un rumbo N a NO, además de un juego de fallas transversales de orientación cercana al E-O, que son secantes a las estructuras mineralizadas. A nivel distrital y local se pueden observar estructuras mayores y menores.

En el sector sur del Yacimiento (Consuelo), dos grandes estructuras secantes son observadas:

- El primer sistema de fallas con dirección N315° y buzamiento de 70°.
- El segundo sistema de fallas con dirección N278° y 70° de buzamiento al norte.

Ambos sistemas de fallas presentan movimientos sinextrales en una última etapa de reactivación.

Para las fracturas con buzamiento bajo a moderado se reconocen 2 familias, ambas con direcciones cercanas al N30°O:

Un primer sistema de fallas con buzamiento al este, predominante de 45° que ocasionalmente puede llegar a los 75°, con longitudes normalmente kilométricas y que se reconoce en las zonas de Jimena y Consuelo, así como en toda la región.

Un segundo sistema de fallas con buzamiento 20°, con tendencia al NE y con longitudes que llegan a ser kilométricas (Villanes, 2006).

Toda la mineralización importante, hasta hoy reconocida, se encuentra alojada en estas dos familias de estructuras (Villanes, 2006).

Las vetas presentan una alteración hidrotermal, característica de las vetas de cuarzo auríferas mesotermiales, casi consistente con las alteraciones descritas en los modelos Intrusión-related Gold Deposit (Baker & Lang, 1999) y Orogenic Gold Deposit (Grooves, 1998 en Villanes, 2006).

La roca caja granodiorita y monzogranito exhiben un halo de alteración filica pervasiva de 10 cm a 1 m de ancho en la parte

proximal interior, gradando hacia la parte proximal exterior a una alteración filica fuerte a débil; en algunos casos, es como un *overprint* o interdigitado con cloritización en una extensión de 0.5 m a 3 m. En las zonas distales, la cloritización es la alteración principal, variando de grado fuerte, ocasionalmente pervasiva a débil en unos pocos decímetros; en las zonas distales exteriores se presenta como *spots* de clorita. En las rocas plutónicas intermedias como tonalitas y dioritas se desarrolla un halo verde pálido de alteración filica pervasivo con una extensión desde 10 cm hasta 5 m ocasionalmente. En las zonas proximales, esta alteración consiste en sericita-fuchita, pirita diseminada de grano fino y trazas de clorita, gradando a una alteración propilitica hacia la zona distal (Villanes, 2006).

Las áreas mineralizadas se encuentran en vetas transicionales relacionadas a un campo de esfuerzos entre extensión y cizalla, rellenando fracturas, contactos litológicos, diques y estratificaciones de orientaciones: N-S/45°E, NO-SE/45°E, ENE/20°S-N. Estas vetas son cortadas y desplazadas por 3 familias de fallas subverticales regionales sincrónicas a la mineralización. La primera familia tiene una dirección NNO-SSE, la segunda E-O, y la tercera familia NE-SO. Dentro del relleno de la zona de falla es común la presencia de sericita, clorita y panizo, resultado de la última reactivación. Localmente, se observan fragmentos de roca alterada, cementada por cuarzo estéril. En las vetas Consuelo y Mercedes, los cuerpos mineralizados ocurren principalmente en la intersección con las fallas transversales; estas han sido interpretadas como los conductos primarios que transportaron los fluidos hidrotermales mineralizantes (Hoyos, 2003).

La pirita es el principal sulfuro del relleno mineral y puede llegar al 85% - 90% del volumen total de sulfuros. Esta corresponde básicamente al primer estadio y se presenta en textura masiva o de grano fino con cristales de tamaño mm, como venillas o venas irregulares. En algunos casos, está bandeada por deposición regular por mecanismos sucesivos de *crack-seal* o movimientos de reactivación posmineral de la veta. La arsenopirita es contemporánea o posdata ligeramente a la pirita, sobreviene como intercrecimientos y como granos gruesos en los bordes de la pirita. El electrum, con contenidos de plata de 20% a 40 % en peso (Schreibler *et al.*, 1989), está principalmente hospedado como inclusiones en esfalerita; el oro nativo precipita posteriormente, generalmente dentro de la galena o a lo largo de las fracturas dentro de la arsenopirita o adherido a su superficie. El tamaño del oro y del electrum varía normalmente entre 1 y 300 micras, pero los granos grandes visibles de oro y electrum son abundantes en las zonas de los clavos mineralizados pobres en sulfuros (Villanes, 2006).

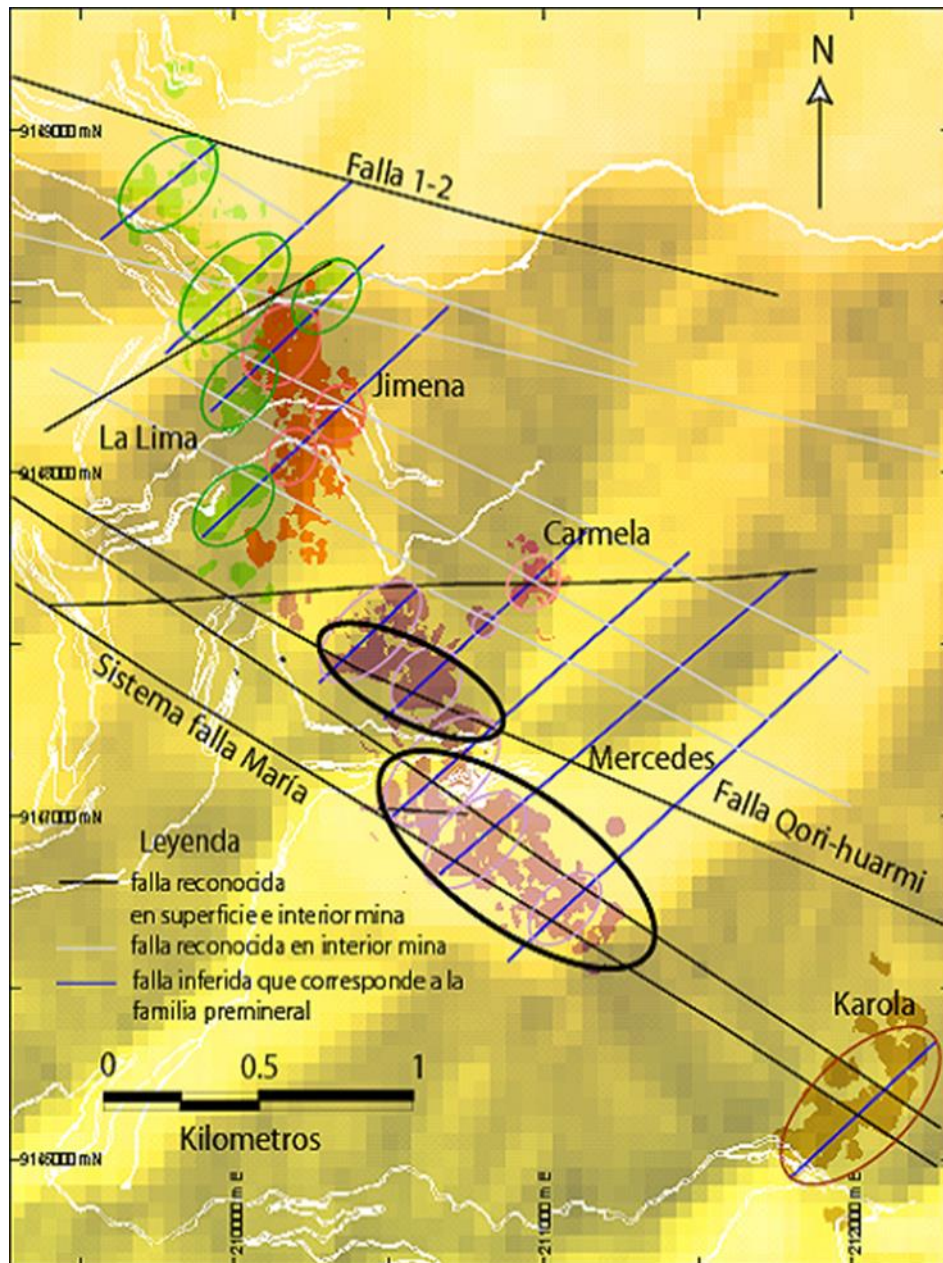


Figura 3.5 Control estructural en Poderosa (Tomado Villanes, 2006).

El mineral de ganga más común es el cuarzo con múltiples generaciones que alcanzan más del 80% del relleno de veta. De forma subordinada se encuentran los minerales de carbonatos incluyendo ankerita, dolomita y calcita. Otros constituyentes menores incluyen la moscovita, clorita y trazas de esfena. Minerales tales como la scheelita y la turmalina, que son descritos en muchos depósitos orogénicos de oro (Mc Cuaig & Kerrich, 1998; Hagemann & Cassidy, 2000), no han sido identificados en el yacimiento de Poderosa (Villanes, 2006).

Las vetas se desarrollaron en un entorno previo de fracturas donde el mecanismo de formación de vetas está dominado por extensión (*crack-seal*). La mineralización en vetas está controlada por fallas transversales; sin embargo, las fallas reactivadas durante una etapa tardía de deformación generaron zonas de cizalla y desplazamientos sinestrales de las vetas (Villanes, 2005).

a) Etapas Fe-As temprano: Liberación desde la corteza reservorio (gneis, granitos profundos) de compuestos salinos. Migración ascendente a lo largo de lineamientos y posterior descarga en fracturas de bajo orden. Finalmente, la formación de sulfuros de Fe-As.

b) Etapas oro polimetálico: Los conductos se extienden hacia la superficie con incorporación de aguas diluidas. Ocurre un descenso en la actividad del azufre y la posterior deposición del oro.

c) Etapas carbonato tardío: Ingreso de un fluido carbónico situado a profundidad proveniente de canales residuales. Formación de venillas de carbonato entrecruzadas.

El Batolito de Pataz cumple un rol pasivo y la mineralización ocurrió 15 Ma después del plutonismo calco-alcalino. Si los fluidos

magmáticos están involucrados, ellos han derivado de fuentes situados a profundidad y no de la roca caja félsica de alto nivel. La intrusión, sin embargo, preparó un apropiado entrapamiento estructural (Villanes, 2005).

Las propiedades litogeoquímicas y reológicas de las diferentes rocas plutónicas regulan fuertemente la naturaleza, escala e intensidad de la alteración hidrotermal además de la morfología del lodo (vetas masivas, brechas, zonas de gouge, entre otras) (Villanes, 2005).

3.2.2 Pataz (Mina Pataz Este)

Pataz (Pataz Este) se ubica en el extremo oriental del departamento de La Libertad, provincia de Pataz, distrito de Pataz, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte, al este del río Marañón (Figura 3.6). Se encuentra a unos 55 km al noroeste de Tayabamba, capital de la provincia y en la quebrada del río Pataz de dirección sureste, descargando sus aguas en el Marañón.

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 214951 E y 9138840 N, Datum WGS84 – Zona 18 sur, con una altura promedio de 2780 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-h (Pataz).

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una carretera asfaltada hasta Huamachuco; posteriormente, se va por una carretera de penetración parcialmente afirmada hasta el poblado de Chagual y, finalmente, por una trocha carrozable hasta el poblado de Pataz (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3
Acceso y distancia a la mina Pataz

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Huamachuco	180
Huamachuco - Chagual	170
Chagual - Pataz	20
TOTAL:	940

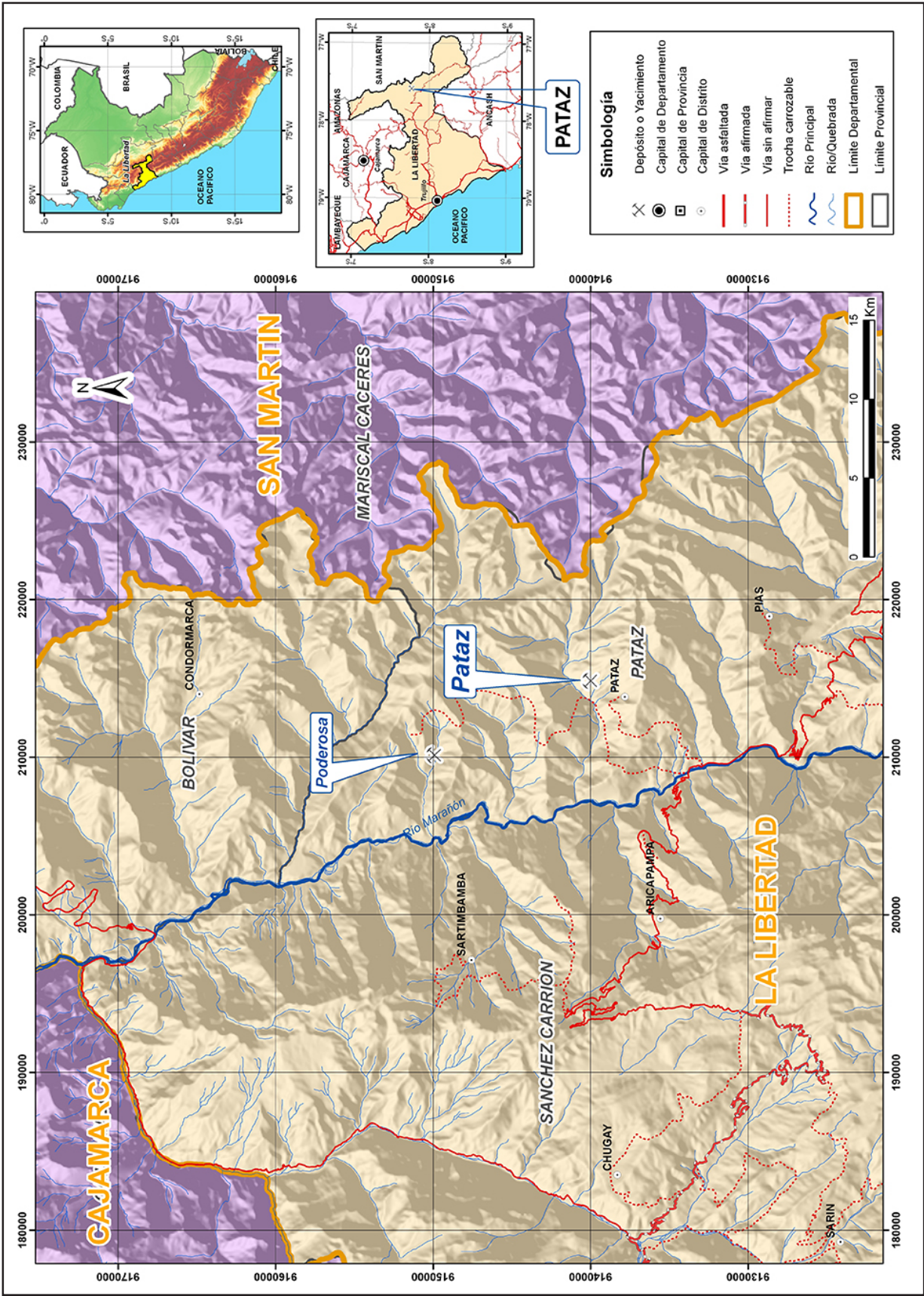


Figura 3.6 Mapa de ubicación de Pataz.

La provincia aurífera de Pataz es conocida por sus vetas auríferas de cuarzo-sulfuros desde la época incaica (siglos XV y XVI). En Pataz, Parcoy y Buldibuyo españoles y portugueses trabajaron minas a pequeña escala y, en forma esporádica, encontraron oro libre (Pool, 1999).

En la mina Poderosa, en el distrito de Pataz, se instala la Northern Peru Mining Corporation con una planta de cianuración, mientras que en la década de los treinta surgieron otros centros mineros estables dedicados a la explotación del oro en vetas de cuarzo con pirita aurífera (Villanes, 2006; Pool, 1999).

El yacimiento minero de interés en el que se enfoca el informe es conocido como Mina Pataz Este, ubicado en la quebrada La Quinta frente al poblado de Pataz (Zarate, 2006).

Geología económica

Es una estructura tabular vetiforme que se encuentra principalmente paralela a la estratificación y en pequeños ramales que cortan a dicha estratificación.

Se clasifica como depósito asociado a sedimentitas con vetas de cuarzo y pirita paralelas a la estratificación, vetas discordantes, vetas en zona de chamela y oro diseminado en sedimentos con pirita y arsenopirita. Tiene silicificación en las vetas, poco o casi nada de alteración de las cajas. La alteración de las cajas no se observa a simple vista, pero en la roca se nota alteraciones de argilización y panizo.

La roca encajonante es una limoarcillita oscura algo carbonosa, fuertemente deformada, con un metamorfismo incipiente que llega a pizarra. La estructura mineralizada tiene un ancho de 0.40 m, de rumbo N70°O y buzamiento 42°NE. La roca caja se encuentra bien definida; en el contacto, la roca se encuentra panizada. La caja piso se encuentra más consistente que la caja techo que es más deleznable.

La roca caja se encuentra bien definida; en el contacto la roca se encuentra con panizo. La caja piso se encuentra más consistente que la caja techo que es más deleznable. La estructura está rellena por óxidos y venillas paralelas de cuarzo en un espesor de 0.15 m. Se tiene, además, vetilleo que se entrecruza indicando varias fases de depósito de la mineralización (Zarate, 2006).

El depósito asociado a fajas de pizarras auríferas en cinturones orogénicos está relacionado a procesos metalogénicos vinculados a la etapa principal de deformación ocurrida en el Ordovícico superior-silúrico inferior de la Tectónica Eohercínica. Se puede estimar que el depósito tiene un volumen bajo de oro con leyes que varían entre 8 y 10 g/t. Según los trabajadores locales, las pelitas oscuras que conforman la roca caja arrojan 8 g/t de oro (Zarate, 2006).

3.2.3 Parcoy

Parcoy se ubica en el extremo oriental del departamento de la Libertad, provincia de Pataz, distrito de Parcoy, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte, al este del río Marañón (Figura 3.7). Se encuentra a unos 35 km al noroeste de Tayabamba, capital de la provincia y en la quebrada del río Parcoy de dirección noroeste, que descarga sus aguas en el Marañón. Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 227308 E y 9111815 N, Datum WGS84, zona 18 sur, Las elevaciones fluctúan entre 2500 a 3000 m.s.n.m. La hoja topográfica 17-i (Tayabamba) presenta una configuración agreste de valles profundos.

Sus coordenadas geográficas son 77°28'26" longitud oeste y 8°1'40" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego, se pasa por una carretera asfaltada hasta Huamachuco; posteriormente, se va por una carretera de penetración parcialmente afirmada hasta el poblado de Chagual y, finalmente, se llega por una trocha carrozable hasta el poblado de Parcoy (Cuadro 3.4).

Hay accesibilidad por vía aérea tanto de Lima como de Trujillo; en avioneta se puede ir hasta el aeropuerto de Pías y se continúa el viaje vía terrestre hasta la localidad de Retamas.

La explotación aurífera en Parcoy se remonta a la época de los Incas. Se dice que posiblemente el oro para el rescate de Atahualpa se sacó de las minas de Parcoy y de la región de Chinchipe, dada la cercanía a Cajamarca. La corona española concededora de la gran riqueza de la zona, nombra al corregidor Santisteban regente del lugar y se establecen los poblados de Pataz, Parcoy y Buldibuyo. La explotación aurífera a lo largo de todo el batolito fue muy intensa durante la colonia. Evidencia de ello son las labores en media barreta y otros trabajos mineros propios de esa época. En la recuperación del oro se empleó la amalgamación (Maque, 2007).

Durante los últimos años de la Colonia y primeros años de la República, el ritmo de la explotación disminuye considerablemente debido a que los óxidos con oro libre se habían agotado; por consiguiente, las recuperaciones eran bajas. A inicios del siglo XX (tomado de Maque, 2007), el polaco Mariano Tamawiesky (1913-1929) realiza un intenso trabajo exploratorio en toda la provincia de Pataz y determina una serie de estructuras. La firma inglesa Pataz & Parcoy Gold Syndicate Ltd. se establece en la zona y en el año 1918 Tamawiesky instala la primera planta de cianuración en Retamas, lo que le da rentables resultados económicos. Desde entonces hasta la actualidad ha sido el centro de tratamiento del mineral, con sucesivas modificaciones.

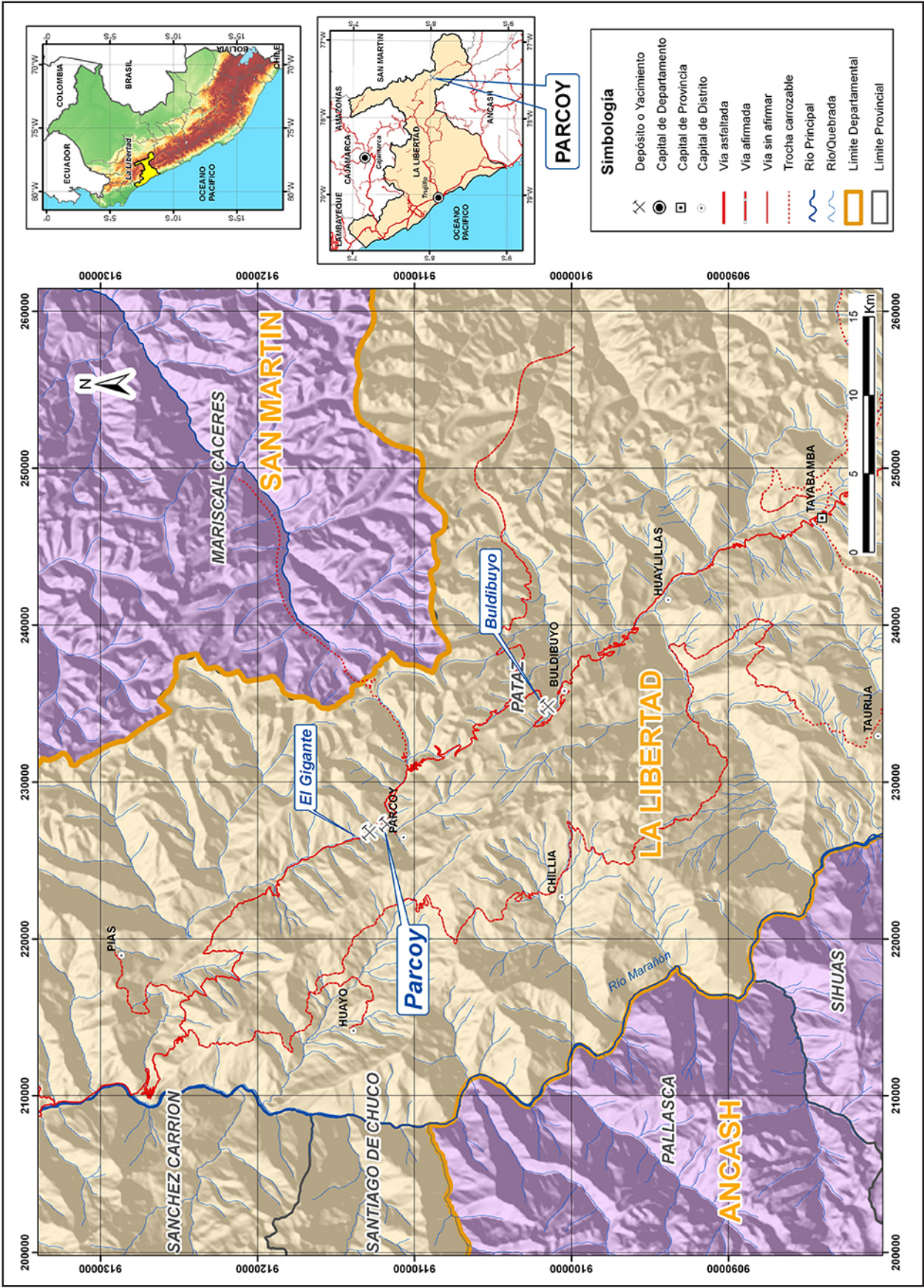


Figura 3.7 Mapa de ubicación de Parcoy.

Cuadro 3.4
Acceso y distancia a la mina Parcoy

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Huamachuco	180
Huamachuco - Chagual	170
Chagual - Parcoy	50
TOTAL:	970

En el año 1934, Eulogio Fernandini funda el Sindicato Minero de Parcoy S. A. (SIMPAR) e inicia sus operaciones el año siguiente. La Compañía Anglo-Peruana S.A., en 1938, explora las vetas Sissy, Chinchile y Elisa al oeste de la zona; aparentemente no llegan a procesar mineral. Esta empresa se disolvió y sus concesiones fueron adquiridas por SIMPAR. Durante veinticinco años, desarrolla sus operaciones y trabaja varias vetas, entre las cuales cabe mencionar: Encanto, Mishencanto y Cabana en los alrededores de Retamas; y Lastenia y el Porvenir en la parte alta del cerro El Gigante. Se llega a trabajar gran parte del batolito. El tratamiento se concentra en Retamas, donde se instaló la primera planta y cuya capacidad era de 200 tm/día.

SIMPAR paraliza sus operaciones en el mes de julio de 1960 al agotarse los recursos minerales que podían explotarse económicamente. En este tiempo, la onza de oro se cotizaba a 35 dólares. Durante el período de (1934 - 1960) que desarrolla sus actividades explotó un tonelaje aproximado de 1 200 000 tm con una ley promedio de 10.84 g/tAu. En 1978, Rafael Navarro Grau y Jaime Uranga fundan el Consorcio Minero Horizonte S.A. (CMHSA) y deciden procesar los relaves dejados por las operaciones de SIMPAR que ascendía aproximadamente a 200 000 tm con una ley de 3.5 g/tAu.

Intentan procesar por un período de cuatro años los relaves, pero no obtienen resultados positivos. Los directivos de CMHSA deciden dejar de trabajar la mina en 1982. Luego de un informe geológico preliminar y de un estudio geológico minero se efectúa el primer trabajo minero en el Proyecto San Antonio, que tampoco tuvo buenos resultados.

Posteriormente, en el año 1984, se reabre el socavón Fernandini y a mediados de 1985 la cortada de este nivel intercepta una porción mineralizada del clavo Rosa Orquídea, que permite a CMHSA procesar y vender el concentrado de mineral a un ritmo de producción de 10 tm/día. El crecimiento de CMHSA empieza con el

descubrimiento y desarrollo de la veta Rosa Orquídea, la más importante de Parcoy, con leyes promedio de 10 onzas por tonelada; luego, se descubren los clavos Dolores y Teresa que dan buenos resultados.

Con los ingresos generados por la operación minera se repotencia la planta y se adquieren nuevos equipos. La producción se incrementa de 20 tm/día a 100 tm/día sostenido para el año 1989. De 1990 hasta la actualidad, la producción se ha incrementado de 250 a 1050 tm/día, con una ley media de 13 g/t Au (Maque, 2007).

Geología económica

El Batolito de Pataz en el área de la mina está limitado por dos grandes fallas: una al lado noreste que lo pone en contacto con el Complejo Maraón, y otra al borde suroeste que lo separa del paquete sedimentario del Mesozoico. Ambas son de alto ángulo y probablemente están asociadas con fallas de gravedad que originó la fosa tectónica del Maraón, y han podido servir de canales de transporte de las soluciones de la mineralización. Al parecer, estas dos grandes fallas convergen al norte de Pataz, existiendo pocas posibilidades de continuación del batolito y la mineralización (Schreiber *et al.*, 1990; citado por Maque, 2007).

Al suroeste de la zona de estudio, se encuentra aflorando un cuerpo intrusivo a manera de *stock*; tiene una forma elíptica y alargada, y está orientado en dirección de las estructuras regionales NO-SE. Este intrusivo es de composición diorítica y pórfido monzogranítico. No se tiene estudios de dataciones radiométricas para determinar su edad, pero al estar emplazado dentro de las rocas sedimentarias se le asigna una edad de emplazamiento terciario (Maque, 2007).

El Batolito de Pataz, en la localidad de la mina de Parcoy, está controlado por una falla longitudinal con una dirección aproximada de N30°O, donde se ha emplazado el intrusivo (Figura 3.8). Esta

falla es de tipo dextral y los afloramientos del intrusivo son de diferentes dimensiones en espesor, los cuales son mostrados porque las fallas longitudinales han sido cortadas por fallas transversales que tienen una dirección de N45°E, aproximadamente, que son aparentemente posteriores, y forman bloques levantados y hundidos. Las fallas longitudinales mencionadas anteriormente forman fallas secundarias tensionales que son los lineamientos de las estructuras mineralizadas conformados por las vetas Lourdes, Rosa Orquidea y Encanto-Candelaria. Esta estructura tiene una dirección de N20°O aproximadamente. A su vez este grupo de fallas secundarias, forman estructuras de fallamiento de tercer orden, que forma a su vez el grupo de estructura mineralizada de las vetas Milagros, Vergaray y Sissy-Vannya, que tienen una dirección aproximada de N50°O. Cada estructura de fallamiento de segundo y tercer orden forma vetas en las zonas de inflexión (Maque, 2007).

Las vetas conforman un complejo estructural mineralizado constituido por tres lineamientos estructurales: Oeste (vetas Milagros, Lourdes, Sissy Vannya); Centro (vetas Rosa Orquidea, Titos); Este (Encanto, Candelaria, Santa Rosa), con presencia de *splits*, ramales, sigmoides y vetas tensionales. Por lo general, en todos los sistemas de vetas, los controles estructurales son muchos y complejos. Los más importantes son los cambios de rumbo y buzamiento, la intersección de estructuras y fallas, entre otros. Las estructuras mineralizadas se encuentran mayormente en el intrusivo del batolito de rocas de facies granodiorítica a monzogranítica, aunque se tiene estructuras no estudiadas en el volcánico Lavasen y las calizas del Grupo Pucará (Rosado, 2010).

Las estructuras vetiformes están rellenas por óxidos deleznales con rumbo N30°O y buzamiento 35° NE. Las vetas presentan lazos sigmoides con clavos mineralizados de 1 a 20 m de ancho; generalmente, son relleno de fallas sinestrales e inversas, con ensanchamientos de rumbo y donde el buzamiento es menor (Tumialán, 2003; Zarate, 2006).

Las vetas de cuarzo aurífero y pirita se encuentran hospedados en rocas intrusivas pertenecientes al Batolito de Patáz, y son parte de lazos sigmoides de 180 m de extensión y 8 m de espesor. Las vetas presentan fuerte control estructural, con las mismas direcciones de las fallas andinas, y son responsables del posicionamiento del batolito. Las vetas presentan direcciones predominantes N20°-40°O, buzamiento 35° a 70°NE, y texturas de tipo brecha, bandeada y mixta bandeada-brechosa. Las vetas sinestrales son las más abundantes, a veces están cortadas por vetas EO, ambas con las mismas características mineralógicas (Hidalgo *et al.*, 1998; Zarate, 2006).

La zona de alteración comprende sericita-pirita, silicificación y propilitización en orden de mayor a menor abundancia. La

alteración hipógena de las cajas de las vetas es un control litológico del oro. En la veta Titos-Orquidea-Rosa-Rosario, la propilitización está en las zonas con mejores leyes de oro. En la veta Sissy, la seritización es un control positivo relacionado a zonas con leyes altas de oro (Hidalgo *et al.*, 1998; Zarate, 2006).

Debido a los procesos hidrotermales que han ocurrido, estos han afectado en diversos grados a la roca encajonante. En relación con el foco mineralizante, debido al fracturamiento de la roca que fue ocasionado por esfuerzos tectónicos, lo que ha generado zonas de debilidad propicias para que se efectúen las diferentes alteraciones. Evidentemente, el fracturamiento en la roca encajonante facilitó la circulación de líquidos y gases. Se han reconocido las siguientes alteraciones (Maque, 2007): la seritización, silicificación y cloritización.

La sericitización se encuentra inmediatamente después de la zona mineralizada al techo de la veta. Este tipo de alteración es bastante frecuente y se evidencia al tacto en forma untuosa en los dedos, como también a la lupa en forma de escamas. La intensidad de la alteración es pervasiva, pues la roca pierde las características texturales por las alteraciones de los componentes de la roca (feldespatos y plagioclasas). El ensamble de minerales de este tipo de alteración es la sericita-cuarzo-caolinita, con disseminaciones de pirita cúbica. Esto se debió a la destrucción total o parcial de los feldespatos y plagioclasas de la granodiorita. La influencia de la alteración varía llegando, en algunos casos, a pasar de centímetros a metros en otros lugares. Cuando ocurre el ensanchamiento de la alteración en la roca encajonante, esta se comporta de manera deleznable y cambia a colores blanquecinos.

La silicificación se encuentra mejor expuesta al piso de la veta. Es producida por la introducción de sílice en las rocas, y esto genera el endurecimiento de las mismas haciéndolas impermeables, debido al fracturamiento y la permeabilidad de la roca encajonante. Esta alteración puede ser de débil a fuerte. En esta alteración también se puede encontrar pirita en forma cúbica disseminada y, en algunos casos, formando venillas de piritas. La influencia de la alteración es de algunos centímetros hasta varios metros.

La cloritización está presente con un ensamble típico de clorita-calcita-pirita y algo de epidota; la coloración es verdosa en algunos casos con halos muy extendidos. En el muestreo de estos halos se han encontrado valores anómalos de trazas de oro. En algunos casos, las plagioclasas son observadas determinando una incipiente alteración, y en otros casos los minerales primarios son totalmente alterados con un intenso color verde característico de las cloritas. Este tipo de alteración se emplaza con la silicificación en algunos tramos de la veta. Su halo de influencia es muy reducido a menos de un metro.

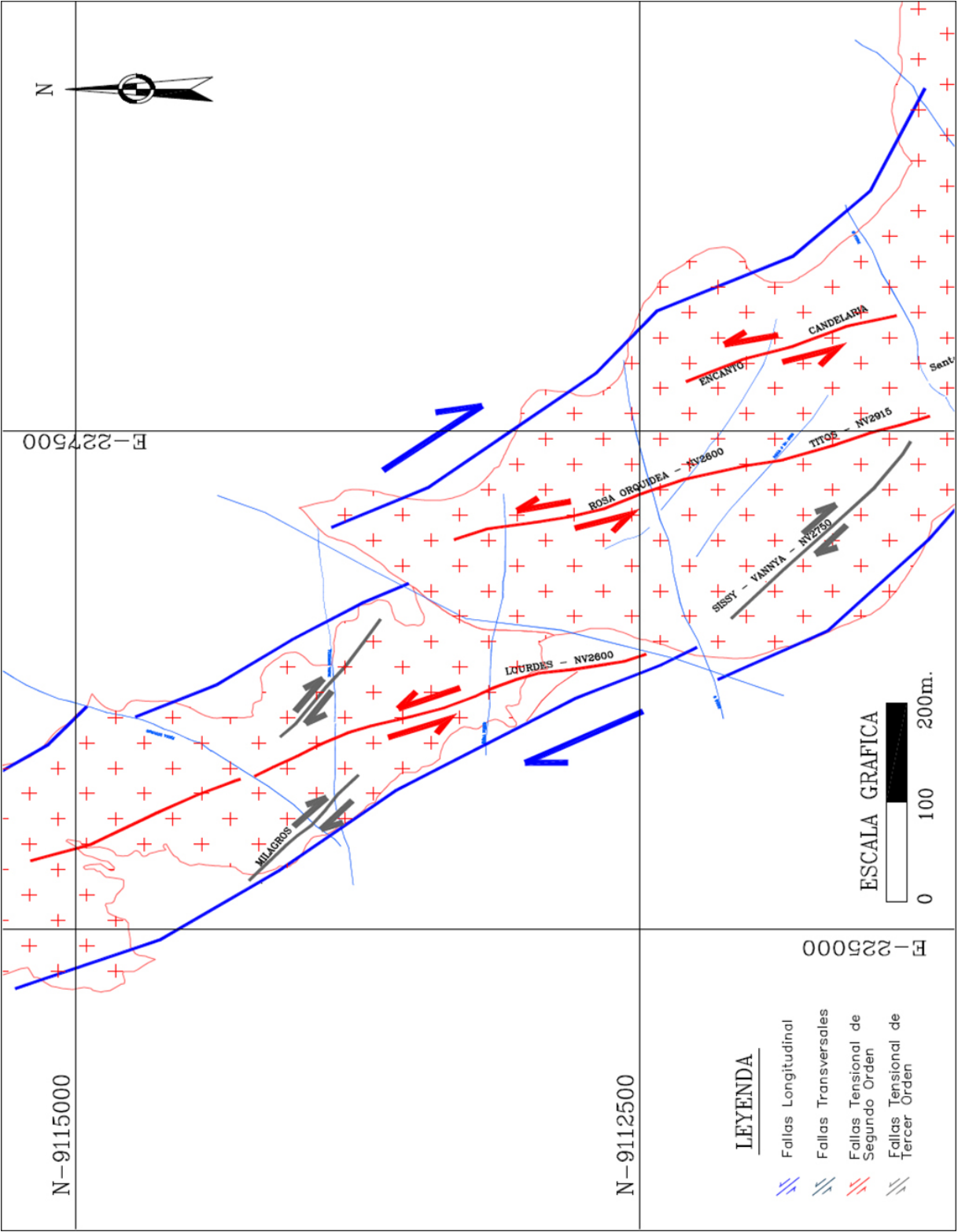


Figura 3.8 Mapa estructural de la zona de Parcoyen Patlaz (tomado de Maque, 2007).

Mineralógicamente predominan los óxidos dentro de los cuales aparece a manera de enclaves cuarzo y pirita fina con patina de limonitización (Zarate, 2006).

La pirita sirve de control mineralógico del oro. En la veta Titos-Orquidea-Rosa-Dolores-Rosarito, la pirita II es friable, de grano medio a grueso, color latón y con altos valores de oro. En la veta Sissy, la pirita II es masiva, compacta, con textura paralela y también presenta altos valores de oro (Tumialán, 2003; Zarate, 2006).

La mineralización del oro se presenta en la pirita fina y negruzca en diversos arreglos mineralógicos, dentro de su microfracturamiento; pero no solo en zona de veta (Qz-Py) se presenta el oro, sino también en las alteraciones hidrotermales tanto la sericitica y la propilitica. En contacto con la veta y en el cuarzo se encuentra en forma libre, rellenando fracturas. Los cambios de rumbo y buzamiento favorecen el incremento de las vetas en Parcoy. Se obtiene mineralización de oro de leyes altas, debido al componente dextral de las fallas. Las vetas que tienen buzamientos más bajos se presentan más anchas, favorables y de mayor ley, debido al deslizamiento inverso. La presencia de las vetas económicas en la zona del batolito hace suponer que el control litológico está ligado a rocas de facies granodiorítica a monzogranítica (Rosado, 2010).

También, en el cuarzo se suelen depositar partículas de oro. En este caso en forma libre, rellenando los espacios vacíos generados por el tectonismo (fracturas y microfracturas), pero para determinar qué sectores de cuarzo presentan oro libre, el cuarzo debe estar en asociación con los sulfuros para la depositación de ambos. Por último, aparece la esfalerita y arsenopirita; en este caso, el oro no está dentro del mineral, pero la presencia de estos minerales suele indicar leyes económicas de oro. El oro y el electrum al microscopio, en secuencia paragenética, se encuentra rellenando microfracturas de la pirita. Asimismo, tenemos presencia de cuarzo lechoso estéril con pátinas de hierro y la zona de oxidación de los llamados «pacos», donde los valores de Au reportan más de una onza por tonelada (Rosado, 2010).

La mineralización presenta zoneamiento tanto vertical como horizontal, con arsenopirita al centro, galena en las partes más externas y entre ellas una franja de pirita diseminada, siempre acompañadas de cuarzo y pirita maciza (Hidalgo, 1998; Zarate, 2006).

Las piritas tienen aspectos variables, sus texturas se presentan en forma de láminas y están diseminadas en forma de motas de cuarzo y masivo. La coloración es de verde amarillento a amarillo metal; por lo general, no se ven cristales desarrollados, los cristales existentes son subhedrales a anhedrales. El oro libre se presenta como relleno de porosidades y relleno de micro fracturas en las piritas, y como diseminados en su ganga de cuarzo y clorita (Maque, 2007).

Existen varios estudios con relación al modelo y origen de las vetas Consorcio Minero Horizonte, pero la más aceptada es la del tipo relleno de fracturas por las soluciones hidrotermales ascendentes; contiene iones metálicos, para su posterior deposición, en función de la profundidad y temperatura, siendo de origen hidrotermal con facie mesotermal. Se puede decir que es primario por la precipitación de soluciones mineralizantes ocurridas en la diferenciación magmática. Es hipógeno porque los minerales provienen de aguas ascendentes de diferenciación magmática. Finalmente, es epigenético de origen hidrotermal, ya que se formó la roca encajonante antes que la mineralización, y es mesotermal por sus minerales característicos de temperaturas intermedias a bajas que indican su formación en condiciones de presión y temperatura moderadas. Además de todo lo mencionado y teniendo en cuenta el estudio de secciones pulidas (Schreiber, 1990), se observa que la ocurrencia del oro sucedió después del fracturamiento de los minerales de las primeras etapas (cuarzo, pirita y arsenopirita) (Rosado, 2010).

La geotermometría de sulfuros y oxígenos, en los sistemas de vetas de Pataz, establece que la precipitación del oro ocurre a una temperatura de 330 \pm 50°C y basados en otros cálculos a una presión promedio de 3.5 \pm 1 kbar, lo que corresponde a un régimen litostático, con una profundidad de 13 \pm 4 km (Haeberlin *et al.*, 2000; Rosado, 2010).

Actualmente, Consorcio Minero Horizonte es una de las principales empresas mineras productoras de oro en el Batolito de Pataz que produce más de 150 000 Oz de Au anuales (Rosado, 2010).

3.2.4 El Gigante

El Gigante se ubica en el extremo oriental del departamento de la Libertad, provincia de Pataz, distrito de Parcoy, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte, al este del río Marañón (Figura 3.9). Se encuentra a unos 35 km al noroeste de Tayabamba, capital de la provincia, y en la quebrada del río Parcoy de dirección noroeste, que descarga sus aguas en el Marañón.

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 230150 E y 9108250 N, Datum WGS84 - Zona 18 Sur, Las elevaciones fluctúan entre 3200 a 4200 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-i (Tayabamba).

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego, se pasa por una carretera asfaltada hasta Huamachuco; posteriormente, se llega por una carretera de penetración parcialmente afirmada hasta el poblado de Chagual y, finalmente, por una trocha carrozable hasta la mina Retamas (Cuadro 3.5).

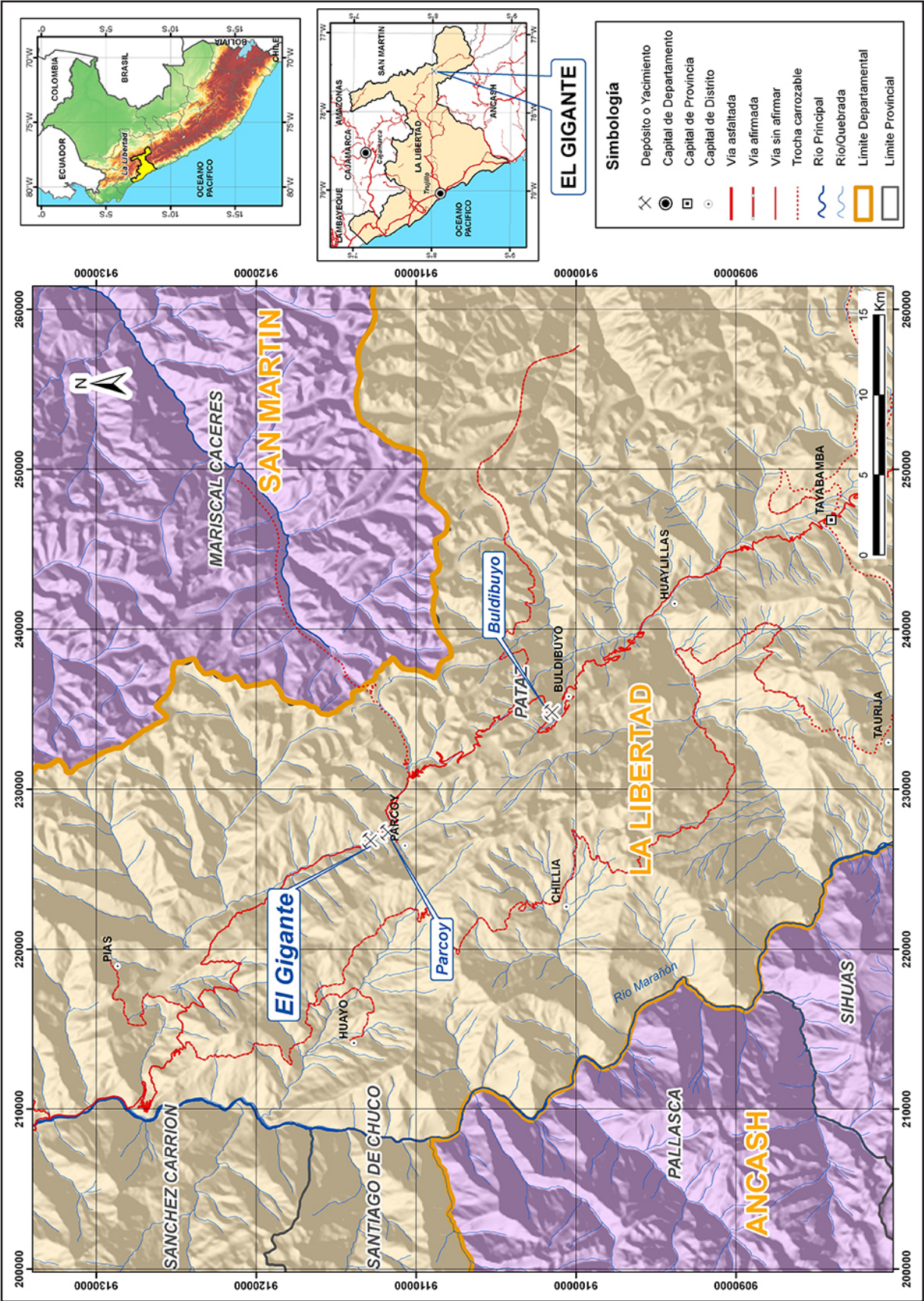


Figura 3.9 Mapa de ubicación de El Gigante.

Cuadro 3.5
Acceso y distancia a la mina El Gigante

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Huamachuco	180
Huamachuco - Chagual	170
Chagual - Retamas	58
Retamas - El Gigante	58

Durante los últimos 100 años, la producción aurífera de la zona se estima que ha llegado a 1.5 millones de onzas troy. La primera planta de cianuración fue instalada en 1912 por la compañía minera El Gigante, cerca del poblado de Parcoy. En 1918, una segunda planta fue montada en Retamas por el sindicato minero Parcoy. Ambas funcionaron aunque de manera intermitente por varias décadas. Posteriormente, se establece la empresa minera Northern Perú en el distrito minero de Pataz (Zarate, 2006).

En las últimas décadas se han establecido compañías mineras como Minera Aurífera Retamas S.A. (MARSA) y Consorcio Minero Horizonte, las que están actualmente abocadas al aprovechamiento racional de los recursos mineros en el distrito (Vidal *et al.*, 1995; Zarate, 2006).

La zona de cerro El Gigante está controlada por fallas laterales de rumbo andino, conformando un corredor estructural que regula la mineralización (Rumbo NO, buzamiento NE en fallas inversas).

Se tiene un segundo sistema de fallas transversales (Rumbo E-O a N70°O buzando al SO) que han desplazado a las anteriores, tanto vertical como horizontalmente, dando lugar a una configuración en bloques y un desnivel topográfico respecto del yacimiento explotado por Consorcio Minero Horizonte.

Se encuentra un tercer sistema de fallas, con dirección NO-SE longitudinales, posmineral que desplazan a las anteriores y originan cabalgamientos de las estructuras mineralizadas (Zarate, 2006).

Las etapas de fallamiento y mineralización son las siguientes:

- 1 Sistema de sobre escurrimiento, con falla de bajo ángulo, buzando al SE, son de gran extensión.
- 2 Sistema longitudinal NO paralelo a la Cordillera Oriental moderado a alto al NE. Tiene dos juegos, juego N5°-20°O, juego N30°-45°; ambos juegos son los más económicos del yacimiento, son relleno de fallas inversas y posterior al sistema de sobreescurrecimiento.
- 3 Sistema E-O a N70°O, buzando mayormente 69°SO, son inversas, posteriores al sistema longitudinal.

- 4 Sistema diagonal, representado por los juegos conjugados N70°E y N85°O, de alto grado de buzamiento a subhorizontal, son posteriores al sistema E-O a N70°O.
- 5 Como evento posterior a la mineralización se tiene el sistema gravitacional, con buzamiento alto al oeste, rumbo N15°-25°O, dislocan los sistemas anteriores expresados con saltos de 5 m a mayor longitud.

Geología económica (tomado de Tumialán, 2003)

Las vetas tienen estructuras tensionales. La intersección de las vetas son zonas favorables a la mineralización de oro. La veta 1 de Gigante se correlaciona con Yanaraca 2, Gigante 2 con Yanaraca 1, desplazado por la falla uno sinistral de 210°, resuelto con el mineral de arrastre en la falla 1. La veta 1 de Gigante y Yanaraca 1 son relleno de fallas sinistral y normal (más oro en las partes de mayor buzamiento y en los sectores de cambio de rumbo a la izquierda). La mineralización de algunas vetas se observa con relleno de falla. El contacto de las vetas con la caja es definido; sin embargo, en algunas vetas este contacto no está bien definido por presentar textura de diseminación. El grosor promedio es de 1.80 m y una corrida de afloramiento en superficie de 1200 m (Zarate, 2006).

La seritización es la alteración más intensa de manera subordinada. Se tiene silicificación, argilización, cloritización y calcitización. La alteración se extiende a poca distancia de la veta; se observa una superposición de argilización y cloritización dentro de las zonas de seritización, además de silicificación dentro de las vetas y adyacente a estas. El ancho de alteración puede variar 1 a 3 m. La cloritización superpuesta a la sericitización se nota en una mayor proporción en la zona de El Gigante, y con mayor preferencia en las andesitas.

Las vetas se hallan en roca ígnea intrusiva y volcánica. La roca volcánica es de composición andesítica. Es parte del techo del intrusivo, posiblemente es parte del metavolcánico del Complejo de Maraón del Precámbrico. La oxidación llega hasta una profundidad de 20 m; la veta Natasha tiene mayor profundidad de

oxidación por reactivación de fallas en tiempo posterior a la mineralización por donde percoló el oxígeno para la oxidación. Existen vetas subhorizontales cuya oxidación podría ser mayor.

Considerando al yacimiento Marsa como mesotermal, presenta una posibilidad de profundización mayor de 1 000 m, con una serie de clavos discontinuos a lo largo del flujo. Mayor alteración hipógena se ve en el techo de las vetas.

En la mineralización de algunas vetas, se observa textura de relleno de falla, donde es definido el contacto de la veta con las cajas, ejemplo en la veta Natasha. En otras vetas no es definido el contacto referido por la presencia de textura de disseminación en las cajas. En este caso se define el límite lateral de la veta en base a muestreo y análisis; por ejemplo, en la veta Manto Pomachay, la disseminación en las cajas a veces tiene lugar a manera de vetillas de cuarzo con apariencia silicificada; en otras ocasiones, esa disseminación se presenta como venillas subparalelas a las cajas con cloritización. Todos ellos con valores de oro. No se observa texturas de crustificación de relleno tipo brechoso, tipo escara; no hay textura de venillas paralelas. Existen vetas de cuarzo pobres de oro, con una reactivación de su piso y un relleno de pirita con oro. De la secuencia paragenética se concluye que los controles de mineralización del oro son cuarzo grisáceo, pirita fina grisácea, arsenopirita de grano fino, esfalerita, calcopirita, galena.

Las alteraciones hipógenas han precedido a la deposición de las estructuras mineralizadas. En contadas ocasiones, hay cloritización y calcinitización posterior a dicha deposición en las estructuras mineralizadas. Respecto al zonamiento, en la zona del cinturón de mantos, la cantidad de oro es menor (zona Pomachay). Corresponde a la primera etapa de mineralización en vetas subhorizontales. En el macizo Gigante predomina el sistema de vetas, con incremento de cloritización superpuesta a la sericitización y con mejores leyes de oro respecto al cinturón de mantos.

La mineralogía no es compleja. En orden de abundancia se tiene cuarzo lechoso, pirita de grano grueso sin oro, pirita aurífera de grano fino, arsenopirita con escaso, algo de marmatita y galena con oro. Se tiene cuarzo lechoso, y en menor proporción cuarzo grisáceo y hialino con oro. El cuarzo lechoso es el más abundante y no presenta oro.

En las vetas del sistema El Gigante-Esperanza-Cabana el oro está asociado a dos etapas paragenéticas de sulfuros. La primera con abundancia de pirita y arsenopirita. La segunda caracterizada por esfalerita, galena y calcopirita. El oro se presentó como relleno de porosidades subhedrales y microfracturas en pirita y arsenopirita cataclástica.

Schreiber *et al.*, (1989) argumentaron que las vetas de cuarzo aurífero en la región de Pataz están relacionadas al enfriamiento de los granitoides carboníferos y a la entrada de fluidos

hidrotermales que contienen metales recogidos del Complejo Maraón de edad Proterozoico (Zarate, 2006).

Vidal *et al.*, (1995), determinaron las edades radiométricas de las vetas y del batolito que difieren entre 35 y 50 Ma, cuya diferencia se interpreta como previa a la mineralización filoneana del plutón granodiorítico que estuvo ya emplazado, en gran parte frío y localmente tectonizado por fallas inversas regionales.

Los estudios de isótopos de Pb sugieren que la mayor parte de este metal en las vetas fue aportado por los intrusivos batolíticos (Zarate, 2006).

3.3 FRANJA III DEPÓSITOS DE U-W- Sn-Mo, Au-Cu- Pb-Zn RELACIONADOS CON INTRUSIVOS Y PÓRFIDOS SKARNS Cu-Ag DEL PÉRMICOTRIÁSICO

Se extiende en el flanco oeste de la Cordillera Oriental. Está controlada por los sistemas de fallas que tienen dirección NO-SE, en rocas predominantemente ígneas del intrusivo Metal Palina que es un cuerpo plutónico compuesto principalmente por granitos, tonalitas y granodioritas.

La mineralización está hospedada en lutitas y calizas del Carbonífero, con geometrías de mantos y vetas. Estarían asociados a granitoides con edades 270 y 255 Ma (Quispe *et al.*, 2008; Acosta *et al.*, 2009). Sin embargo, no se han reconocido depósitos minerales de importancia.

3.4 FRANJA VI DE PÓRFIDOS Y SKARN DE Cu Y Au DEL JURÁSICO SUPERIOR

Fue definido en el noroeste del Perú; las rocas huéspedes están conformadas por secuencias carbonatadas del Grupo Pucará y la Formación Crisnajes y Chota, interactuando con las rocas intrusivas del Paleógeno-Neógeno graníticas y de tendencia alcalina. La mineralización es principalmente de Cu-Au y se relaciona con los *stocks* intrusivos (Quispe *et al.*, 2008).

3.5 FRANJA VIII DEPÓSITOS DE Fe-Cu-Au (IOCG) DEL CRETÁCEO INFERIOR

Los principales controles de mineralización son las fallas NO-SE de la Cuenca Casma, así como fallas menores NE-SO relacionadas a un magmatismo entre ~110 y 95 Ma. Los depósitos reportados de otras zonas infieren una edad de 105-100 Ma (Clark *et al.*, 1990). La edad de mineralización de esta franja varía entre 117 y 100 Ma (Acosta *et al.*, 2008).

Solo se ha determinado la presencia de un proyecto, denominado como Tanguche, que es un depósito tipo IOCG de oro en las calizas del Grupo Casma. Comprende un basamento de rocas del Grupo Casma y rocas intrusivas del Batolito de la Costa. El Grupo

Casma comprende una secuencia sedimentaria de areniscas y lutitas con niveles calcáreos, y una secuencia volcánica de piroclásticos, lavas andesíticas y riolíticas atravesados por cuerpos de diorita y granodiorita (Cossio & Jaen, 1967).

Las rocas del Batolito de la Costa comprenden diorita a granito; en especial estas últimas son granodioritas y sienogranitos, llegando hasta las tonalitas con texturas que van de equigranular a porfírica (Cossio & Jaen, 1967).

3.6 FRANJA X PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Está en el flanco oeste de la Cordillera Occidental. Romero (2007) diferencia secuencias volcánicas calcoalcalinas del Cretácico-Paleoceno, anteriormente atribuidas como Grupo Casma, pero ahora denominada Cuenca Maastrichtiano-Daniano, tipo marginal de tras arco (Romero *et al.*, 2008). Esta cuenca alberga depósitos tipo sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu (tipo kuroko), cuyos controles regionales de mineralización son fallas NO-SE del Sistema Casma. Los registros de edades de mineralización oscilan entre 68 y 62 Ma. Basados en publicaciones sobre Cerro Lindo y Leonila Graciela se puede hacer una caracterización de estos depósitos.

Comprende un basamento de rocas de la Formación Chicama y Grupos Casma y rocas intrusivas del Batolito de la Costa.

La Formación Chicama cuyas rocas dan suelos negruzcos y blandos, desarrolla una topografía suave que está constituida de limoarcillitas, limolitas gris oscuras a negras, lutitas pizarrosas, pizarras y esquistos pelíticos. El alto contenido de pirita en los sedimentos sugiere un ambiente de reducción (cuenca anaeróbica).

El Grupo Casma es una secuencia de piroclásticos, lavas andesíticas y riolíticas atravesados por cuerpos de diorita y granodiorita y secuencias sedimentarias (Cossio & Jaen, 1967).

Las rocas del Batolito de la Costa comprenden diorita a granito, en especial estas últimas son granodioritas y sienogranitos, llegando hasta las tonalitas con texturas que van de equigranular a porfírica (Cossio & Jaen, 1967).

3.7 FRANJA XIV DE DEPÓSITOS DE Au-Cu-Pb-Zn RELACIONADAS CON INTRUSIONES DEL EOCENO

Corresponde al segmento norte (9°-10°). Las estructuras mineralizadas están conformadas por vetas de cuarzo-oro-sulfuros, con orientaciones N-S, E-O y NO-SE. Las vetas están relacionadas con *stock* tonalíticos y granodioríticos del Eoceno, emplazados en el límite oeste del dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera

Occidental y el Batolito de la Costa. El principal control estructural es el sistema de fallas Conchao-Cocachacra, hacia el extremo SO de la región, en la costa (Quispe *et al.*, 2008).

3.8 FRANJA XVI DE DEPÓSITOS TIPO MISSISSIPPI VALLEY (MVT) DE Pb-Zn DEL EOCENO-MIOCENO

Se sitúa a lo largo de la zona subandina. Las rocas huéspedes de la mineralización de Pb-Zn están constituidas por secuencias dolomíticas del Triásico superior-Jurásico inferior del Grupo Pucará. Esta franja está controlada por el sistema de fallas NO-SE y cabalgamientos que ponen en contacto la Cordillera Oriental sobre la zona subandina. Al oeste de la tradicional franja de depósitos Mississippi Valley, se encuentran distribuidas en anticlinales cerrados que desaparecen debajo de rocas más jóvenes. La edad de mineralización de estos depósitos se asume como eocena o miocena, relacionada con las épocas de mayor deformación que afectaron a esta zona durante la evolución andina (Mégard, 1987; Carlotto, 2005).

3.9 FRANJA XVIII EPITERMALES DE Au-Ag DEL OLIGOCENO

Se extiende dentro del flanco oeste del dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental. Se encuentra entre Otuzco-San Pablo-Porculca en Cajamarca (7°-8°30'). Los controles de mineralización son fallas con orientaciones preferenciales NO-SE y E-O. Están relacionadas con centros volcánicos, como es el caso de Uromalqui (Salpo). Las estructuras mineralizadas presentan geometrías de vetas con contenido de Au-Ag tipo epitermal de baja sulfuración (Acosta *et al.*, 2008).

Entre las unidades geológicas (Cossio & Jaén, 1967) de la región tenemos al Grupo Chicama del Jurásico superior, de areniscas gris-verdosas a marrones de la Formación Punta Moreno (Cossio & Jaén, 1967; Navarro, 2010), intercaladas con lutitas gris oscuras a gris claras. En su base se reconoce un depósito de conglomerados polimícticos. Se le asigna edad Jurásico superior. Sobre dicha formación yace una pila sedimentaria correspondiente al Cretáceo inferior (Chimú, Santa, Carhuaz, Farrat). Sobre esta columna se asienta la Formación Huaylas del Cretáceo Superior, constituida por clásticos continentales. El Volcánico Calipuy sobreyace con fuerte discordancia angular y es una extensa formación de rocas volcánicas que sobreyacen en discordancia angular a las formaciones del Cretáceo. Está compuesto por intercalaciones de flujos piroclásticos de cenizas, bloques y pómez; depósitos de flujos piroclásticos de cristales con líticos y flujos de lava andesíticas porfíricas, todos pertenecientes al volcán Salpo, Caldera Carabamba y volcán Paccha-Uromalqui del Oligoceno y el volcán Urpillao (Navarro, 2007).

En el aspecto estructural, las rocas volcánicas y sedimentarias se hallan plegadas y falladas, poniendo en evidencia el intenso tectonismo acaecido durante la orogenia andina, cuyas compresiones en sentido suroeste a noreste originaron las diferentes estructuras existentes. El ascenso epirogénico de la región comenzó en el Terciario superior y posiblemente continúa en la actualidad. Este levantamiento, atestiguado por la altitud actual de la superficie Puna y de las terrazas marinas, ha originado fallas tensionales de poca magnitud (Cossio & Jaén, 1967).

3.9.1 Salpo

Salpo se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Otuzco y distrito de Salpo, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.10).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 764729 E y 9114786 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3450 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-f (Otuzco).

Sus coordenadas geográficas son 78°35'54'' longitud oeste y 8°00'05'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo (Cuadro 3.6), luego pasando por una carretera pavimentada hasta Otuzco y, posteriormente, por una carretera afirmada y trocha carrozable hasta la mina.

El yacimiento está conformado por dos vetas: Salpo y Milluachaqui. La veta Salpo es explotada por mineros artesanales.

Geología económica

En el yacimiento de Salpo, las rocas intrusivas están representadas por pequeños cuerpos subvolcánicos y diques porfiríticos andesíticos a dacíticos que cortan la secuencia volcánica y que quizás guarden relación con la mineralización. A 8 km al oeste se distingue un stock diorítico datado en un cristal de biotita en 26 ± 1.0 Ma por el método K/Ar (Stewart *et al.*, 1974; Navarro *et al.*, 2010).

Complejo Volcánico Payhual del Oligoceno-Mioceno y el volcán Uromalqui del Mioceno

El yacimiento se encuentra albergado en lavas subhorizontales pertenecientes al centro volcánico Salpo. Este volcán ha sido erosionado y posteriormente cubierto por depósitos piroclásticos riolíticos provenientes de la Caldera Carabamba. Dichas lavas sobreyacen discordantemente a las pelitas de la Formación Punta Moreno del Grupo Chicama.

El sustrato conformado por la Formación Punta Moreno muestra un anticlinal asimétrico, cuyo eje tiene una dirección es NO-SE, con ejes compresivos perpendiculares (NE-SO). Este anticlinal está cubierto por los depósitos del volcán Salpo (Volcánico Calipuy). Los depósitos volcánicos y en el basamento sedimentario presentan alteración argílica. Sin embargo, la propilitización es más extendida, consiste en clorita, epidota y calcita. (Hollister & Entwistle, 1977; Kihien, 1997; Navarro *et al.*, 2010).

El yacimiento está conformado por dos vetas: Salpo y Milluachaqui. Ambas tienen una dirección principal N 145° con buzamientos de 45° a 90°. La veta Salpo varía su inclinación de SO a NE, mientras que la veta Milluachaqui solo buza al SO. Probablemente, ambas vetas en el Mioceno han sufrido un desplazamiento hacia el sur, ligado a una falla de cizalla. También, se reconocen pequeñas fallas transversales que deben corresponder a un tercer evento compresivo. Estas estructuras están rellenas por vetillas que sugieren una nueva etapa de mineralización (Tumialán, 1982; Navarro *et al.*, 2010).

La veta Milluachaqui presenta abundante cuarzo, galena, esfalerita, minerales de Ag y minerales de metamorfismo como rodonita y fengita. Por su parte, la veta Salpo presenta cuarzo, limonita, oro, pirita, esfalerita, galena, calcopirita, covelita y calcocina. Las vetas genéticamente son diferentes: Milluachaqui es principalmente argentífera, mientras que Salpo es polimetálica - aurífera (Navarro *et al.*, 2010).

Una muestra tomada en una zona de alteración de la veta Milluachaqui, sector La Esperanza y analizada con el PIMA, ha reportado presencia de halloisita, cuarzo, illita y fengita. Estos minerales son característicos de alteración argílica en un ambiente alcalino. Por lo tanto, se asume que es un yacimiento epitermal de baja sulfuración. Ambas vetas tienen leyes promedio de 4 - 6 g/t de Au y 15 - 20 oz/t de Ag. Sus espesores varían de 0.6 a 1.0 m y longitudes de 5 a 6 km (Tumialán, 1982; Navarro *et al.*, 2010).

Cuadro 3.6
Acceso y distancia a la mina Salpo

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	75
Otuzco - Salpo	26
TOTAL:	671

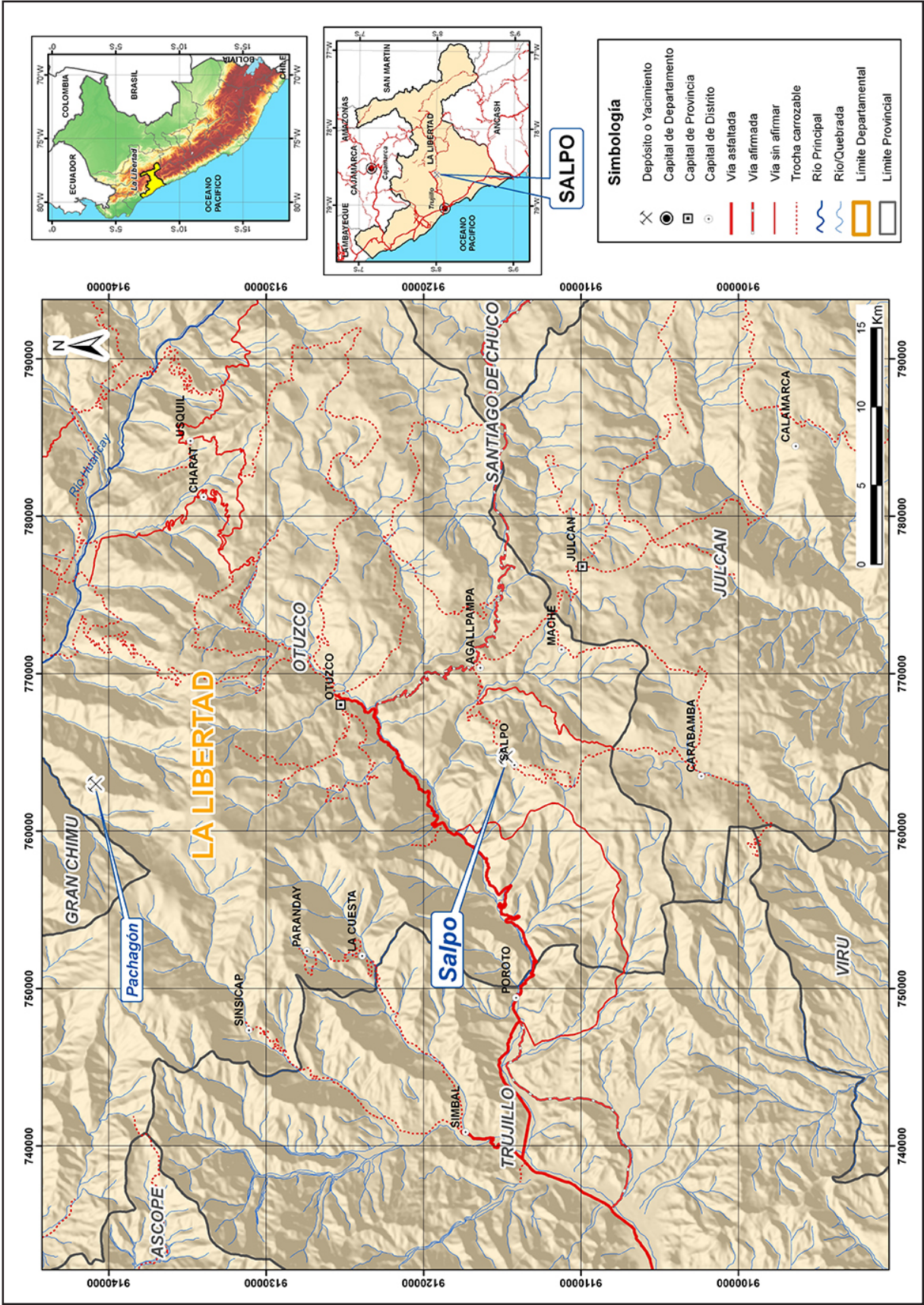


Figura 3.10 Mapa de ubicación de Salpo.

3.10 FRANJA XX PÓRFIDOS DE Cu-Mo-Au, SKARNS DE Pb-Zn-Cu-Ag Y DEPÓSITOS POLIMETÁLICOS RELACIONADOS CON INTRUSIVOS DEL MIOCENO

Esta franja está controlada por el sistema de fallas y cabalgamientos NO-SE del sistema Punre-Canchis-Magistral. Este último conforma la faja corrida y plegada del Maraón (MTFBE). Esta franja presenta tres eventos magmáticos relacionados con la mineralización, estimados en 22-20 Ma, 18-13 Ma y 10-5 Ma. Los eventos magmáticos están manifestados por el emplazamiento de *stocks* intrusivos calcoalcalinos dioríticos a granodioríticos. El segundo evento de 18-13 Ma contiene mineralizaciones tipo pórfido de Cu-Mo y Cu-Au, que algunas veces desarrolla *skarns* y cuerpos de reemplazamiento de Pb-Zn-Ag, en contacto con rocas carbonatadas del Cretácico. Los pórfidos de Cu-Mo (+/-Au) (18-13 Ma) están relacionados con intrusiones intermedias a ácidas. Otros sistemas porfiríticos similares a los anteriores, se exponen puntualmente en sectores erosionados del dominio volcánico Miocénico (franja XXI), donde se puede mencionar al depósito en la transición pórfido-epitermal El Toro y al *skarn* de Pb-Zn-Cu, El Extraño. El tercer evento magmático de 10-5 Ma genera depósitos tipo pórfido Cu-Mo (Au) situados más al sur, en donde han generado vetas y cuerpos de reemplazamiento de Pb-Zn-Ag, similares a los del centro del Perú. Este último con una edad ~6 Ma (Noble & McKee, 1999). Esta franja es muy importante desde el punto de vista económico por albergar megayacimientos en explotación y en desarrollo.

En el cuadrángulo de Cajabamba no afloran grandes cuerpos plutónicos, pero sí algunos *stocks*, *sills* y diques que están cortando rocas volcánicas y sedimentarias. Los intrusivos profundos son generalmente dioritas, tonalitas y granodioritas, y constituyen la prolongación septentrional del Batolito de la Costa. Los cuerpos hipabisales mayormente son pórfidos andesíticos y dacíticos, que afloran indistintamente dentro del área, ligados muchas veces a mineralizaciones metálicas.

Las intrusiones dacíticas y andesíticas porfiríticas constituyen cuerpos de menores dimensiones que los anteriormente descritos, habiéndose

emplazado generalmente a lo largo del rumbo del plegamiento y estratificación. Se presentan como cuerpos alargados que consisten muchas veces de *sills* o diques. En muchos lugares, la roca ha sufrido procesos de alteración hidrotermal, manifestada por carbonatación, sericitización, cloritización y epidotización (Reyes, 1980).

Al igual que las dacitas, las andesitas están relacionadas con la mineralización de la región y mayormente afloran en las vecindades de los centros mineros; se supone que muchos de estos *stocks* fueron cuellos o chimeneas por donde emergió el material volcánico, correspondiente a los niveles superiores, en gran parte erosionados, del Grupo Calipuy (Reyes, 1980).

Las estructuras principales de la región están relacionadas directamente con el segundo movimiento del Ciclo Andino, en la denominada *Provincia estructural de pliegues y sobreescumientos* desarrollada dentro de la cuenca. Secundariamente, existe una tercera estructura superpuesta, constituida por *fallas de alto ángulo* que cortan la cobertura mesozoica. Se han observado también *plegamientos tardíos*, así como fallamientos gravitacionales, y en menor escala una serie de pequeñas fallas de desgarre, de poco desplazamiento horizontal y vertical, aproximadamente normales a las estructuras plegadas (Reyes, 1980).

3.10.1 El Toro

El Toro se ubica a 144 km al este de Trujillo, en el departamento de La Libertad, provincia Sánchez Carrión y distrito de Huamachuco, en la Cordillera Central de los Andes del Norte (Figura 3.11).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 829970 E y 9134797 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3200 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba).

Sus coordenadas geográficas son 78°1'30" longitud oeste y 7°49'00" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera afirmada hasta Huamachuco, posteriormente por una carretera afirmada hasta la Mina (Cuadro 3.7).

Cuadro 3.7
Acceso y distancia a la mina El Toro

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Huamachuco	184
Huamachuco - El Toro	10
TOTAL:	764

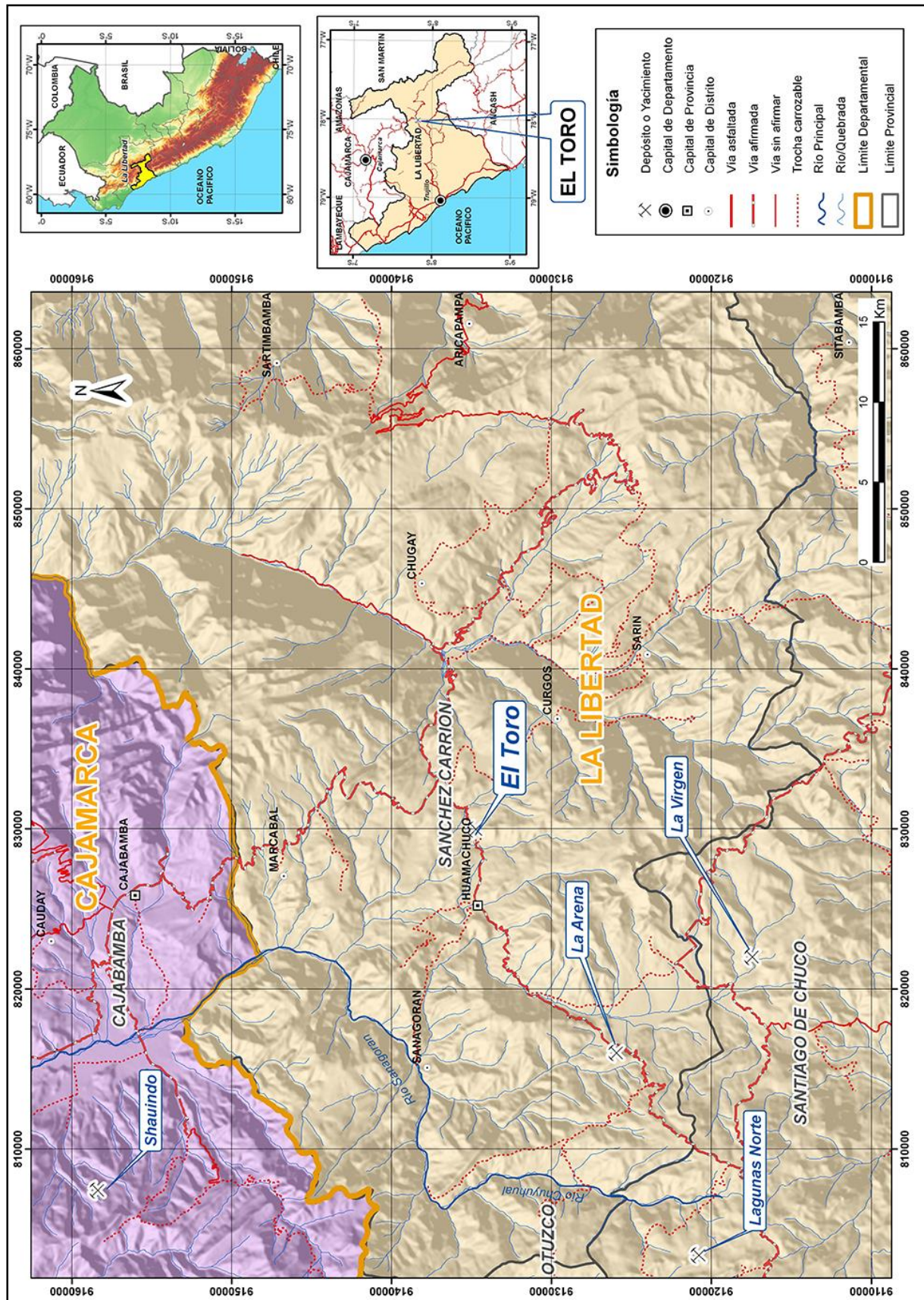


Figura 3.11 Mapa de ubicación El Toro.

Geología económica

Las estructuras predominantes son pliegues con dirección noroeste, cortados y rellenados por las vetas y los mantos angostos de 0.5 m de espesor promedio. La alteración reportada es argilización, localizada en el contacto de los cuerpos intrusivos con la roca encajonante, generalmente cuarcitas de la Formación Chimú (Navarro, 2007).

Las vetas y mantos están mineralizados con cuarzo hialino, cuarzo lechoso, y limonitas. Esta mineralización es principalmente aurífera diseminada y de baja ley (Tumialán, 2003; Navarro, 2007).

3.11 FRANJA XXI A EPITERMALES DE Au-Ag DEL MIOCENO HOSPEDADOS EN ROCAS VOLCÁNICAS

Se distribuye ampliamente en el dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental. Está controlada por fallas NO-SE como los sistemas Alto Cruz-Quiruvilca y Chonta que van cambiando a ONO-ESE al aproximarse a la deflexión de Cajamarca. Esta franja agrupa a depósitos de Au-Ag (Pb-Zn-Cu) tipo alta, baja e intermedia sulfuración. Según sus edades de mineralización se puede subdividir en dos épocas metalogénicas de 18-13 Ma y 12-8 Ma. Entre los depósitos que se encuentran hospedados en rocas volcánicas se encuentra Quiruvilca. Algunos de los depósitos están relacionados con centros volcánicos, como es el caso de Quesquenda (Alto Chicama) y Alto Dorado (Rivera *et al.*, 2005).

Después de un largo período de estabilización, la erosión originó una acumulación conglomerádica en las partes bajas (Formación Huaylas) y la aparición de una superficie desgastada sobre la cual se acumuló la serie volcánica-clástica sub aérea del Grupo Calipuy en la parte media del Terciario temprano.

De esta forma, la Formación Huaylas es una serie alternante de conglomerados, areniscas y lutitas, en paquetes gruesos y medianos bien estratificados de color marrón rojizo.

El volcánico Calipuy es una extensa formación de rocas volcánicas que consisten en una intercalación de flujos de lava andesítica porfírica y afanítica, depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas con fragmentos líticos, depósitos de flujo de pómez, ceniza y bloques.

Entre los principales depósitos de la franja tenemos:

3.11.1 Tres Cruces

Se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia Santiago de Chuco y distrito de Quiruvilca, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.12).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 799650 E y 9111140 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 4000 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco).

Sus coordenadas geográficas son 78°16'54'' longitud oeste y 8°01'56'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una carretera pavimentada hasta Quiruvilca y, posteriormente, por una carretera afirmada y trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.8).

Aunque existen referencias de que se explotó oro durante el siglo pasado, su potencial como un productor de mayor envergadura fue reconocido recientemente durante el año 1995, cuando se efectuó un programa de exploración de oro en la Formación Calipuy. Los sondeos, tanto de circulación reversa y diamantinos, han permitido a Oroya Resources, Panamerican Silver y Battle Mountain Gold estimar recursos minerales indicados que totalizan 1.9 millones de onzas de oro en minas con 2 g/t de Au. Con posterioridad al año 1995, el yacimiento fue visitado por varios geólogos que han postulado diferentes modelos genéticos del yacimiento para poder estimar su potencial económico a medida que se incrementaban los datos geológicos del yacimiento (Heyl & Livingston, 1998).

La roca intrusiva subvolcánica más ampliamente difundida en los alrededores del yacimiento Tres Cruces es una dacita porfírica de edad mioceno (23.3 \pm 0.6 M.a) que aflora a manera de pequeños *stocks* (Navarro, 2010).

Geología económica

Regionalmente, el yacimiento Tres Cruces, por encontrarse a 4 km al SE del yacimiento Quiruvilca, tiene el mismo contexto geológico que este.

Cuadro 3.8
Acceso y distancia a la mina Tres Cruces

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Quiruvilca	120
Quiruvilca - Tres Cruces	10
TOTAL:	800

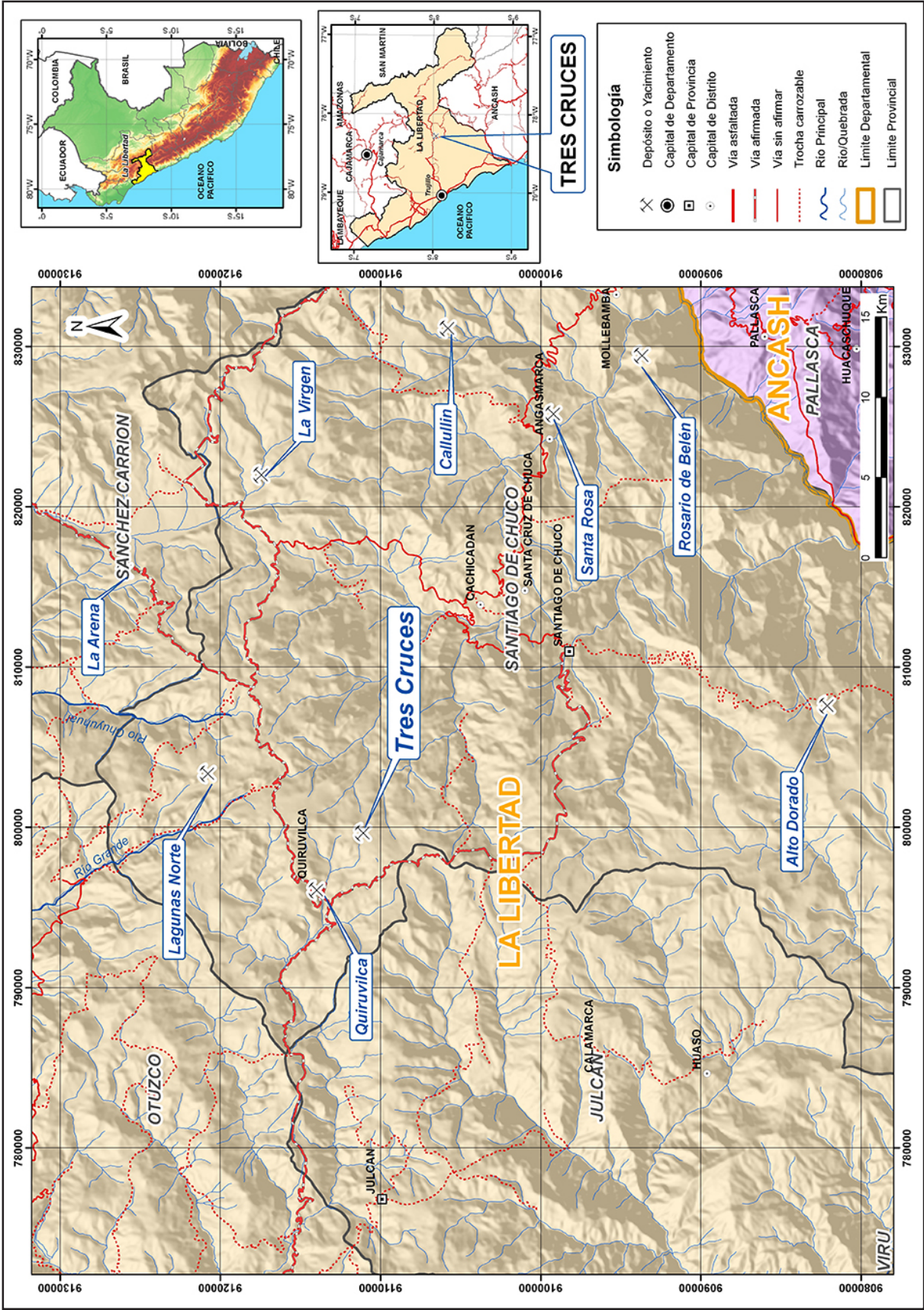


Figura 3.12 Mapa de ubicación Tres Cruces.

El yacimiento Tres Cruces se encuentra alojado en depósitos pirolásticos del volcán Quiruvilca y en secuencias volcanoclásticas y sínter ligados a la presencia de una fuente geotermal extinta. Cuerpos subvolcánicos de composiciones andesíticas cortan las secuencias volcánicas. En la zona se distingue una alteración argílica, caracterizada por el ensamble cuarzo-adularia-illita, con venillas de cuarzo, carbonatos y depósitos de sínter silíceo, por lo que se sugiere una mineralización de tipo epitermal de baja sulfuración (Navarro, 2007).

Las fallas regionales son de rumbo NO-SE. Una falla principal denominada Quiruvilca-Huamachuco es vertical, con orientación N310°. También, se reportan fallas de sobreescurrecimientos con imbricación al E. Asimismo, las capas mesozoicas correspondientes al Grupo Goyllarisquizga ubicadas al NE del yacimiento, sugieren un levantamiento a través de una falla regional de dirección NO (Heyl & Livingston, 1998; Navarro, 2007).

La actividad hidrotermal en el yacimiento ha originado una mineralización epitermal de oro diseminado del tipo de baja sulfuración, que se extiende verticalmente desde una paleosuperficie con sínter hasta una profundidad de 300 m, así como una intensa silicificación de los volcánicos félsicos en una extensión de 8 kilómetros cuadrados que origina un nivel silicificado para el sistema epitermal y un área mayor de alteración en los volcánicos andesíticos (Heyl & Livingston, 1998).

La mineralización es del tipo diseminado de oro, y ocurre a menudo con vetillas de pirita tipo *stockwork* y diseminaciones de pirita en las intrusiones hipabisables de andesita porfírica. Las unidades volcanoclásticas muestran brechas y microbrechas hidrotermales. Sus reservas son de aproximadamente 1.9 millones de onzas con 2 g/t Au (Heyl & Livingston, 1998).

Finalmente, los volcanoclásticos postminerales andesíticos y dacíticos, lavas y domos han cubierto y preservado el extinto sistema hidrotermal, el cual se encuentra parcialmente expuesto por erosión (Heyl & Livingston, 1998).

Se reportan la presencia de sulfuros de Fe (pirita, marcasita), estibina, cinabrio, entre otros (Navarro, 2007).

Al noreste se encuentra el basamento de edad Mesozoico, separado del resto del proyecto por la ya mencionada falla regional de tendencias noroeste. La mayor parte de la propiedad tiene volcanoclásticos andesíticos expuestos en afloramientos. Estos son premineralización en edad. Los volcanoclásticos han sido intruidos por pórfidos andesíticos hipabisales, que a su vez fueron intruidos y cubiertos por domos dacítico a riolíticos y flujos, principalmente a lo largo del contacto con el intrusivo más antiguo (Heyl & Livingston, 1998).

Después de la formación de los domo riolíticos, una cuenca lacustrina de tendencia noreste se formó. La paleocuenca tiene una longitud mínima de seis kilómetros, que va de Cerro Colorado en el suroeste a la zona mineralizada sur en el noreste. Tiene una anchura mínima de un kilómetro. La paleocuenca tuvo un ambiente lacustrino de agua dulce. Esto se evidencia por la presencia en los sedimentos de los horizontes de lutitas ricas en carbono y por los fósiles de mamíferos terrestres de tamaño moderado. A medida que la cuenca se llenó de gran variedad de sedimentos, depósitos de sínter de capas intercaladas de carbonato y silíceas fueron además establecidos. Los sínter fueron generados a partir de fluidos evolucionados de bicarbonato hidrotermal superficial fluidos (géiseres y piscinas geotermales). Al mismo tiempo de la mineralización y la actividad geotérmica, brechas pipe fueron formadas por explosiones freatomagmáticas y freáticas (Heyl & Livingston, 1998).

3.11.2 Alto Dorado

Alto Dorado se ubica en la parte central y sur del departamento de la Libertad, provincia y distrito de Santiago de Chuco, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.13).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 807595 E y 9082184 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3120 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco).

Sus coordenadas geográficas son 78°12'28" longitud oeste y 8°17'36" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera afirmada hasta Santiago de Chuco y, posteriormente, por una carretera de trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.9).

Cuadro 3.9
Acceso y distancia a la mina Alto Dorado

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Santiago de Chuco	183
Santiago de Chuco - Alto Dorado	46
TOTAL:	799

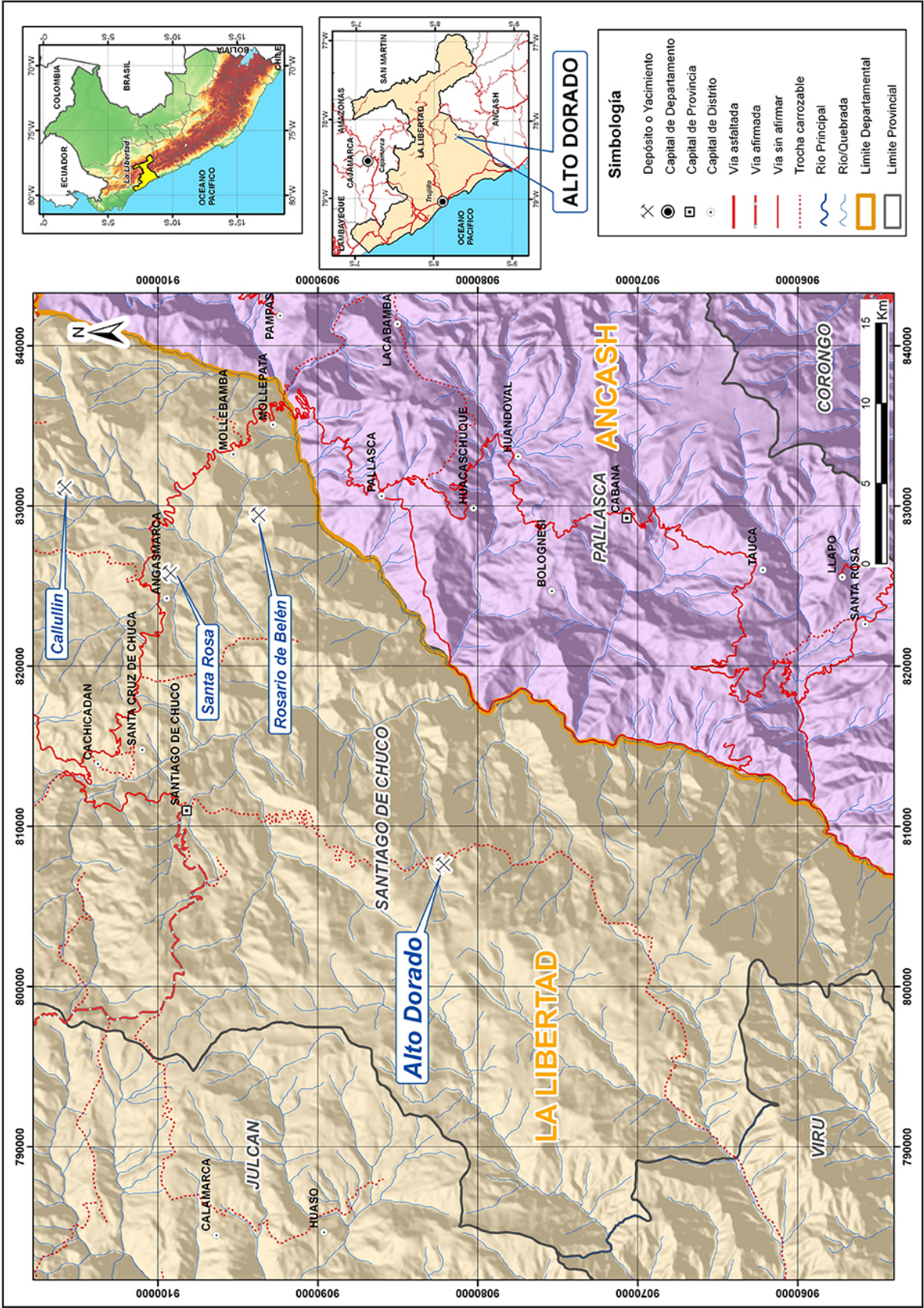


Figura 3.13 Mapa de ubicación de Alto Dorado.

Geología económica

Se encuentra alojado en rocas piroclásticas (flujos de pómez y cenizas, y flujos de bloques y cenizas) y rocas lávicas del volcán Alto Dorado, que están intruídas por *stocks* y domos dacíticos y andesíticos. En Toril se reconocen ensambles típicos de alta sulfuración silicificación tipo vuggy silica, sílice granular y calcedonia; y argílica avanzada con alunita, natroalunita, dickita, pirofilita, kaolinita, jarosita. Cubre un área de 2.4 km por 1.8 km (Navarro *et al.*, 2010).

Ana es una segunda zona de alta sulfuración. Se ubica a 3 km al oeste - NO de Toril. Cubre un área de 2.7 km por 1 km. La alteración es vuggy silica, con minerales de alunita y ópalo; en las zonas con control estructural se reportan hematita y limonita (Navarro *et al.*, 2010).

Estructuralmente presenta fallas con direcciones NO y NE que han controlado la mineralización. Candente Resource Corporation reporta una estructura de colapso de caldera, la cual no ha sido reconocida en el campo (Navarro *et al.*, 2010).

El yacimiento de Alto Dorado presenta mineralización tipo epitermal de alta sulfuración de Au y tipo pórfido Cu-Au. Está emplazada en tres zonas: Toril, Ana y Olla (Navarro *et al.*, 2010).

En la zona denominada como Olla se reconoce mineralización típica de un pórfido de Cu-Au y donde, además, se han reportado valores de Mo y Ag. Se encuentra la presencia de minerales de calcopirita y calcocita como diseminados, de enriquecimiento secundario y en *stockwork* (Navarro *et al.*, 2010).

3.11.3 Quiruvilca

Quiruvilca se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia Santiago de Chuco y distrito de Quiruvilca, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.14).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 796084 E y 9114046 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 4000 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco).

Sus coordenadas geográficas son 78°18'50.7" longitud oeste y 8°00'22.4" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera pavimentada hasta Otuzco y, posteriormente, por la misma vía asfaltada hasta la mina (Cuadro 3.10).

La roca intrusiva subvolcánica sobre la cual se emplaza el yacimiento Quiruvilca, y que además es la más ampliamente difundida en sus alrededores, es una dacita porfírica de edad mioceno (23.3 +/-0.6 M.a) que aflora a manera de pequeños *stocks* (Navarro *et al.*, 2010).

Geología económica

La mina Quiruvilca es un depósito polimetálico de meso a epitermal, emplazado en fracturas preexistentes producidas por esfuerzos compresivos relacionados a la tectónica andina.

La mineralización se emplaza en fallas y fracturas preexistentes, estando constituida por varios pulsos o periodos mineralizantes. La mineralización del primer sistema está vinculada a minerales de cobre. Tal es el caso de enargita y tetrahedrita, con pirita y cuarzo de complemento, los que se emplazan en la parte central del distrito. Un segundo y tercer periodo está constituido por minerales de esfalerita, galena, galena argentífera, calcopirita, algo de tetrahedrita y arsenopirita, siempre acompañados de pirita y cuarzo, con relleno de calcita, rodonita y yeso. Minerales más fríos, tal es el caso de estibina, oropimente, rejalgá, arsénico nativo y yeso conforman los minerales más distales del distrito. Las vetas de Quiruvilca son de diversas dimensiones, teniéndose estructuras de cizalla, del sistema EO, que son de gran

Cuadro 3.10
Acceso y distancia a la mina Quiruvilca

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	70
Otuzco - Quiruvilca	50
TOTAL:	690

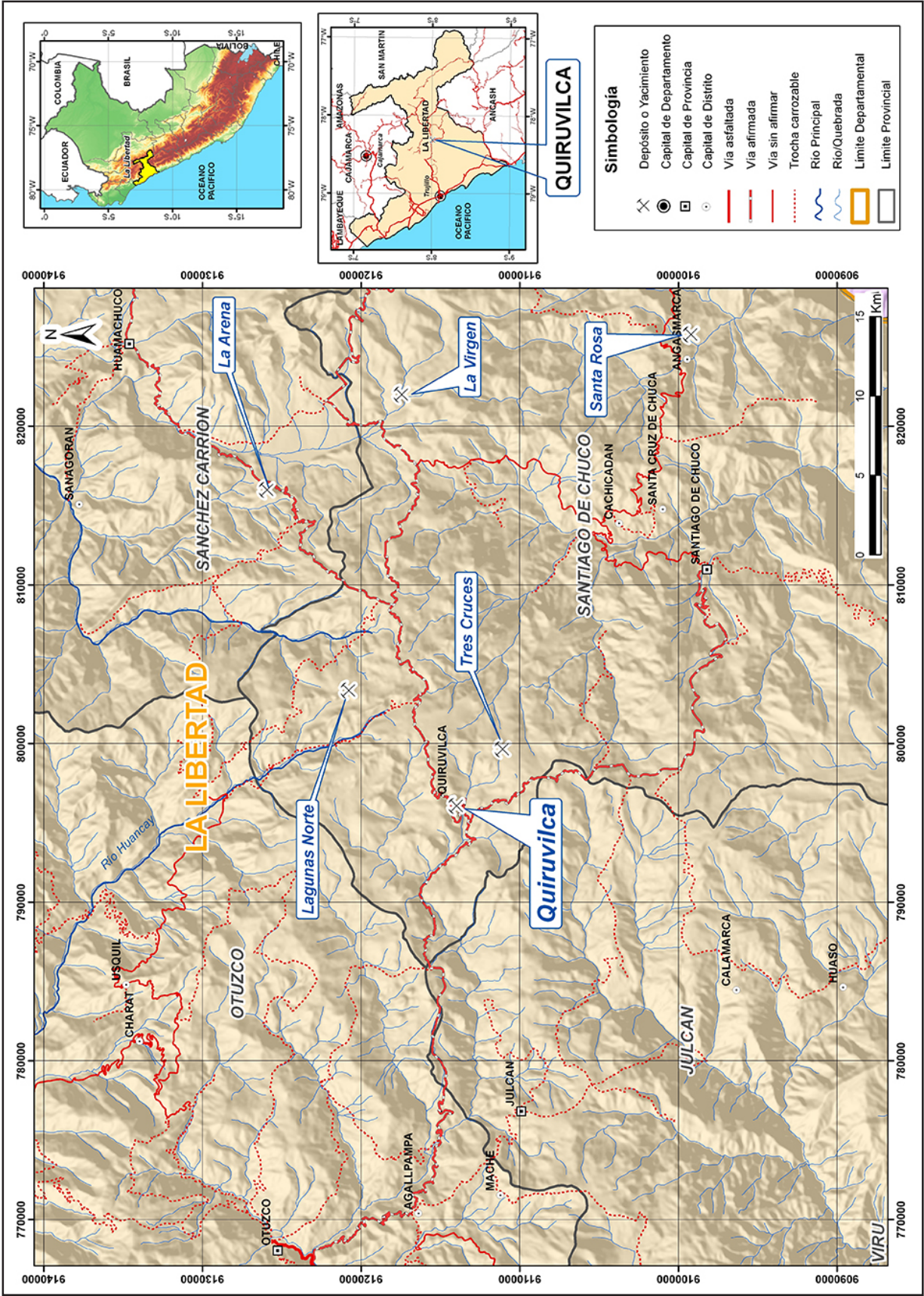


Figura 3.14 Mapa de ubicación de Quiruvilca.

longitud, profundidad y potencia, con buen relleno mineralizante. Estructuras tensionales, de menores dimensiones, pero al igual que las primeras con buen contenido metálico, corresponden al sistema NE-SO; finalmente, se tienen vetas secundarias y ramales de limitada longitud, profundidad y potencia, con mineralización muy irregular.

La mineralización se encuentra emplazada dentro de los volcánicos Calipuy. La configuración de las estructuras receptoras determina la característica de las vetas. Las vetas de Cizalla, potentes de gran longitud y buena mineralización, fueron trabajadas antiguamente, quedando algunas pocas por desarrollar en estos momentos. Las que priman en la actualidad son las vetas tensionales y las secundarias, que son estructuras sinuosas, delgadas y con relleno tipo «rosario».

El proceso hidrotermal ha afectado en diverso grado a las rocas circundantes, manifestándose en intensos halos de alteración entre los cuales sobresale la sericitización en diversos grados y aledaños a las vetas. Un poco más alejada y extensa se tiene argilización que va de fuerte a débil. Finalmente, más distal, se tiene una intensa propilitización para terminar en cloritización en halos sucesivos a partir de las vetas y de acuerdo con el grado de mineralización.

Quiruvilca fue la unidad de producción rentable que produjo en el 2004 unos 2.5 millones de onzas de plata, 11 709 toneladas de zinc, 3803 toneladas de plomo y 1081 toneladas de cobre.

3.12 FRANJA XXIB EPITERMALES DE Au-Ag HOSPEDADO EN ROCAS SEDIMENTARIAS

En el norte del Perú ($\sim 7^{\circ}30'$), existen yacimientos epitermales de alta sulfuración en secuencias silicoclásticas del Cretácico inferior del Grupo Goyllarisquiza, cuya edad de mineralización se encuentra entre 18 y 14 Ma. Los depósitos están alojados en secuencias fracturadas de la Formación Chimú, la cual tiene un espesor que varía entre 500 y 900 m de espesor y está formada por cuatro miembros de cuarcitas, areniscas y lutitas con capas de carbón. Los

miembros basales presentan más contenido de lutitas, junto con capas de carbón. La mineralización se presenta diseminada y en sistemas de fracturas como venillas y *stockwork*, donde el contenido metálico varía de Au-Ag-Cu en la base hasta Au-Ag en el tope. Hacia el tope, la mineralización también se encuentra en brechas, estructuras lenticulares y tipo manto. Las rocas presentan alteraciones a sílice, cuarzo alunita, cuarzo-sericita y argilización. Los depósitos más importantes son Lagunas Norte (Alto Chicama), La Virgen, Santa Rosa, Rosario de Belén, Shahuindo, entre otros.

Las estructuras geológicas observadas en la región revelan el fuerte tectonismo causado por la orogénesis de fines del Cretáceo y movimientos posteriores que dieron lugar a plegamientos comprimidos y dislocamientos en bloques. Las estructuras mayores tienen en promedio rumbo general NNO. Las rocas volcánicas no presentan mayor deformación (Cossio, 1964).

Entre los principales depósitos de esta franja tenemos:

3.12.1 Igor

Igor se ubica en la parte norte y central del departamento de La Libertad, provincia Gran Chimú y distrito de Huaranchal, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.15).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 782253 E y 9153556 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 2100 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba).

Sus coordenadas geográficas son $78^{\circ}26'30''$ longitud oeste y $7^{\circ}39'00''$ latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera pavimentada hasta Otuzco y, posteriormente, por una carretera afirmada y un desvío de trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.11).

Cuadro 3.11
Acceso y distancia a la mina Igor

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	75
Otuzco - Huaranchal - Igor	90
TOTAL:	735

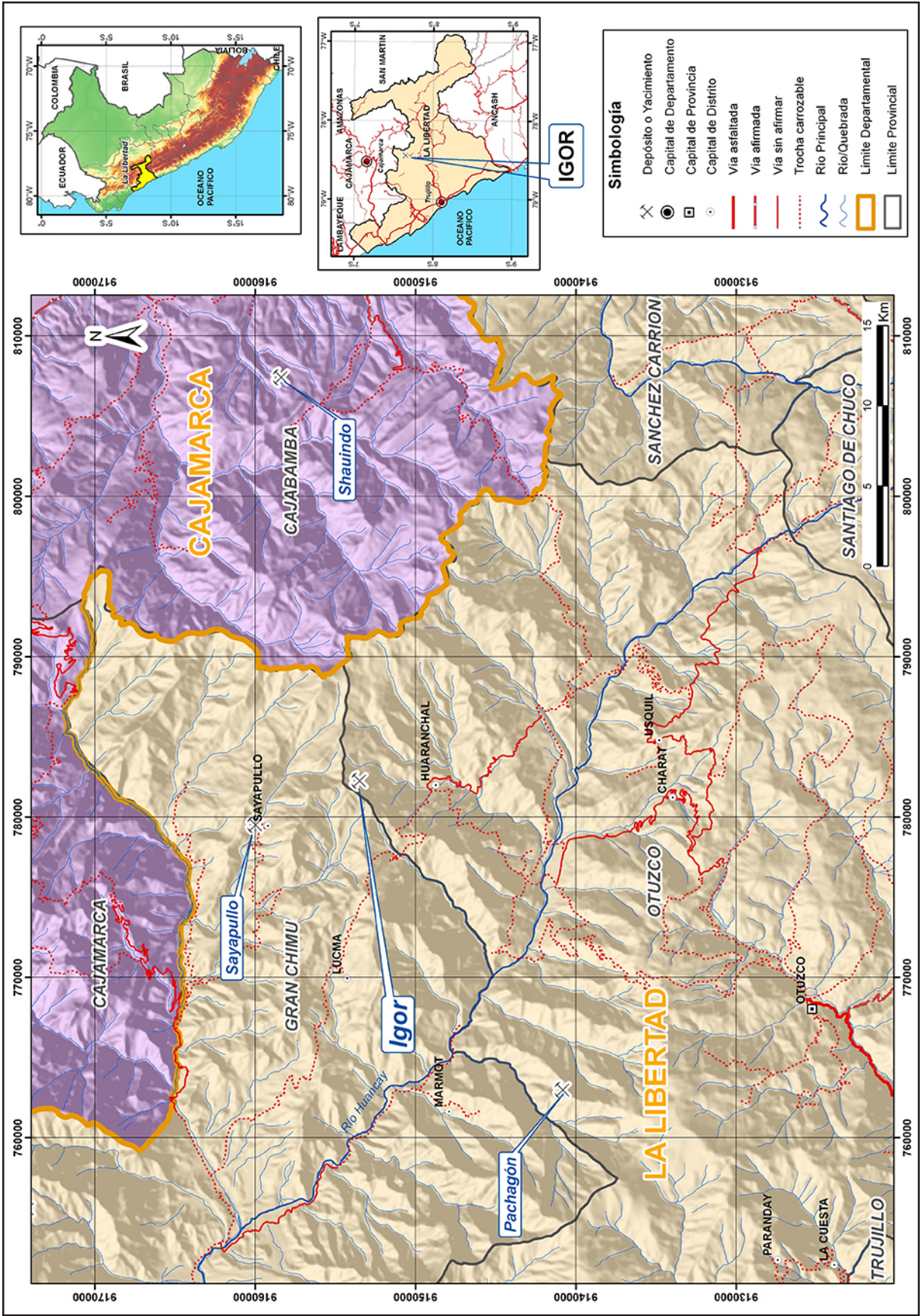


Figura 3.15 Mapa de ubicación de Igor.

Se ubica en un monoclinal, que es parte de un sindinal de rumbo NO y cuyo eje pasa por el río Quio. Está dentro del sistema de fallas Punre-Canchis-Magistral, emplazado en areniscas, lutitas y limonitas de las formaciones Chimú y Santa, que son intruídas por un cuerpo dacítico que aflora hacia el suroeste del yacimiento (Navarro, 2007).

El área de Igor (Figura 27) forma parte de la zona de pliegues y sobre escurrimientos. Se caracteriza por tener un amplio desarrollo dentro de la cuenca Jurásica - Cretácea, con pliegues alargados y algo estrechos. Se observan anticlinales y sinclinales en las cuarcitas de las formaciones Chimú y Farrat con un rumbo preferencial de $N45^{\circ}O$; también, se observan dos fallas regionales que tienen el rumbo similar al plegamiento $N40^{\circ}-50^{\circ}O$ (las fallas cercanas a Igor son las que pasan por Huaranchal y Sayapullo). Las principales estructuras son las siguientes: (Guadalupe, 1997)

- Anticlinal Dómico Bola de Igor - De unos 4.5×0.9 km en promedio, se encuentra erosionado y sus flancos alcanzan cientos de metros. Con un rumbo promedio en su eje de $N48^{\circ}O$, sus buzamientos en los flancos varían de 26° a 40° . El núcleo del anticlinal dómico está conformado por las lutitas de la Formación Chicama que afloran escasamente en superficie, seguida por

cuarcitas de la Formación Chimú, que aflora mayormente en el flanco sur y periféricamente se halla la Formación Santa, que es la que la aflora en la mayor parte del anticlinal.

- Fallas de Cizalla (Rumbo) - Corresponden a la unidad de farallones, siendo la más representativa la falla Tesoros cuyo salto vertical no se ha determinado. Es una falla de tipo dextral con un rumbo aproximado de $N 4^{\circ}O$, donde el bloque oeste ha sido desplazado hacia el NO y el bloque este hacia el SE.
- Fallas longitudinales de distensión - Fallas de origen distensivo, cuyos rumbos son aproximadamente paralelos al eje del anticlinal. Estas fallas son más notorias hacia la cresta del anticlinal, disminuyendo hacia los flancos. Son estructuras que mejor se han mineralizado en contenido aurífero.
- Fallas transversales tensionales - Son fallas menores que son casi perpendiculares al eje del anticlinal, sin mayor importancia en cuanto a contenido mineral.

Geología económica

La principal estructura la constituye un anticlinal elongado NO-SE denominado Bola de Igor (Figura 3.16), con dirección $N 135^{\circ}$ y buzamientos de 32° al NE y SO.

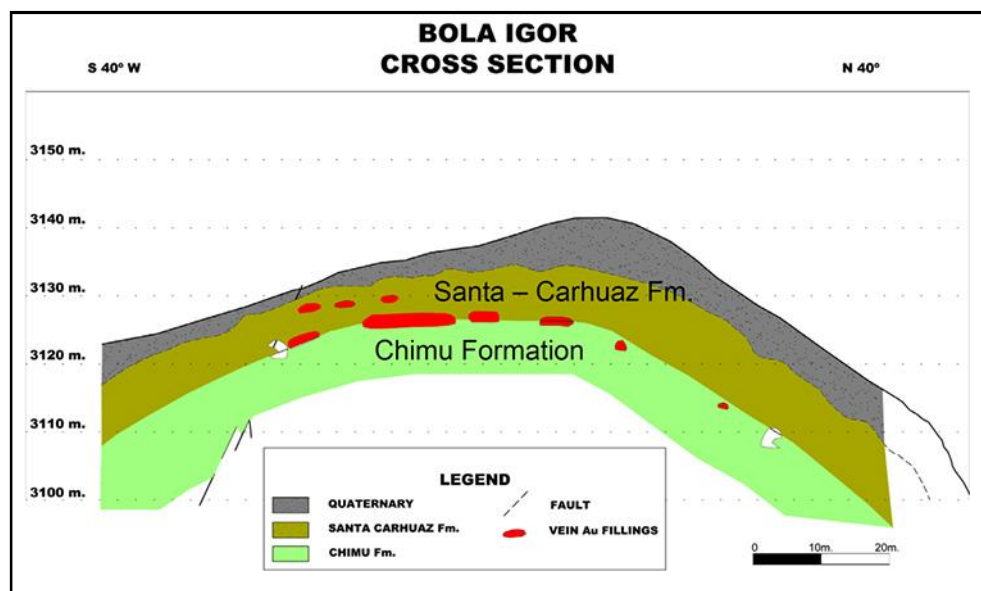


Figura 3.16 La "Bola" de Igor. Tomado de Noble & Montoya (2005).

Las estructuras asociadas corresponden a fallas de cizalla con rumbos N 175°, fallas longitudinales paralelas y fallas tensionales perpendiculares al anticlinal respectivamente (Guadalupe *et al.*, 1991). La silicificación, argilización y piritización constituyen los principales tipos de alteración distinguidos en Igor. La mineralización se encuentra en forma de vetas, mantos y brechas con minerales de cuarzo, pirita, electrum, arsenopirita, galena, esfalerita y óxidos de hierro enriquecidos en Au y Ag. Las vetas siguen las direcciones de las fallas y fracturas (Navarro *et al.*, 2010).

Los minerales más abundantes son la limonita, el cuarzo y en menor proporción la pirita; además, se observa wolframita, rutilo, casiterita, arsenopirita, magnetita, covelita, bismutinita, estromeyerita y estannita. El cobre gris, galena, calcopirita y esfalerita ocurren en pequeñas cantidades generalmente libres o como pequeñas inclusiones. Finalmente, se tiene oro nativo asociado mayormente a la limonita y, eventualmente, el cobre gris ocurre asociado a la galena, a la calcopirita y a la pirita (Guadalupe, 1997).

Las soluciones residuales de un magma rico en azufre con iones de oro y plata se movilizó y emplazó en las fracturas y fallas de las cuarcitas de la Formación Chimú, depositándose el mineral; pero esta solución mineralizante en su ascenso se encontró con las lutitas y limolitas de la Formación Santa que actuó como roca impermeable, por lo que las soluciones recircularon enriqueciendo

dicha zona, y formando los prismoides y mantos con mineralización de oro y plata en el contacto Chimú-Santa o cerca a esta (Guadalupe, 1997).

3.12.2 Sayapullo

Sayapullo se ubica a 80 km al noreste de Trujillo en el departamento de La Libertad, provincia de Gran Chimú y distrito de Sayapullo, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.17).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 779531 E y 9160027 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 2770 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba).

Sus coordenadas geográficas son 78°27'59.9" longitud oeste y 7°35'29.9" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera afirmada hasta Otuzco y, posteriormente, por una carretera afirmada hasta Sayapullo (Cuadro 3.12).

El yacimiento de Sayapullo se encuentra emplazado en las secuencias cretácicas del Santa-Carhuaz y Farrat, y la mineralización se encuentra alojada en las areniscas de la Formación Carhuaz, la cual está intruida por *stocks* dacíticos (Navarro *et al.*, 2010).

Cuadro 3.12
Acceso y distancia a la mina Sayapullo

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	75
Otuzco - Sayapullo	93
TOTAL:	738

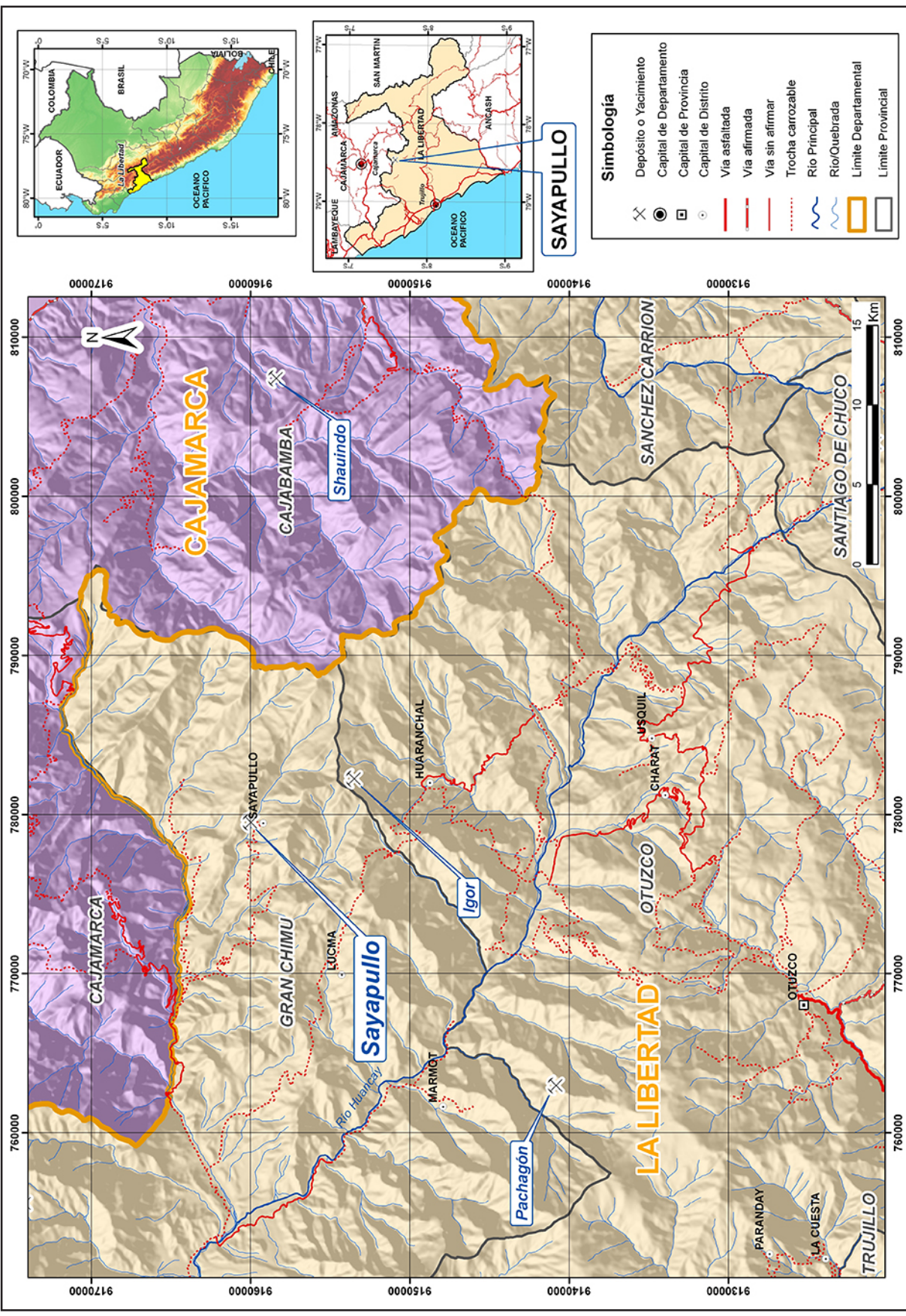


Figura 3.17 Mapa de ubicación de Sayapullo.

Geología económica

El yacimiento de Sayapullo consiste en mantos singenéticos y vetas polimetálicas alojados en areniscas de la Formación Carhuaz, la cual está intruída por *stocks* dacíticos (Navarro, 2007). La estructura principal consiste en un sinclinal inclinado al SO, cuyo eje tiene una orientación N 115°. Las alteraciones del yacimiento comprenden silicificación y una ligera argilización (Tumialán *et al.*, 1991).

La mineralización consiste en cuarzo, pirita, molibdenita, arsenopirita, luzonita, enargita, tetraedrita, esfalerita, galena, entre otros. Como minerales de enriquecimiento secundario se reconocen calcocina, bornita y covelita. Según Tumialán *et al.* (1991), en Sayapullo se conocen dos etapas metalogenéticas: durante el Cretáceo inferior y medio se formaron mantos polimetálicos singenéticos, mientras que en el Mioceno medio se formaron vetas polimetálicas meso a epitermales. El fallamiento premineral es inverso con dirección N 105° al SO y es paralelo al río Sayapullo, mientras que el posmineral es mayormente sinetral. Por lo tanto, los esfuerzos tectónicos fueron de compresión NE-SO, perpendicular al eje de los afloramientos (Tumialán *et al.*, 1991; & Navarro, 2007).

De igual manera, se han reconocido sistemas diseminados y brechas, propio de un depósito de tipo epitermal de alta sulfuración. El sector El Carmen presenta un sistema de vetas que representaría a un epitermal baja sulfuración. Por lo tanto, Sayapullo puede ser catalogado como un depósito epitermal con mineralización de Au-Ag, asociado con un sistema pórfido Cu-Mo y con brechas hidrotermales de Au-Ag-Cu-Zn-

Pb (óxidos y sulfuros), albergados en rocas calcáreas y arcillas-sílice de la Formación Goyllarizquizga, afectadas por diferentes tipos de rocas intrusivas porfíricas (Navarro, 2010).

3.12.3 Lagunas Norte (Alto Chicama)

Lagunas Norte se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco y distrito de Quiruvilca, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.18).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 803357 E y 9120843 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 4100 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba).

Sus coordenadas geográficas son 78°14'54.92" longitud oeste y 7°56'39.79" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera pavimentada hasta Otuzco, posteriormente por la misma vía asfaltada hasta Quiruvilca y, finalmente, hasta la mina (Cuadro 3.13).

El yacimiento se ubica en la provincia de Usquil, departamento de La Libertad. Este es del tipo epitermal de alta sulfuración. La mineralización se encuentra diseminada y hospedada en areniscas y cuarcitas del Cretáceo inferior de la Formación Chimú, y volcánicos cenozoicos del Grupo Calipuy. Casi el 70% de la mineralización económica se encuentra acompañada de óxidos de Fe y eventos silíceos, tanto en forma diseminada como en relleno de fracturas.

Cuadro 3.13
Acceso y distancia a la mina Lagunas Norte

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	70
Otuzco - Quiruvilca	50
Quiruvilca - Lagunas Norte	12
TOTAL:	702

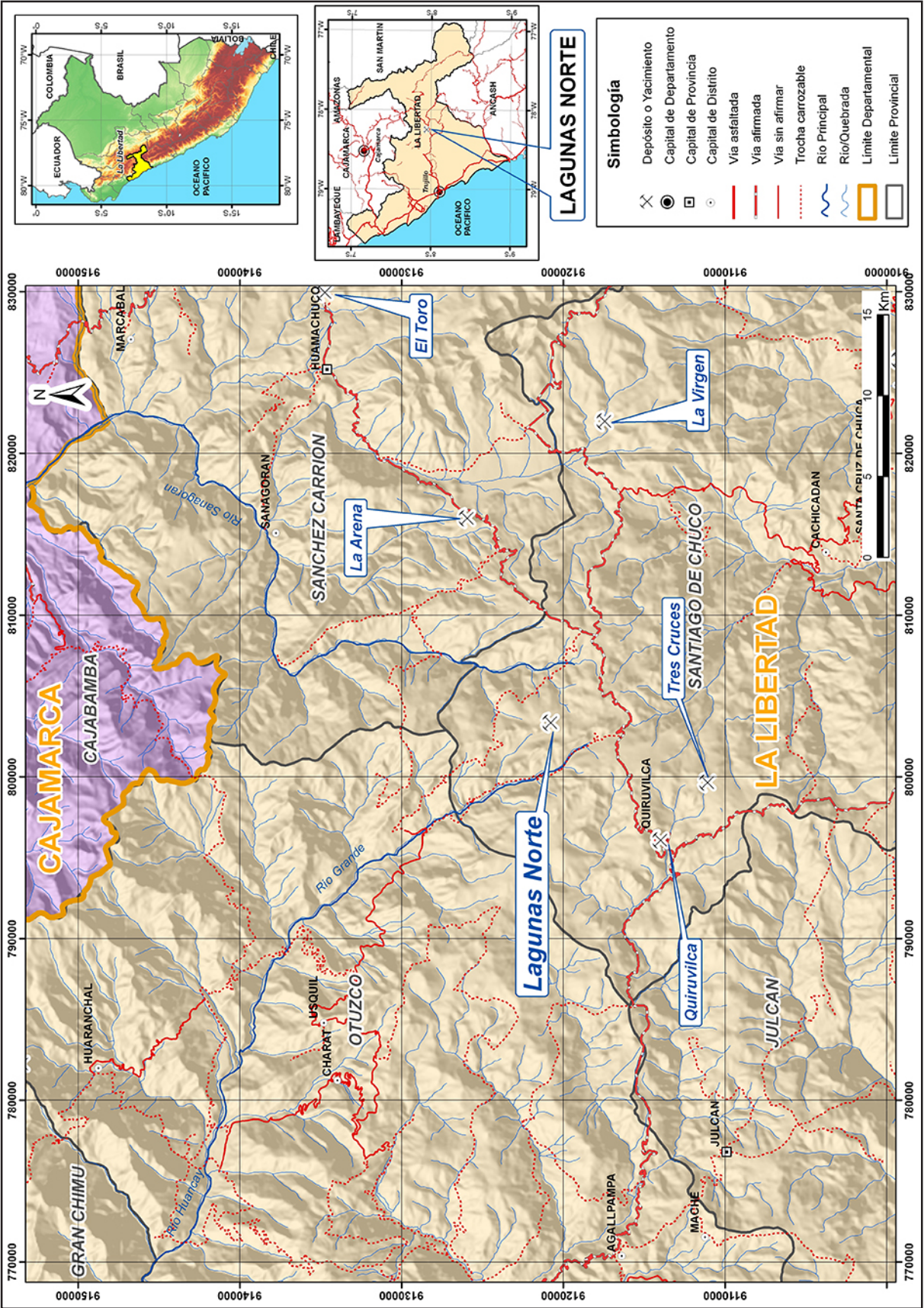


Figura 3.18 Mapa de ubicación de Lagunas Norte.

La fuente de aporte hidrotermal de este depósito correspondería a una diatrema con múltiples eventos de brechas (freáticas, freato-magmáticas y tectónicas).

Las alteraciones hidrotermales presentes son la argílica avanzada (alunita, dikita, pirofilita) y una intensa silicificación (vuggy silica), siendo esta última la que hospeda la mineralización.

El principal control estructural de la zona es una falla de rumbo N 30° O que coincide con el eje del anticlinal, que es resultado de la tectónica de tipo compresiva de rumbo NE-SO.

Alto Chicama inició su producción en junio del 2005, calculando sus reservas en 9.1 M. de oz. Au. Según lo estimando, la mina tendrá una vida útil de 10 años con una producción de 1.1 M oz de Au por año con una ley de 0.036 oz/t Au.

3.12.4 La Arena

La Arena se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Sánchez Carrión y distrito de Huamachuco, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.19).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 816000 E y 9126000 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3500 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba).

Sus coordenadas geográficas son 78°8'3.61" longitud oeste y 7°53'49.28" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una carretera

pavimentada hasta Otuzco; posteriormente, se va por la misma vía asfaltada hasta Quiruvilca y, finalmente, hasta la mina (Cuadro 3.14).

El proyecto se encuentra localizado en el distrito de Sánchez Carrión, provincia de Huamachuco, departamento de La Libertad.

El proyecto La Arena está ubicado en la base de los sedimentos de la FM Chimú. También, se ha reconocido un pórfido de Cu - Au en profundidad dentro de los primeros 350 m.

Se tiene un sistema de hidrotermal con dos tipos de mineralización: un pórfido Cu - Au (Mo) y una brecha de contacto con oro.

En el pórfido la mineralización es básicamente de sulfuros en forma de pirita y calcopirita, diseminados en venillas de sílice asociados a una alteración filica. En la brecha de contacto, la mineralización aurífera está contenida en las fracturas de los sedimentos clásticos, como areniscas y cuarcitas, y está asociada a minerales oxidados como limonita, goethita y en menor proporción jarosita y hematina.

Las alteraciones hidrotermales dentro del pórfido son las siguientes: filica en la parte central con generación de cuarzo, illita-esmectita; argílica en la parte superior con presencia de cuarzo, illita-esmectita, ankerita; y propilítica en las partes marginales con presencia de clorita, epidota y pirita.

Dentro de la brecha de contacto (pórfido con cuarcitas) se observa una silicificación intensa previa al brechamiento, alunita inmersa en goethita con sericita y menor contenido de caolinita.

A finales de 1997 se han estimado 19,7 Mt con 1,07 g/t Au, con una ley de corte de 0,4 g/t, basados en 8710 m de perforación diamantina.

Cuadro 3.14
Acceso y distancia a la mina La Arena

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	70
Otuzco - Quiruvilca	50
Quiruvilca - La Arena	28
TOTAL:	718

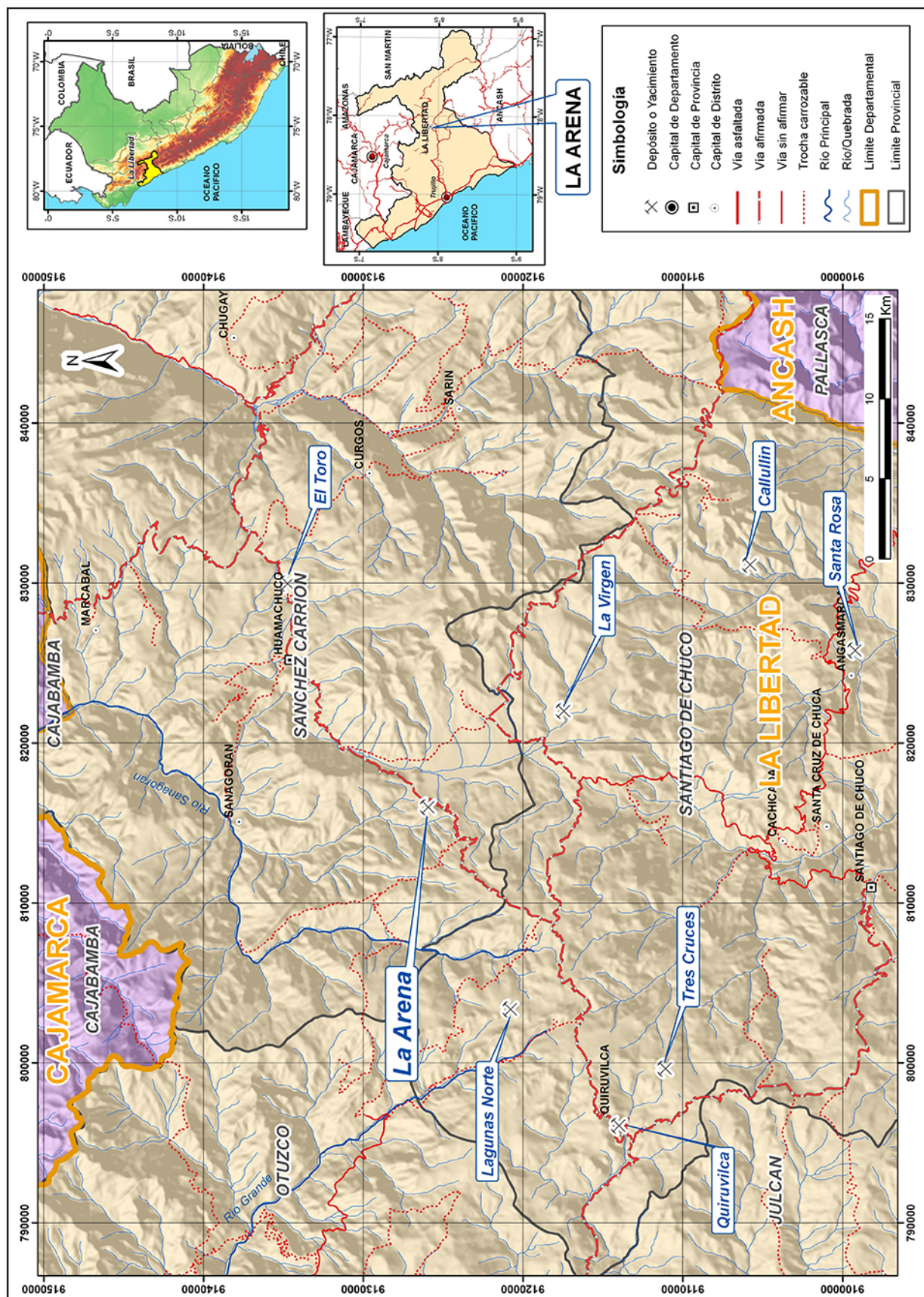


Figura 3.19 Mapa de ubicación de La Arena.

3.12.5 La Virgen

La Virgen se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco y distrito de Cachicadán, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.20).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 822000 E y 9117500 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3500 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba).

Sus coordenadas geográficas son 78°4'45.95'' longitud oeste y 7°58'24.36'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera pavimentada hasta Quiruvilca, posteriormente, por la misma vía asfaltada hasta Coñachugo y, finalmente, hasta la mina (Cuadro 3.15).

Este yacimiento se localiza en el distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad.

El yacimiento La Virgen es del tipo epitermal de Au de alta sulfuración que ocupa un ambiente tectónico transicional entre sectores de la Cordillera Occidental del norte del Perú (Navarro, 2007).

La roca huésped en este yacimiento corresponde a rocas sedimentarias de la Formación Chimú, la cual se la puede dividir en tres niveles:

Un primer nivel inferior que consiste en una alternancia de cuarcitas y limolitas; un segundo nivel más potente de cuarcitas y areniscas, las cuales contienen la mineralización económica; y un tercer nivel con una granulometría más fina de limolitas. Las rocas intrusivas afloran al norte y sur del río Suro, y al lado este de la propiedad.

La mineralización de Au está asociada a la intensa silicificación y argilización de las areniscas, cuarcitas y volcánicos. En las zonas de brechas, el Au está asociado a los minerales oxidados de hierro como hematina, jarosita y goethita. Los minerales de mena son piritita, enargita, calcopirita, casiterita y tetrahedrita.

La mineralización corresponde al mioceno medio y está dominada por un fallamiento en bloque que lo conforma la Falla Alumbre de rumbo N-S y la Falla Escalerilla de rumbo NE - SO. Desde el punto de vista estructural y económico, la Falla Alumbre es la más importante. Consiste en una amplia zona de falla, forma el borde oeste de las rocas volcánicas y trunca la estratigrafía mesozoica.

Se estiman recursos por 7,2 Mt con 1,4 g/t Au equivalentes a 334 mil onzas de Au. Hasta el momento se reporta 12,1 Mt.

Cuadro 3.15
Acceso y distancia a la mina La Virgen

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Quiruvilca	120
Quiruvilca - Coñachugo	27
Coñachugo - La Virgen	3
TOTAL:	720

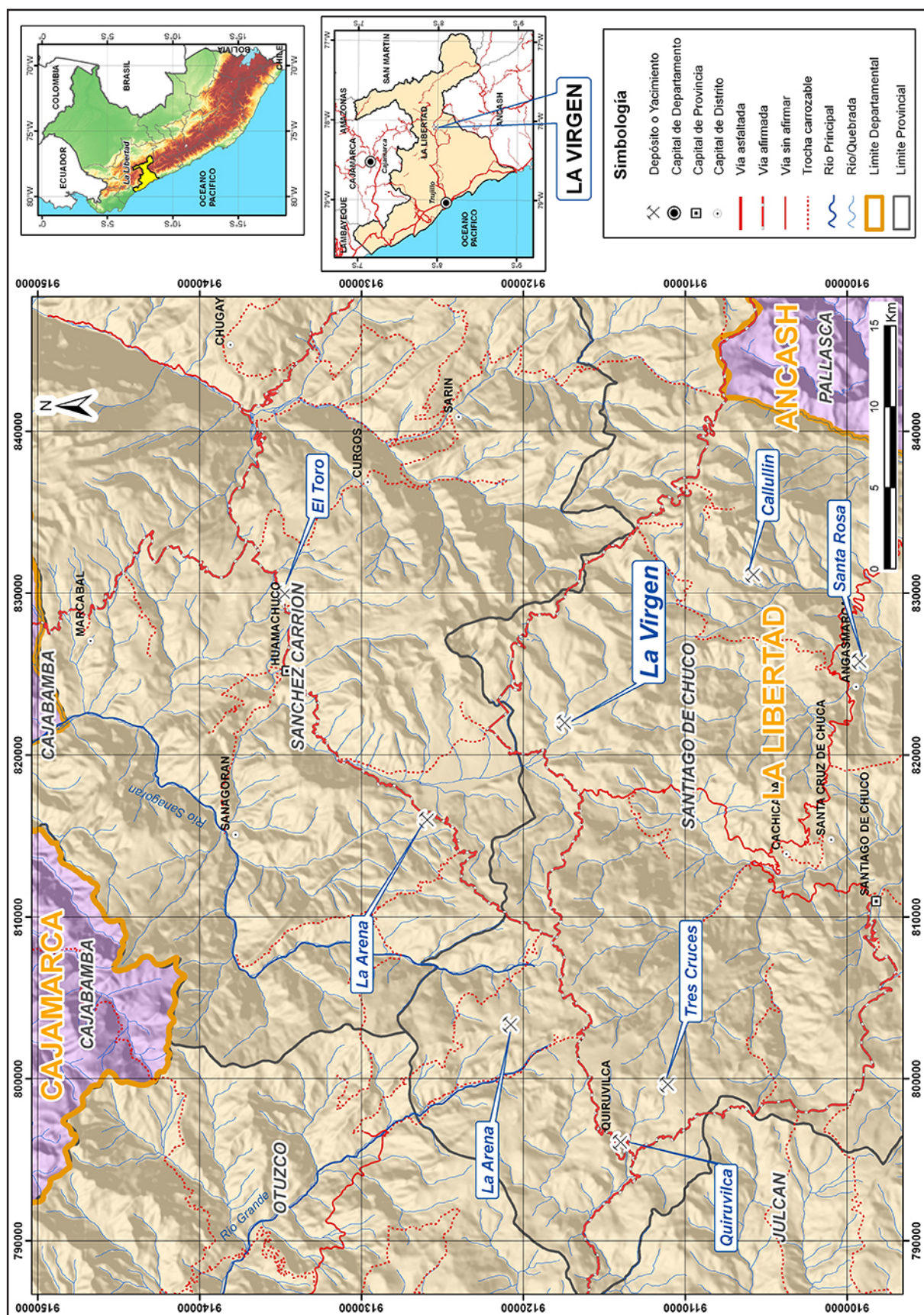


Figura 3.20 Mapa de ubicación de La Virgen.

3.12.6 Santa Rosa

Santa Rosa se ubica en el departamento de la Libertad, provincia de Santiago de Chuco, distrito de Angasmarca, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte. Se encuentra a unos 15 km al este de Santiago de Chuco, capital de la provincia (Figura 3.21).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 825799 E y 9099267 N, Datum WGS84 - zona 17 sur, con una altura promedio de 2850 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco).

Sus coordenadas geográficas son 78°2'37.72'' longitud oeste y 8°8'16.42'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego, pasando por una carretera afirmada hasta Santiago de Chuco, y posteriormente, se va por una carretera afirmada hasta el poblado de Angasmarca y, finalmente, se llega por una trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.16).

El yacimiento se ubica en el distrito de Angasmarca, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad.

La mineralización aurífera en el distrito minero Santa Rosa es del tipo de alta sulfuración similar al distrito de Yanacocha; sin embargo, el oro se presenta dentro de rocas sedimentarias, mayormente areniscas de la Formación Chimú del Cretácico inferior. La mineralización de edad miocénica tardía, se localiza en sistemas de fracturas de poco espaciamiento, de alto ángulo, rellenas por brechas hidrotermales y tectónicas, cementadas por óxidos de Fe provenientes de la pirita.

En este yacimiento la Formación Chimú se subdivide en cuatro miembros:

Miembro A: Paquete de areniscas, limolitas y lutitas con intercalaciones de cuarcitas abundantes hacia el techo, algunas ocurrencias de capas lenticulares de carbón hacia el techo. Espesor 60 - 150 m.

Miembro B: Areniscas y cuarcitas blanco-grisáceas de grano medio, en capas decimétricas con intercalaciones de lutitas y limolitas hacia el techo. En contacto con la Formación Chicama se forman brechas fluidizadas oxidadas con alto contenido de Au (tajo Tentadora). Espesor 60 - 150 m.

Miembro C: Paquetes de limolitas, lutitas con intercalaciones centimétricas de areniscas y cuarcitas, ocasionalmente capas lenticulares de carbón en la base. En el techo se encuentran finas intercalaciones de lutitas areniscas y cuarcitas. Espesor 150 - 200 m.

Miembro D: Potente secuencia de areniscas y cuarcitas blanco-grisáceas de grano medio a grueso en capas decimétricas, con ocasionales intercalaciones decimétricas a métricas de lutitas limolitas y cuarcitas hacia el techo. Espesor 200 - 350 m.

La tendencia general estructural del distrito minero es de N 15° - 20° O, siguiendo la estructura regional de los andes septentrionales. Estructuras E-O son también importantes controles de la mineralización. Gran parte del oro se deposita con pirita y arsenopirita, y muy poca cantidad con sulfuros de metales comunes.

Las alteraciones debidas a procesos hidrotermales son silicificación, argilización y propilitización. Esta última en las áreas distales (Navarro, 2007).

Cuadro 3.16
Acceso y distancia a la mina Santa Rosa

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Santiago de Chuco	183
Santiago de Chuco - Angasmarca	40
Angasmarca - Santa Rosa	1.5
TOTAL:	794.5

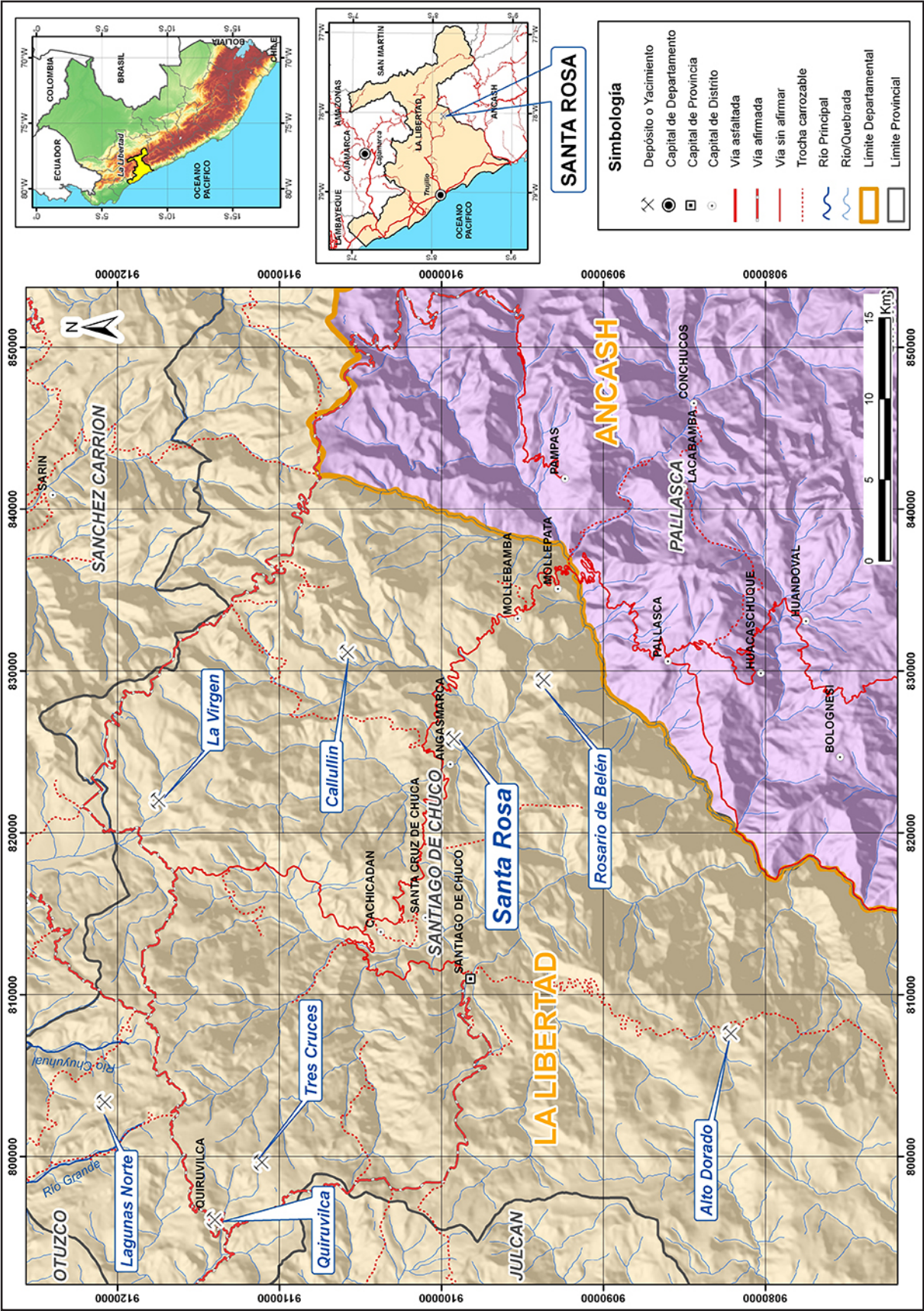


Figura 3.21 Mapa de ubicación de Santa Rosa.

3.12.7 Rosario de Belén

Rosario de Belén se ubica en el extremo sur central del departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco, distrito de Angamarca, en la Cordillera Central de los Andes del Norte, al norte del río Santa. Se encuentra a unos 20 km al sureste de Santiago de Chuco, capital de la provincia (Figura 3.22). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 829434 E y 9093730 N, Datum WGS84 - zona 17 sur, con una altura promedio de 3120 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco).

Sus coordenadas geográficas son 78°1'38'' longitud oeste y 8°11'16'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una carretera afirmada hasta Santiago de Chuco, posteriormente por una carretera afirmada hasta el poblado de Angamarca y, finalmente, se llega por una trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.17).

También es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Santa; luego, se pasa por una carretera asfaltada hasta el Puente Quiroz. Posteriormente, se va por una carretera de penetración sin asfaltar hasta el poblado de Tablachaca y, finalmente, se llega hasta la mina Rosario de Belén (Cuadro 3.18).

La mina de oro y plata El Rosario de Belén tiene una extensión de 12 471 hectáreas en la misma franja mineralizada, donde se encuentran las minas Lagunas Norte de Barrick y Minera Yanacocha, las cuales están consideradas entre los yacimientos de oro más grandes del mundo. Inició sus operaciones en febrero del 2007 como mina de tajo abierto de lixiviación en pila con una capacidad de procesamiento de mineral inicial y expandible de 5 mil toneladas diarias. La mina y la planta de procesamiento están operando actualmente a una velocidad de aproximadamente de 3 mil toneladas de mineral por día. Century tiene la intención de expandir la producción de Rosario de Belén a aproximadamente 30 000 onzas de oro al año.

Cuadro 3.17
Acceso y distancia a la mina Rosario de Belén por
Angamarca

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Santiago de Chuco	183
Santiago de Chuco - Angamarca	40
Angamarca - Rosario de Belén	35
TOTAL:	828

Cuadro 3.18
Acceso y distancia a la mina Rosario de Belén por
Tablachaca

Acceso	Distancia (km)
Lima - Santa	448
Santa - Tablachaca	165
Tablachaca - Rosario de Belén	20
TOTAL:	633

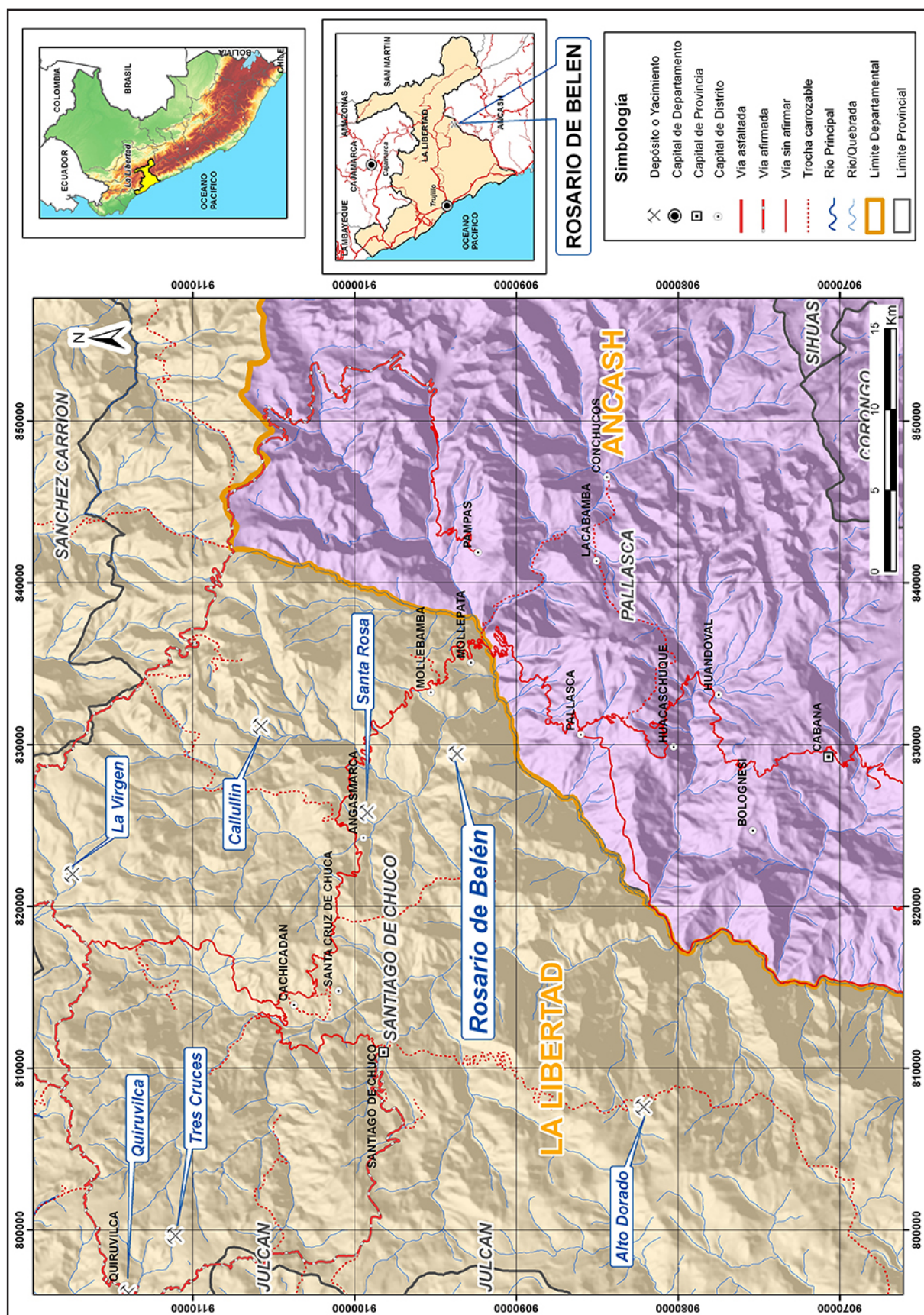


Figura 3.22 Mapa de ubicación de Rosario de Belén.

Geología económica

Rosario de Belén tiene estructuras en venillas y diseminado emplazadas en areniscas y cuarcitas del Cretáceo inferior. Metalogenéticamente pertenece a la franja de depósitos epitemales de Au-Ag, hospedados en rocas silicoclásticas del Cretácico inferior y algunas de ellas relacionadas a centros volcánicos, tal como Alto Chicama, conexas con el centro volcánico de Quesquenda (Rivera *et al.*, 2005). Otros depósitos agrupados en esta franja son La Virgen y Santa Rosa. La edad de mineralización para esta subprovincia es de 18 a 14 Ma (Santisteban & Huanacuni, 2009).

El yacimiento Rosario de Belén está catalogado como epitemal de Au-Ag de alta sulfuración hospedado en rocas sedimentarias (Santisteban & Huanacuni, 2009), con reservas de 18 Mt.

3.12.8 Callullin

Callullin se ubica 200 km al este de Trujillo, departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco y distrito de Angasmarca, en la Cordillera Central de los Andes del Norte (Figura 3.23).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 831161 E y 9105843 N, Datum WGS84, zona 17 sur, en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco). Sus coordenadas geográficas son 77°59'48" longitud oeste y 8°04'41" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una carretera afirmada hasta Santiago de Chuco; posteriormente, se va por una carretera afirmada hasta el poblado de Angasmarca y, finalmente, por una trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.19).

El yacimiento está emplazado en la secuencia silicoclástica inferior de la Formación Chimú y en la parte superior del Grupo Chicama. Hacia el norte del yacimiento aflora un cuerpo intrusivo de composición diorítica y un subvolcánico andesítico que corta a la secuencia sedimentaria (Navarro, 2007).

Contiene mantos lenticulares de carbón tipo antracita, cuyos espesores varían desde pocos centímetros hasta un máximo de 3 m. Debido a la dureza de las rocas y a su resistencia al intemperismo, da lugar al desarrollo de un relieve prominente que destaca sobre el de las otras rocas más blandas, formando colinas alargadas de perfil anuloso que en conjunto reciben la denominación local de «filas». Por la litología de la formación Chimú, su estratificación cruzada y la existencia de lechos de carbón, señalan su origen continental. Por las relaciones estratigráficas se asigna a las cuarcitas Chimú en el valanginiano inferior.

Geología económica

Las estructuras del yacimiento comprenden fallas y pliegues. Las fallas conforman dos sistemas: Andino (N 130°) y Transversal (N 40° y N-S), con buzamientos subverticales. Los pliegues conforman anticlinales y sinclinales volcados con direcciones de N 130°. Las alteraciones reconocidas en el yacimiento son silicificación que forma vetillas irregulares emplazadas en las fallas andinas y transversales. Clorización y argilización con un ensamble mineral de arcillas, caolín, cuarzo y piritita. Óxidos e hidróxidos de hierro se encuentran rellenando las fracturas desarrolladas en las areniscas cuarzosas. También, se reconocen vetillas de cuarzo lechoso y calcedonia bandeada (Navarro, 2007).

Cuadro 3.19
Acceso y distancia a la mina Callullin

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Santiago de Chuco	183
Santiago de Chuco - Angasmarca	40
Angasmarca - Mina Callullin	35
TOTAL:	828

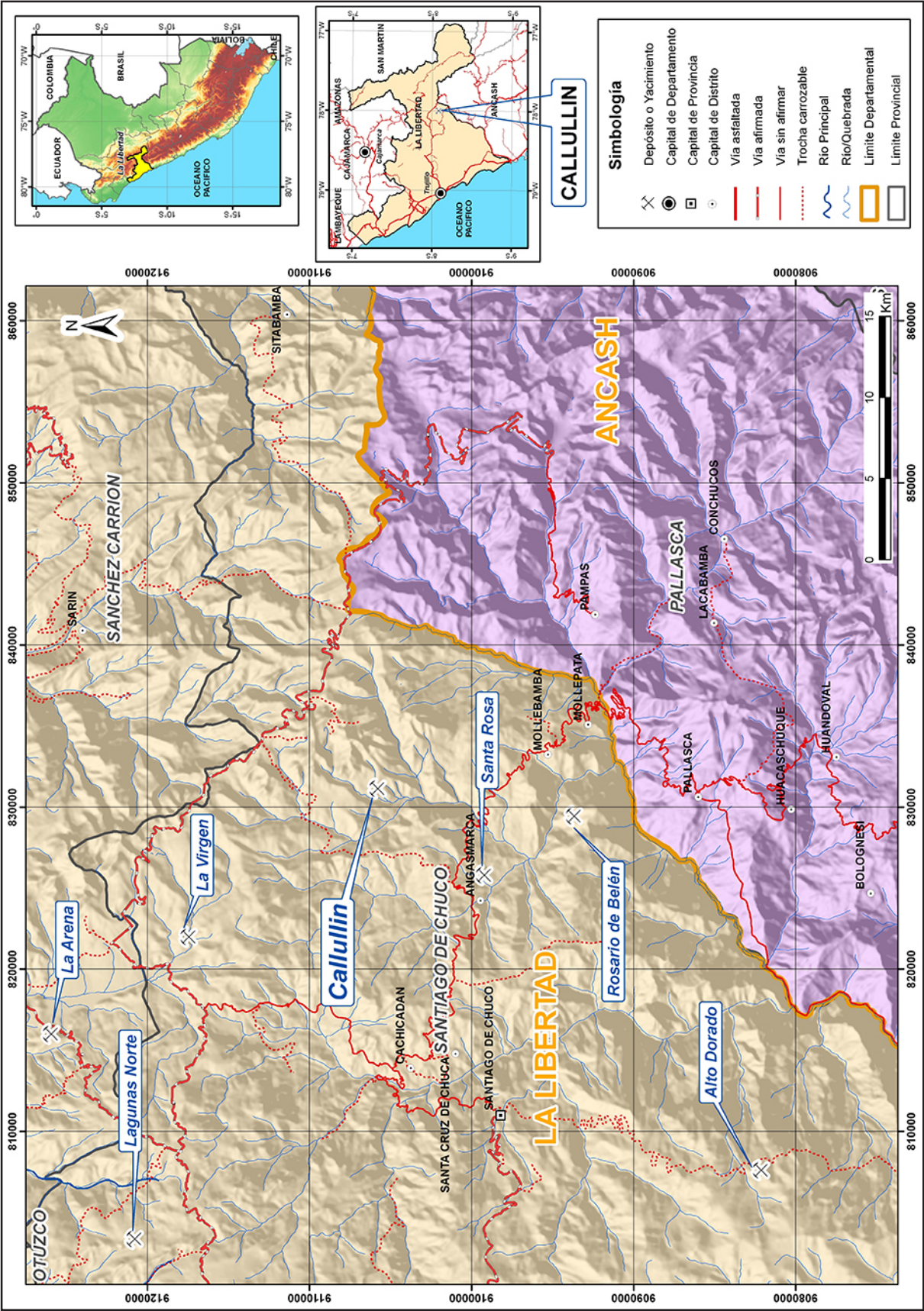


Figura 3.23 Mapa de ubicación de Callullin.

Los minerales predominantes son óxidos e hidróxidos de hierro: limonita, hematita, goethita jarosita y turgita. Se encuentran relleno las fracturas desarrolladas en las areniscas cuarzosas. El Au está asociado con los óxidos de hierro y al cuarzo, y se encuentra principalmente en las fallas de dirección andina (Vicharra, 2003; Navarro, 2007).

3.12.9 Machasen

Machasen se ubica en el extremo norte del departamento de la Libertad, provincia de Gran Chimú, distrito de Cascas, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte, en la zona alta y nacientes de los ríos Chicama y Huancay (Figura 3.24). Se encuentra en el paraje Cruz de Molino de la Hacienda Lleden, a unos 25 km al NE de Cascas, capital de la provincia, y entre las quebradas de los ríos Chicama y Huancay de dirección suroeste que descargan sus aguas en el río Chicama (Bellido, 1974).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 755562 E y 9174267 N, Datum WGS84, Zona 17 sur, con una altura promedio de 2500 m.s.n.m. en la hoja topográfica 15-f (Cajamarca).

Sus coordenadas geográficas son 78°41'04" longitud oeste y 7°27'51" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, luego pasando por una carretera asfaltada y afirmada hasta Cascas, posteriormente por una trocha carrozable hasta la mina Machasen (Cuadro 3.20).

El yacimiento ha sido explorado mediante exploraciones diamantinas y trincheras superficiales por la Compañía Minera Raymondi y se indica que las reservas probadas y probables son del orden de 11 000 000 de TM de mineral, con una ley que varía entre 50% y 65% de Fe, trazas de P y S.

En Cascas y Hacienda San Vicente existen pequeñas vetas de hierro con menas similares a las de Machasen (Bellido, 1974).

En el área del yacimiento afloran lutitas de la Formación Chicama del Jurásico superior, areniscas y calizas del Grupo Goyllarisquizga y las formaciones Inca-Chulec-Pariatambo del Cretáceo inferior a medio, los volcánicos Calipuy y *stocks* granodioríticos del Terciario (Bellido, 1974).

Las intrusiones granodioríticas, tonalíticas y micrograníticas son cuerpos plutónicos menores, expuestos al este de Cascas, quebrada San Felipe, cerros Colladare y Colletán, donde cortan a rocas jurásicas, cretáceas y terciarias. Se presentan como cuerpos aislados y distribuidos desordenadamente; en general, son rocas de color gris blanquecino, equigranular holocristalina, con excepción de los microgranitos. Muestras tomadas de la quebrada San Felipe, Cerro Alizar (Colquimarca), minas Cascabamba, caserío Cushton, cerros Calladare y Collotán corresponden a granodiorita y tonalita. Estos intrusivos, a menudo, están relacionados con mineralizaciones de Cu, Fe, Pb y Zn, como rellenos de fracturas (Reyes, 1980).

Cuadro 3.20
Acceso y distancia al yacimiento Machasen

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Cascas	103
Cascas - Machasen	27
TOTAL:	700

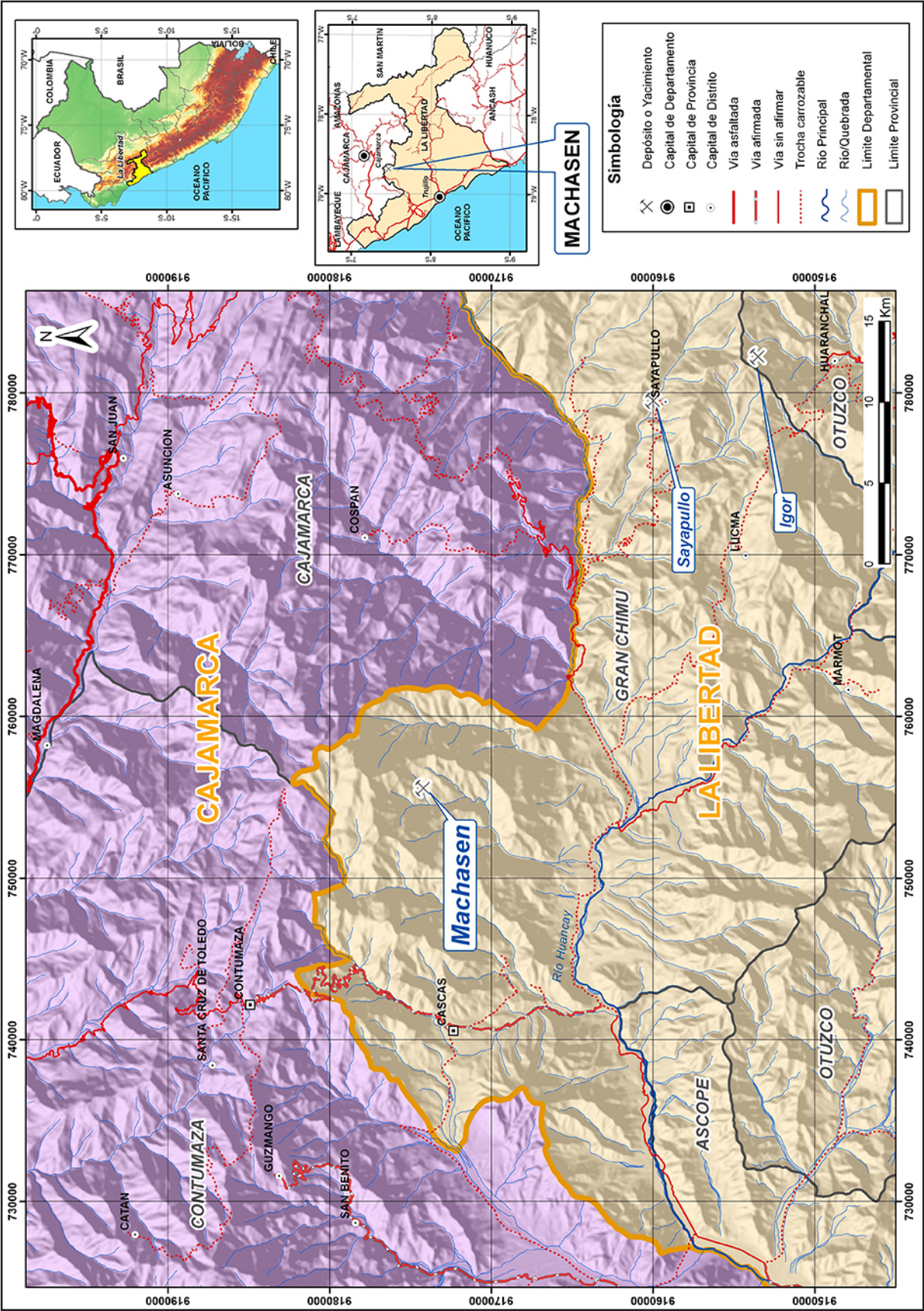


Figura 3.24 Mapa de ubicación de Machasen.

Geología económica

Son estructuras vetiformes emplazadas en secuencias de la Formación Chicama y del Grupo Goyllarisquiza. El depósito consta de una veta de más de 1300 m de largo con 9 m de ancho en promedio, rumbo N 070° y 70° de buzamiento al SE. Posiblemente, la silicificación de las cajas sea la alteración más común es este yacimiento debido a la abundante presencia de cuarzo. La mena está formada de magnetita con abundante cuarzo; superficialmente, la magnetita está transformada en hematita. La mineralización se presume asociada a los cuerpos dioríticos y granodioríticos, que afloran en las proximidades del yacimiento, intruyendo a las capas jurásicas y cretáceas del área. Un dique de dichas rocas corre paralelamente por el techo de la veta. La mineralización que ocurre en el ámbito del territorio peruano se considera formada en conexión con los procesos orogénicos y magmáticos que generaron los Andes (Bellido, 1974).

Los minerales económicos de hierro están representados por magnetita y hematita; son de origen primario y forman la mena principal del yacimiento y de los yacimientos conocidos. El mineral de ganga es el cuarzo. En muchos yacimientos, la magnetita se encuentra superficialmente transformada a hematita; el oligisto es escaso y no se conocen depósitos de valor de esta sustancia. Entre los minerales secundarios, la hematita es el más importante por constituir menas de hierro; en algunos depósitos se encuentra como alteración superficial de la magnetita. La goethita, limonita y siderita se presentan en pequeñas cantidades. Asociados a estos minerales se presentan cantidades variables de cuarzo, carbonato y yeso, también pirita y calcopirita. En la mayoría de los yacimientos, el contenido de fósforo, azufre y arsénico son bajos; en cambio, la sílice en algunos casos alcanza valores altos. Los minerales de hierro citados se encuentran también como ganga en los yacimientos metalíferos no ferrosos en cantidades que varían de escasas a abundantes. Los minerales económicos de hierro en la zona son de origen primario y se presumen asociados a las intrusiones dioríticas y granodioríticas terciarias. Los procesos orogénicos y magmáticos en el dominio de la Cordillera Occidental señalan que la metalización del hierro se habría producido en el lapso comprendido entre fines del Jurásico y el Terciario medio a superior (Bellido, 1974).

Este tipo de depósito tiene dos manifestaciones del tipo relleno de fisura o de contacto:

Relleno de fisura - A este tipo pertenecen numerosas estructuras vetiformes, generalmente pequeños, que ocurren en distintas localidades de las zonas ferríferas.

De contacto - En contacto entre el intrusivo y la roca huésped (sedimentario o metasedimentario) con presencia de pirita en la caja, la mena y el intrusivo.

Las reservas probadas y probables son del orden de 11 000 000 de TM de mineral, con una ley que varía entre 50 y 65% de Fe, trazas de P y S (Bellido, 1974).

3.12.10 Pachagón

Pachagón se ubica en la parte norte y central del departamento de La Libertad, en inmediaciones del cerro Pachagón, distrito de Marmot, provincia de Gran Chimú, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 3.25).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 762985 E y 9140880 N, Datum WGS84, zona 17 sur, en la hoja topográfica 16-f (Otuzco).

Sus coordenadas geográficas son 78°36'56" longitud oeste y 7°45'56" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una carretera pavimentada hasta Otuzco; posteriormente, se va por una carretera afirmada hasta Chiquis y, finalmente, se llega por una trocha carrozable hasta la mina (Cuadro 3.21).

En el aspecto estructural, las rocas volcánicas y sedimentarias se hallan plegadas y falladas, poniendo en evidencia el intenso tectonismo acaecido durante la orogenia andina, cuyas compresiones en sentido suroeste a noreste originaron las diferentes estructuras existentes. El ascenso epirogénico de la región comenzó en el Terciario superior y posiblemente continua en la actualidad; este levantamiento, atestiguado por la altitud actual de la superficie Puna y de las terrazas marinas, ha originado fallas tensionales (Cossio & Jaén, 1967).

Geología económica

Las estructuras predominantes reconocidas en el yacimiento son anticlinales y sinclinales con direcciones E-O. Las intrusiones se localizan en el flanco de un anticlinal, a lo largo de un corredor NNE, enmarcado por fallas sinestrales (Navarro, 2007).

En Pachagón se ha desarrollado un perfil supérgeno clásico: una capa lixiviada que contiene jarosita, goethita y hematita, zona de mezcla con limonita y sulfuros, zona de enriquecimiento supérgeno irregular dominada por calcita y covelita que alberga el principal contenido de cobre y plata, y finalmente la zona primaria caracterizada por pirita, calcopirita y pirrotita (Navarro, 2007).

Las alteraciones hidrotermales incluyen tres principales asociaciones: ensambles de cuarzo-sericita, alteración argílica (cuarzo-sericita-clorita) y alteración potásica (cuarzo-biotita secundaria). Se postula que se trata de un pórfido de Cu con valores de Ag (Navarro, 2007; Navarro, 2010).

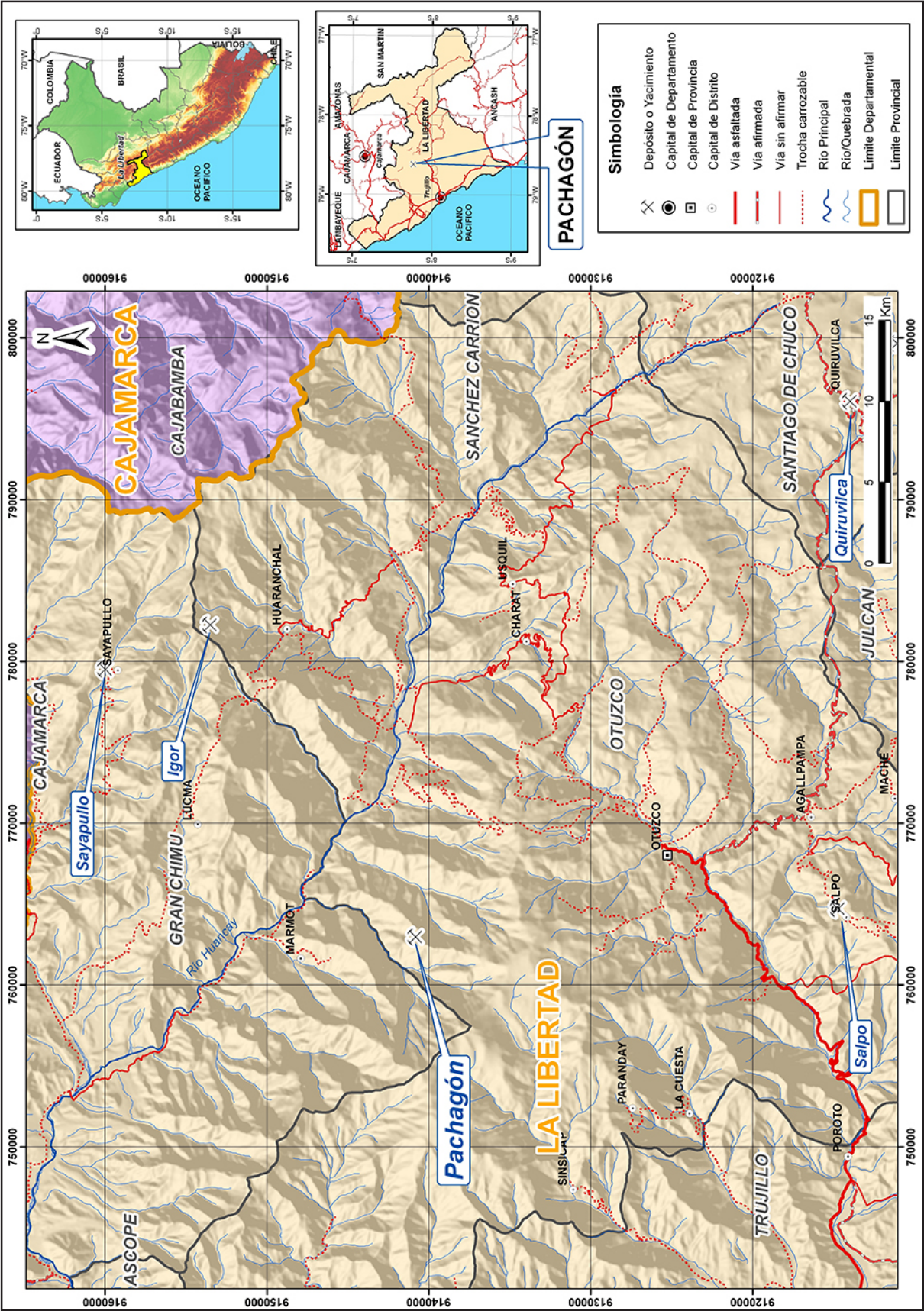


Figura 3.25 Mapa de ubicación de Pachagón.

Cuadro 3.21
Acceso y distancia al yacimiento de Pachagón

Acceso	Distancia (km)
Lima - Trujillo	570
Trujillo - Otuzco	75
Otuzco - Pachagón	60
TOTAL:	705

Para conocer la edad de la mineralización se realizó una datación radiométrica K/Ar en sericita hidrotermal, que reportó una edad de 18.8 ± 1.6 Ma, mientras que otra datación realizada en molibdenita, por el método Re/Os, brindó una edad de 18.15 ± 0.06 Ma (Navarro *et. al.*, 2010).

3.13 ASPECTOS METALOGENÉTICOS - CIRCULACIÓN DE FLUIDOS HIDROTERMALES

Sobre la base de los resultados geoquímicos en elementos trazas de las 306 muestras recolectada y analizadas por ICP-Masa en las áreas prospectivas, las rocas relacionadas a los magmatismos en la región La Libertad presentan una relación de Sr/Y vs. Th

(Figura 3.26), que pueden mostrar patrones que indican para estas muestras un hidrotermalismo variado entre local y distal.

Para estimar la relación genética entre los magmas y los elementos metálicos se usa el valor de la anomalía de europio versus el hierro total, según el diagrama de la Figura 3.27 de Lang & Baker (2001), donde se muestra que los volcánicos Calipuy y los granitos del Batolito de la Costa están relacionados a los elementos de Cu-Zn-Pb-Ag; los volcánicos Calipuy eoceno están relacionados con los elementos Cu-Au; los granitos del Batolito de la Costa están relacionados con los elementos Cu-Mo, mientras que los volcánico-sedimentarios del permotriásico Grupo Mitu se relacionan con el Sn.

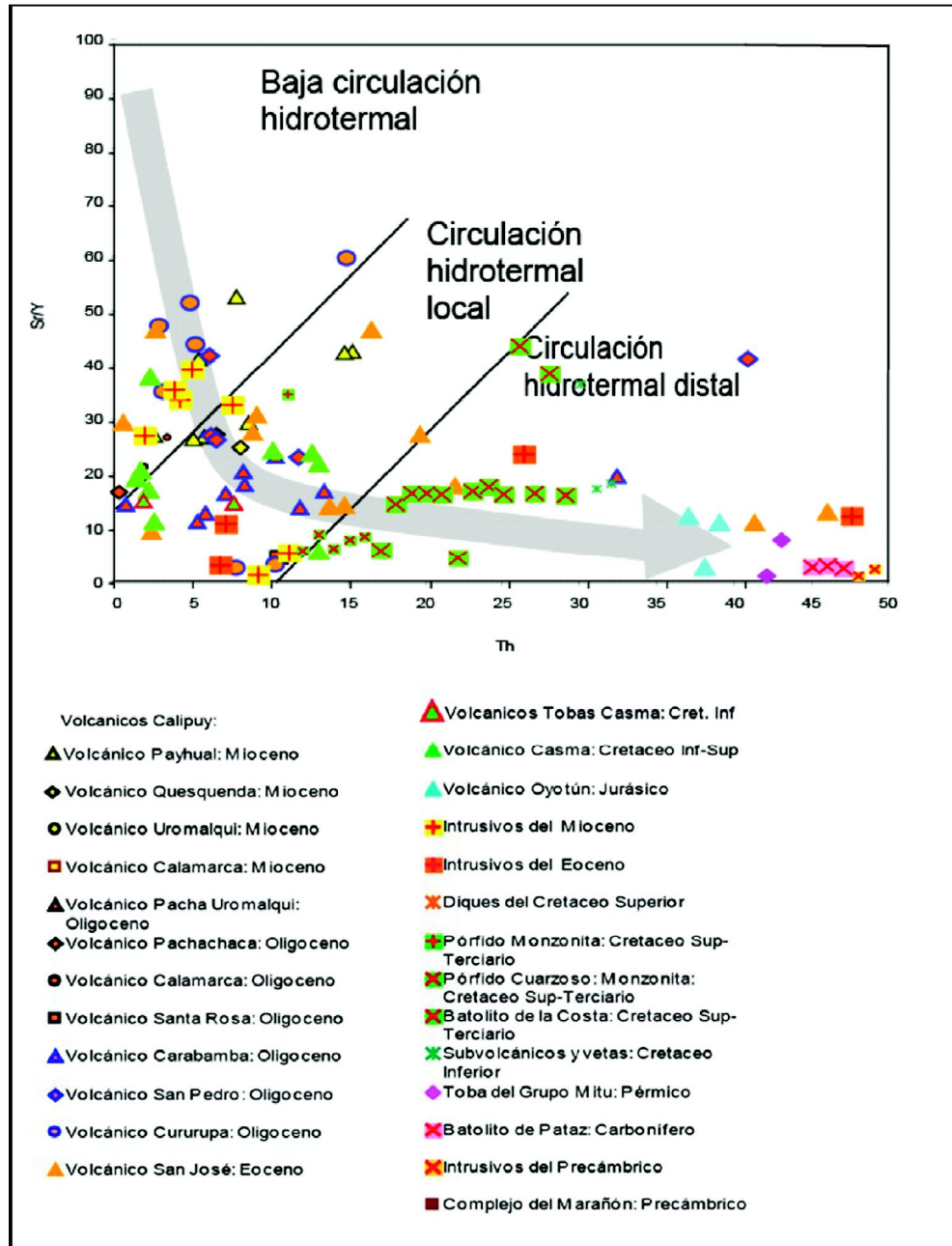


Figura 3.26 Diagrama de Sr/Y vs. Th. Franja I: Complejo del Maraón e intrusivos del Precámbrico (Proterozoico); Franja II: Batolito de Pataz; Franja III: Lavas del Grupo Mitu; Franja VI: Intrusivos del Eoceno; Franja VIII: Volcánicos y tobas del Grupo Casma; Franja X: Volcánico Oyotún; Franja XX-B: Subvolcánicos y vetas, Batolito de la Costa, Pórfido de Cuarzo y Monzonita, Diques en rocas sedimentarias del Cretáceo; Franja XX-A: Volcánicos Calipuy.

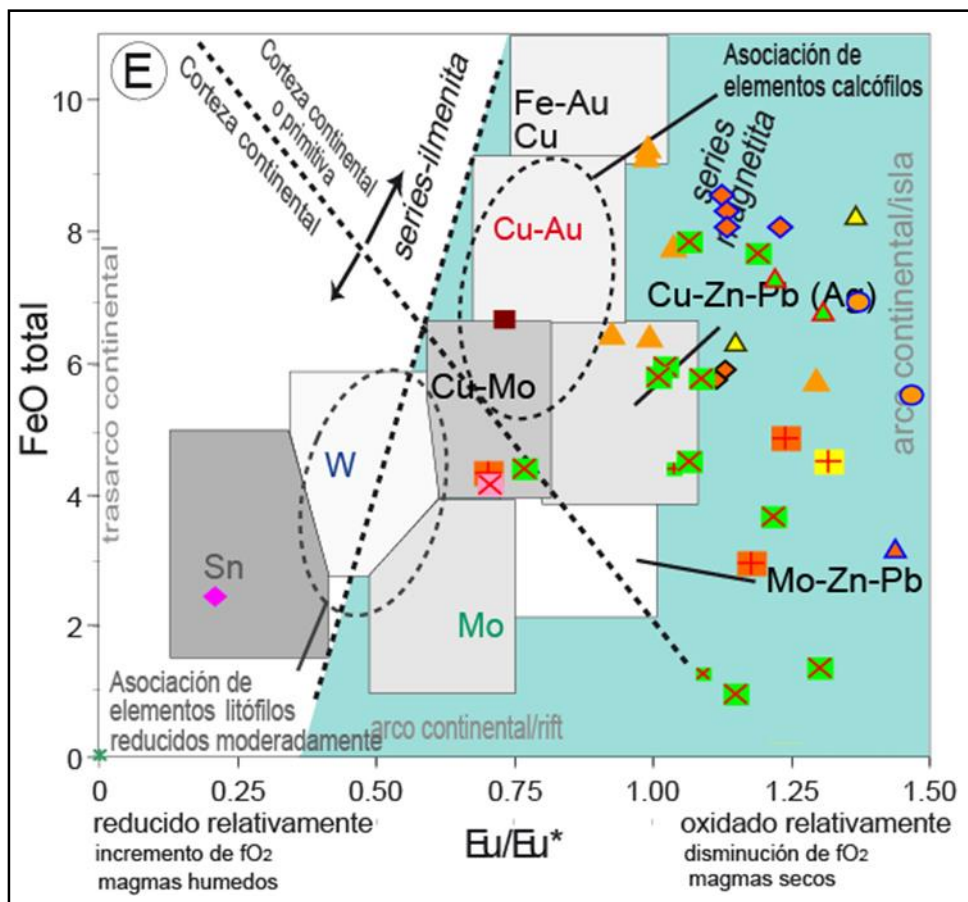


Figura 3.27 Diagrama de FeO Total vs Eu/Eu^* . Símbolos de la Figura 3.26.

CAPÍTULO IV

POTENCIAL MINERO DE LA REGIÓN LA LIBERTAD

4.1 GENERALIDADES

La Dirección de Recursos Minerales y Energéticos - DRME - del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico elaboró un «Manual de Evaluación de Recursos y Potencial Minero» que tiene por finalidad disponer de información geológico-minera adecuadamente evaluada, que constituya la información básica para la elaboración de los estudios de zonificación ecológica económica (ZEE) y la planificación del ordenamiento territorial; y, asimismo, que sirva de guía para los profesionales encargados de elaborar el mapa de recursos y potencial minero de cada región del país, tanto metálicos como de no metálicos.

La información considerada para la mencionada evaluación está en la actualidad a disposición de cualquier usuario a través de INGEMMET (GEOCATMIN y bases de datos).

Para la determinación del potencial de recursos metálicos se consideran variables como las unidades geológicas, minas, prospectos, proyectos y ocurrencias, geoquímica, fallas, anomalías espectrales y catastro minero. Cada variable utilizada ha sido ponderada de acuerdo con diversos criterios como son tipo de yacimiento mineral o sustancia, valoración económica, entre otros.

Por tanto, un mapa de potencial minero regional debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Contar con un procedimiento que permita determinar el potencial minero de recursos metálicos y no metálicos a nivel regional.
- Asegurar que los mapas de potencial minero metálico y no metálico sean lo suficientemente representativos para mostrar la importancia económica del territorio en base a variables debidamente ponderadas.

El presente capítulo de este informe se concentrará en determinar el potencial minero metálico de la región La Libertad (Mapa 20).

4.2 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE POTENCIAL EN LA REGIÓN LA LIBERTAD

Sobre la base del «Manual de Evaluación de Recursos y Potencial Minero» (INGEMMET, 2013) se ha hecho una

zonificación de la región en cuatro rangos: muy alto, alto, medio y bajo (Mapa 3).

4.2.1 Zonas de potencial minero muy alto

Existen cinco zonas de potencial minero muy alto de La Libertad (véase Mapa 3):

- 1) La zona central entre Cascas y Santiago de Chuco representado por las secuencias sedimentarias del Grupo Gollarisquiza y los principales yacimientos minerales de epitermales en rocas sedimentarias como Lagunas Norte, La Virgen, Santa Rosa, entre otros.
- 2) La zona costera desde las afueras de Laredo hacia el sureste cerca de la faja costanera comprende norte de Virú y Carabamba, que conforman las rocas intrusivas del Batolito de la Costa y los volcánicos del Grupo Calipuy.
- 3) Las estribaciones andinas limítrofes con Cajamarca entre Chepén y Ascope comprenden las unidades sedimentarias del Grupo Gollarisquiza y las unidades intrusivas del Batolito de la Costa.
- 4) La franja entre Huamachuco y Huanacpampa, en las rocas sedimentarias del Grupo Gollarisquiza y las calizas de la Formación Inca-Chúlec-Pariatambo, pero principalmente en las areniscas de la Formación Chimú.
- 5) En el extremo oriental en el sector de Pataz, que comprende a los granitos del Batolito de Pataz, asociadas principalmente a los depósitos de oro de Parcoy, Buldibuyo y El Gigante. Otro pequeño afloramiento entre la unión del río Chungón y el río Marañón, en el límite entre las provincias de Sánchez Carrión y Bolívar, conformada de las areniscas del Grupo Gollarisquiza y las calizas de la Formación Crisnejas cretáceas.

4.2.2 Zonas de potencial minero alto

Entre las zonas de potencial minero alto de La Libertad destacan:

- 1) El sector entre Julcán y Huaraday forma una franja amplia de dirección NO-SE conformada de rocas del volcánico Calipuy y del Batolito de la Costa emplazados sobre la Cordillera Occidental.

- 2) En los alrededores de Otuzco se tiene una serie de zonas de alto, así como de muy alto potencial minero que se interrelacionan entre ellas, y que litológicamente comprende a los volcánicos del Grupo Calipuy y los granitos del Batolito de la Costa.
- 3) En las estribaciones andinas entre las provincias de Chepén y Ascope, entre el límite departamental de La Libertad y Cajamarca, comprenden las unidades sedimentarias del Grupo Gollarisquizga y los intrusivos del Batolito de la Costa.
- 4) Al norte en las provincias de Gran Chimú entre Cascas y Baños Chimú entre los niveles sedimentarios del Grupo Gollarisquizga.
- 5) En el sector de Huamachuco hay zoneamientos longitudinales entre zonas de muy alto y alto potencial, todas entre los sedimentarios Grupo Gollarisquizga y las calizas de la Formación Inca-Chúlec.
- 6) Entre la franja Sartimbamba y Sitabamba, en las calizas de las formaciones Crisnejas y Pullucana del cretáceo.
- 7) La franja que comprende desde Uuncha, en la provincia de Bolívar, de un basamento de rocas sedimentarias del Grupo Pucará y de areniscas de la Formación Gollarisquizga. La franja de Parcoy-Buldibuyo comprende los granitos del Batolito de Pataz y rocas del basamento metamórfico del Complejo del Marañón.
- 8) Finalmente, algunas zonas de interés tenemos al este de Chao y al este de Trujillo en las zonas desérticas de la costa dentro de los granitos del Batolito de la Costa.

4.2.3 Zonas de potencial minero medio

Entre las zonas de potencial minero medio de La Libertad tenemos:

- 1) Entre Guadalupito, al extremo sur de La Libertad y Chorobal al este de Chao, y son principalmente de los vulcanosedimentarios del Grupo Casma;
- 2) En los alrededores de Poroto en los volcánicos del Grupo Casma;
- 3) Al este de Chicama y Sinsicap tenemos una zona de potencial medio en las lutitas negras de la Formación Chicama del Jurásico;
- 4) Al sur de Chepén en los volcánicos del Grupo Casma;
- 5) En las estribaciones andinas al norte de Ascope en los volcánicos Casma y los intrusivos del Batolito de la Costa;
- 6) En las inmediaciones y al sur de Cascas en las lutitas de la jurásica Formación Chicama;
- 7) Entre Huamachuco y Santiago de Chuco se tienen afloramientos discontinuos en las rocas sedimentarios del Grupo Gollarisquizga;
- 8) Entre Sartimbamba y Huayo, se encuentra una zona en las paleozoicas Grupo Ambo, Grupo Mitu y Grupo Pucará;
- 9) Finalmente, todo el límite oriental entre San Martín y La Libertad, entre las provincias de Bolívar y Pataz, en las litologías de los volcánicos Lavasén paleozoicos y los granitos carboníferos del Batolito de Pataz.

4.2.4 Zonas de potencial minero bajo

Entre las zonas de potencial minero bajo de La Libertad, tenemos:

- 1) Toda una amplia zona costanera, para el lado de las estribaciones andinas entre Santiago de Cao y Guadalupito, principalmente los volcánicos Casma y cobertura aluvial;
- 2) Al oeste de Chicama varios afloramientos discontinuos en las lutitas de la Formación Chicama;
- 3) En las inmediaciones de Chepén y cerca de Pacasmayo que corresponde a la cobertura aluvial;
- 4) En los alrededores al sur de Cascas en las limoarcillitas de la Formación Chicama;
- 5) Al sur y norte de Huamachuco, en las pampas de Tres Ríos y Pumapampa respectivamente en cobertura aluvial;
- 6) Entre Sartimbamba y Huayo, afloramientos de bajo potencial en rocas calcáreas del Grupo Calipuy y las rocas metamórficas del Complejo del Marañón;
- 7) Entre Chillia, Tayabamba y Challas en rocas del Complejo del Marañón; mientras al extremo sureste de La Libertad, en Ongón, se encuentran también estos afloramientos en las rocas graníticas del Carbonífero inferior del Complejo de Metal Palina;
- 8) Finalmente, en el extremo oriental entre el límite entre los departamentos de La Libertad y San Martín donde afloran litologías de granitos de plutones paleozoicos.

4.2.5 Zonas de potencial minero muy bajo

- 1) Destacan en especial la cobertura eólica de las zonas costeras desérticas de Pueblo Nuevo, San Pedro de Lloc, Chocope, Trujillo, Virú y Chao;
- 2) En la pampa Tres Ríos al sur de Huamachuco en la cobertura reciente;
- 3) Entre Sartimbamba y Aricapampa en donde hay calizas del Grupo Pucará;
- 4) Entre el límite entre los departamentos de La Libertad y San Martín tenemos a una serie de afloramientos en los granitos del paleozoico.

4.3 EVALUACIÓN GENERAL

Sobre la base del mapa de potencial elaborado y su análisis, podemos concluir en base a un total de 25 500 km² que comprende aproximadamente del área total: 0.14 % de áreas con potencial minero muy alto, 17.33 % potencial minero alto, 41.01 % potencial minero medio, 28.14 % potencial minero bajo y 13.37% de potencial minero muy bajo; por tanto, la región La Libertad posee un enorme potencial para generar recursos minerales metálicos que deben explotarse racionalmente en base una adecuada zonificación.

CAPÍTULO V

PROSPECCIÓN MINERA REGIONAL

5.1 GENERALIDADES

En la región La Libertad se estudiaron unas 15 áreas prospectivas por depósitos metálicos, las cuales se encuentran en dos zonas: muy alto y alto interés prospectivo (11) y medio a bajo interés prospectivo (4).

Estas áreas fueron seleccionadas en gabinete en base a anomalías geoquímicas y anomalías espectrales de zonas libres de denuncios y de fuera de las zonas de reservas naturales.

5.2 PROSPECCIÓN PARA DEPÓSITOS METÁLICOS

5.2.1 Zonas de muy alto y alto interés prospectivo

1) PAYBAL

Paybal se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco y distrito de Quiruvilca, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.1).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 806700 E y 9105600 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3500 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco).

Sus coordenadas geográficas son 78°13'2.48" longitud oeste y 8°04'54.85" latitud sur.

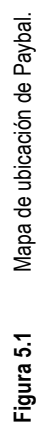
El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo, en donde se continúa por una vía asfaltada hasta Shorey; luego, se toma el desvío a la ciudad de Santiago de Chuco por una vía pavimentada y, finalmente, se va por una vía afirmada hacia la zona de trabajo (Cuadro 5.1).

Marco geológico

Entre las rocas sedimentarias se describe una secuencia cuyas edades son del Cretáceo inferior, que comprenden las formaciones: Chimú, Santa y Carhuaz del Mesozoico, y los depósitos del Cuaternario reciente. Entre las rocas ígneas se describe una unidad volcánica con el nombre de Volcánico Calipuy compuesto de derrames y piroclásticos andesíticos, riolíticos y dacíticos, de edad terciaria.

Cuadro 5.1
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Paybal

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Shorey	120	3 h
Shorey - Paybal	30	2 h
TOTAL:	720	13 h



Mapa de ubicación de Paybal.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 4):

Formación Chimú (Ki-chi)

Se compone de areniscas cuarzosas y cuarcitas de color blanco a gris claro, raras veces oscuras y con tonalidades rojizas por intemperismo. Contienen intercalaciones de lutitas negras y limolitas.

Formación Santa (Ki-sa)

Está constituida por limolitas gris amarillentas u oscuras, intercaladas con lutitas arenosas friables de color gris negruzco en la base y por margas con calizas estratificadas en capas delgadas, en sus niveles superiores.

Formación Carhuaz (Ki-ca)

Consiste de una secuencia lutitas claras, marrones, gris oscuras hasta negras, finamente estratificadas e intercaladas con capas delgadas de calizas fosilíferas.

Grupo Calipuy

Extensa formación de rocas volcánicas que sobreyacen en discordancia angular a las formaciones del Cretáceo inferior (Chimú, Santa y Carhuaz). Los niveles volcánicos se muestran suavemente ondulados y horizontales. Se encuentra parcialmente intruido por cuerpos subvolcánicos de dacita porfírica de edad Mioceno.

Dentro de estos volcánicos Calipuy tenemos cuatro unidades volcánicas reconocidas:

- Volcán Totorá I (Po-to)

Tobas de cenizas con cristales milimétricos de cuarzo cristalino y ahumado, con algunos líticos de 2 hasta 10 cm. Algunas secuencias de tobas volcánicas de cristales presentan leve alteración argílica y propilitica.

- Volcán Quesquenda (Nm-que/1)

Tobas de cenizas y cristales con líticos. Los cristales son de feldespatos, anfíboles y presencia de lavas porfíricas con clastos hacia la base. La alteración presente en algunas zonas es de leve argilización y propilitización (Fotografía 5.1), y en algunos casos meteorización.

- Volcán Quiruvilca (Nm-qui/3)

Tobas de cenizas y bloques, con cristales de anfíboles. Presenta zonas con moderada a fuerte argilización y silicificación (Fotografía 5.2).

- Volcán Totorá II (Nm-to/2 y Nm-to/1)

Tobas de bloques y cenizas con zonas de alteración argílica, silicificación, oxidación y presencia de sulfuros en trazas.

Depósitos cuaternarios

Consisten en materiales inconsolidados, mezclados con arenas y arcillas que rellenan algunas depresiones de la topografía y formando el relleno del cauce y terrazas.

Rocas intrusivas**Pórfido Andesita (Nm-an)**

La exposición de las rocas intrusivas se encuentra representada por cuerpos subvolcánicos pórfido andesíticos de texturas porfíricas (Fotografía 5.3), con fenocristales de plagioclasas, anfíbol, óxidos, a veces biotita y cuarzo, y calcita secundaria, cortando por la quebrada Huacamarcanga en el extremo SE de la zona de estudio.

Geología estructural

En la zona de estudio se evidenció la presencia de una falla inversa en una zona de alteración (Fotografía 5.4). Sin embargo, las rocas volcánicas se presentan generalmente en bancos sub horizontales y con suaves ondulaciones por lo que no presentan mayor deformación.

Geología económica

La mineralización económica estaría presente como diseminado en las zonas de alteración, principalmente en las tobas de cenizas con bloques, y en las tobas de cristales con cenizas y líticos.

Las alteraciones presentes en el área varían de una débil a fuerte argilización (Fotografía 5.5) en las tobas de cenizas con bloques, además de leve propilitización y leve a moderada silicificación. En el área de estudio se identificaron hasta cinco zonas de alteración hidrotermal, principalmente en las tobas de cenizas y cristales del volcán Quesquenda, observándose moderada argilización con silicificación y oxidación; en algunos casos, la textura de la roca se presenta pervasiva y obliterada. En una de las alteraciones, entre el límite entre los volcánicos Quesquenda y Quiruvilca, se encontraron valores de Sr de 0.1% (17g-R-018).

Los óxidos de hierro se presentan relleno de fracturas en pátinas finamente diseminados como minerales de hematita, goethita y jarosita en las zonas de alteración, y de manera más restringida sulfuros como la pirita (Fotografía 5.6).



Fotografía 5.1 Toba de cenizas y cristales con óxidos en pátinas y fuertemente argilizada, perteneciente a la secuencia Nm-que/1 (17g-R-029; coord.: 9104825, 807342).



Fotografía 5.2 Toba de cenizas, cristales y bloques con moderada argilización y silicificación, perteneciente a la secuencia Nm-qui/3 (17g-R-018; coord.: 9107608, 806212).



Fotografía 5.3 Vista panorámica mirando al NO del afloramiento de Pórfido Andesita cortado por la quebrada Huacamarcanga.



Fotografía 5.4 Zona de falla afectando la secuencia volcánica Nm-to/2. Se observa el techo inalterado en contacto con el piso fuertemente argilizada y oxidado.



Fotografía 5.5 Toba de cristales y cenizas de textura obliterated producto de la fuerte alteración argílica y óxidos en pátinas.



Fotografía 5.6 Goethita, jarosita y hematita relleno de fracturas y dispersado en las tobas volcánicas de cristales y cenizas.

2) PAMPA GRANDE

Pampa Grande se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Otuzco y distritos de Agallpampa y Usquil, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.2). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 785560 E y 9123680 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3750 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-g (Cajabamba). Sus coordenadas geográficas son 78°24'36.18" longitud oeste y 7°55'11.24" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hasta Otuzco y, posteriormente, por una carretera afirmada hacia el poblado de Barro Negro desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.2).

Marco geológico

Durante el Cretáceo inferior se depositaron las secuencias clásticas de las formaciones Chimú, Santa y Carhuaz. Después la erosión originó una acumulación conglomerádica de la Formación Huaylas y la aparición de una superficie desgastada, sobre la cual se acumuló la serie volcánica-clástica sub aérea del Grupo Calipuy. Posteriormente, aconteció el emplazamiento de la mayoría de los cuerpos intrusivos y subvolcánicos. Finalmente, como subproducto de la glaciación plioleistocénica, se acumuló por acción fluvial en las partes bajas una serie de materiales fluvioglaciares, morrénicos y aluviales.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 5):

Formación Chimú (Ki-chi)

Consiste en una alternancia de areniscas, cuarcitas y lutitas en la parte inferior y de una potente secuencia de cuarcitas blancas en bancos gruesos en la parte superior. Aunque predominantemente fuera de la zona de trabajo, se ha encontrado afloramientos del Chimú en la zona de Tres Ríos.

Formación Santa (Ki-sa)

Intercalación de calizas marrones y arcillitas calcáreas gris oscuras en capas medianas.

Formación Carhuaz (Ki-ca)

Consta de una alternancia de areniscas cuarzosas grises en capas medianas intercaladas con limoarcillitas.

Formación Huaylas (KsP-hu)

Constituida por areniscas, lodolitas rojas bien estratificadas y conglomerados cuyos elementos son predominantemente rodados de cuarcita en matriz arenosa.

Grupo Calipuy

Extenso afloramiento de rocas volcánicas que sobreyacen en discordancia angular a las formaciones del Cretáceo inferior (Chimú, Santa y Carhuaz). La fuerte discordancia que separa Huaylas de Calipuy, indica que la erosión de la superficie pre-Calipuy debe haberse producido en un lapso bastante largo del Cretáceo superior. Se encuentra parcialmente intruido por cuerpos subvolcánicos de dacita porfírica y de un pórfido cuarcífero, cuyos emplazamientos se les asigna al Mioceno. Comprende el Complejo Volcánico Payhual-Caupar y Centro Volcánico Quiruvilca.

- Complejo Volcánico Payhual-Caupar

Este complejo volcánico está conformado por dos volcanes superpuestos y erosionados, y es el Centro Volcánico Caupar el más antiguo, mientras que Payhual es el más joven. Se distinguen las siguientes secuencias:

PoNm-pay/2: Flujos de lava andesítica porfírica gris verdosa, al norte de la zona de estudio.

PoNm-pay/3: Tobas de cristales, cenizas y pómez gris blanquecinos, generalmente inalterado y levemente intemperizado, con fenos milimétricos de cuarzo, feldespato y anfíboles (Fotografía 5.7).

Cuadro 5.2
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Pamapa Grande

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Otuzco	75	1h 30 min
Otuzco - Barro Negro	45	2 h
TOTAL:	690	11 h 30 min

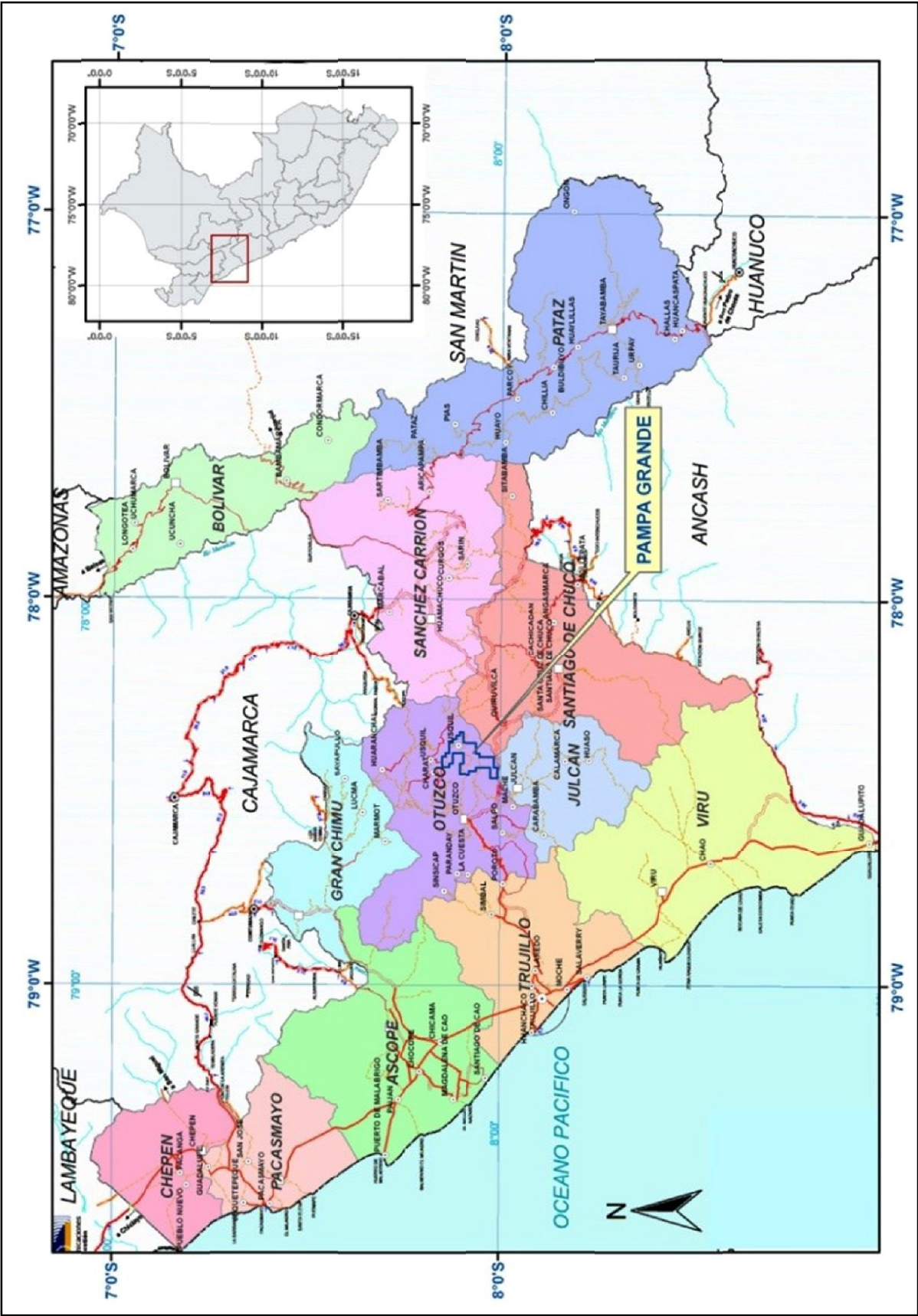


Figura 5.2 Mapa de ubicación de Pampa Grande.

PoNm-pay/4: Tobas de cenizas pardo rojizo y pardo amarillento con leve alteración supérgena.

PoNm-pay/5: Depósito de flujo de lava andesítica porfirítica gris verdosa.

Nm-pay/6: Tobas de cristales, cenizas y pómez gris blanquecinas con algunos líticos, con cristales de cuarzo, anfíboles y plagioclasas (Fotografía 5.8). Dentro de esta secuencia se han observado zonas de alteración.

Nm-pay/7: Flujos de lava andesítica microporfirítica y afanítica gris verdosa con presencia de un débil magnetismo, en algunas zonas se observa englobando clastos de tobas de cenizas y cristales (Fotografía 5.9).

Nm-pay/8: Tobas volcánicas de cristales con ceniza y pómez, cristales de feldespato cuarzo y anfíboles (Fotografía 5.10). Presenta leve alteración supérgena y leve oxidación con malaquita en trazas.

- Centro Volcánico Quiruvilca

Este centro volcánico está constituido de lavas andesíticas, depósitos de flujos piroclásticos y lahares alterados e hidrotermalizados.

Nm-qui/1: Tobas de pómez y cenizas intercaladas con flujos de lava andesítica gris verdosa.

Nm-qui/2: Tobas de pómez y cenizas con fragmentos líticos subangulosos y sedimentarios milimétricos.

Nm-qui/3: Flujos de lava andesítica porfirítica gris azulada.

Nm-qui/4: Tobas inconsolidadas de bloques y cenizas con fragmentos líticos angulosos.

Depósitos cuaternarios (Q-al/fg/mo)

Consisten principalmente de depósitos aluviales que constituyen el relleno del fondo de los valles y terrazas marinas, depósitos fluvio-glaciares de gravas, arenas y limos que rellenan algunas depresiones de la topografía, y depósitos morrénicos compuesto de gravas y bloques angulosos a subangulosos.

Rocas intrusivas

Pórfido Dacítico (Nm-da)

Cuerpos subvolcánicos se manifiesta principalmente como pequeños stocks de dacita porfirítica de edad Mioceno, con cristales milimétricos de cuarzo, anfíboles y feldespatos. Este intrusivo presenta zonas de alteración con oxidación, leve magnetismo y fuerte diaclasamiento.

Pórfido Cuarzífero (Nm-pc)

Es un pequeño cuerpo subvolcánico denominado como Pórfido Cuarzífero de edad Mioceno con alteración argílica (Fotografía 5.11).

Pórfido Andesítico (Nm-an)

Intrusiones de Pórfido andesita inalterado con piroxeno, clorita y cuarzo II, y Andesitas porfiríticas con reabsorciones en una matriz criptocristalina se encuentran en pequeños cuerpos al sur de la zona.

Geología estructural

Regionalmente se encuentra una falla y un lineamiento de dirección NO, así como fallas inferidas NE-ESE y NO, que atraviesan las secuencias volcánicas. No se han reconocido estructuras predominantes en las zonas asociadas a la mineralización.

Geología económica

La mineralización económica está como disseminada en las zonas de alteración hidrotermal que afectan las tobas de cristales con pómez y ceniza, y los flujos de lava andesítica.

Las alteraciones identificadas en la zona son la argílica, con intensidades de leve a fuerte, así como la silicificación y la propilitización. La secuencia Nm-pay/6 al norte de la zona de estudio presenta fuerte argilización y una débil propilitización con óxidos como limonitas y trazas de malaquita finamente disseminada que dieron valores de 46 ppb de Au (16g-R-001; Fotografía 5.12) y, secundariamente, en los flujos de lavas andesíticas de la secuencia Nm-pay/7 presenta zonas de fuerte alteración argílica con pátinas de óxidos de hierro y trazas de pirita. Ambas secuencias pertenecen al Complejo Volcánico Caupar-Payhual. También se evidencia un leve magnetismo en las lavas andesíticas.

La mineralización se presenta como óxidos en fracturas y disseminado, en las zonas de alteración argílica y en la dacita porfirítica alterada.

Pátinas de óxidos de hierro como hematita y limonitas rellenan fracturas y disseminado; también, como producto de la actividad supérgena dieron valores de 7 ppb de Au (16g-R-004). Se encuentran trazas de pirita puntual disseminada en las lavas andesíticas de la secuencia Nm-pay/7, y trazas de malaquita finamente disseminada en las tobas de cristales y cenizas de las secuencias PoNm-pay/6 y Nm-pay/8.

3) CAMPO ALEGRE

Campo Alegre se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Julcán y distritos de Calamarca y Julcán, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.3). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 784900 E y 9104085 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3750 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco). Sus coordenadas geográficas son 78°24'53.70" longitud oeste y 8°5'48.81" latitud sur.



Fotografía 5.7 Tobas de cristales inalterado, con cenizas y pómez de la secuencia PoNm-pay/3 (16g-R-033; coord.: 9116712, 782981).



Fotografía 5.8 Tobas de cristales con cenizas y líticos de la secuencia Nm-pay/6 (16g-R-024a; coord.: 9121008, 783499).



Fotografía 5.9 Lavas andesíticas de la secuencia Nm-pay/7 englobando clastos de tobas de cenizas y cristales (16g-R-013; coord.: 9128996, 785803).



Fotografía 5.10 Tobas de cristales y ceniza con leve alteración supérgena de la secuencia Nm-pay/8.



Fotografía 5.11 Intrusivo subvolcánico pórfido cuarcífero con moderada argilización y óxidos en forma diseminada.



Fotografía 5.12 Tobas de cristales, cenizas y pómez con fuerte argilización. Los óxidos están como limonitas y trazas de malaquita finamente diseminada.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hasta Agallpampa; posteriormente, se va por una carretera afirmada hacia el poblado de Julcán y, finalmente, se llega al pueblo de Sicchal desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.3).

Marco geológico

Afloran exclusivamente secuencias de la serie volcánica-clástica subaérea del Grupo Calipuy, principalmente como extensos depósitos de flujo de cristales, bloques y ceniza, y como flujos de lava andesítica. Las secuencias volcánicas se muestran suavemente onduladas, aunque en grandes sectores se muestran horizontales. En la zona de estudio no se ha registrado la presencia de cuerpos intrusivos subvolcánicos.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 6):

Grupo Calipuy

Extensa formación de rocas volcánicas que afloran en la zona de estudio como secuencias de tobas de cristales con líticos, cenizas y bloques, y secundariamente como coladas de flujos de lava andesítica con microcristales de plagioclasas y piroxenos. Comprende la Secuencia Volcánica Pachachaca, la Caldera Calamarca I, volcán Paccha - Uromalqui, la Caldera Calamarca II, volcán Uromalqui y la Secuencia Paruque Alto.

- Secuencia Volcánica Pachachaca

Los depósitos del Centro Volcánico Pachachaca infrayacen con una ligera discordancia angular a la secuencia piroclástica Calamarca I. De igual manera, están cubiertos por los depósitos

piroclásticos de la caldera Carabamba. La edad que se estima para esta unidad corresponde al Eoceno.

Pe-pac/2: Depósito de flujo de ceniza.

- Caldera Calamarca I

Corresponde a una secuencia estratificada gruesa, conformada por depósitos de flujos piroclásticos de composición andesítica a dacítica.

Po-cal: Toba de cristales, ceniza y pómez con algunos niveles de lavas andesíticas e ignimbritas.

- Volcán Paccha - Uromalqui

Constituido por dos centros volcánicos alineados de SE-NO, lo cual sugiere una migración de su actividad hacia el SE, siendo el Centro Volcánico Paccha el más antiguo y Uromalqui el más joven.

PoNm-pau/1: Secuencia de tobas inconsolidadas y arenosas gris verdes y lavas andesíticas porfíricas verdosas hacia la base (Fotografía 5.13).

PoNm-pau/2: Tobas de cristales, cenizas y líticos con algunos niveles de flujos de lava andesítica basáltica. Se distingue una facie oriental bien estratificada (Fotografía 5.14) y una facie occidental pobremente estratificada en capas, y hacia la base brechas volcánicas con clastos en la base (Fotografía 5.15).

- Caldera Calamarca II

Al parecer corresponde a una nueva reactivación o quizás se trate de una caldera anidada dentro de la primigenia estructura volcánica.

Nm-cal/2: Lavas andesíticas casi horizontales con fenocristales de plagioclasas y piroxenos.

Cuadro 5.3
Acceso y distancia a la zona prospectiva Campo Alegre

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Agallpampa	90	1 h 45 min
Agallpampa - Julcán	20	40 min
Julcán - Sicchal	25	1 h 15 min
TOTAL:	705	11 h 40 min

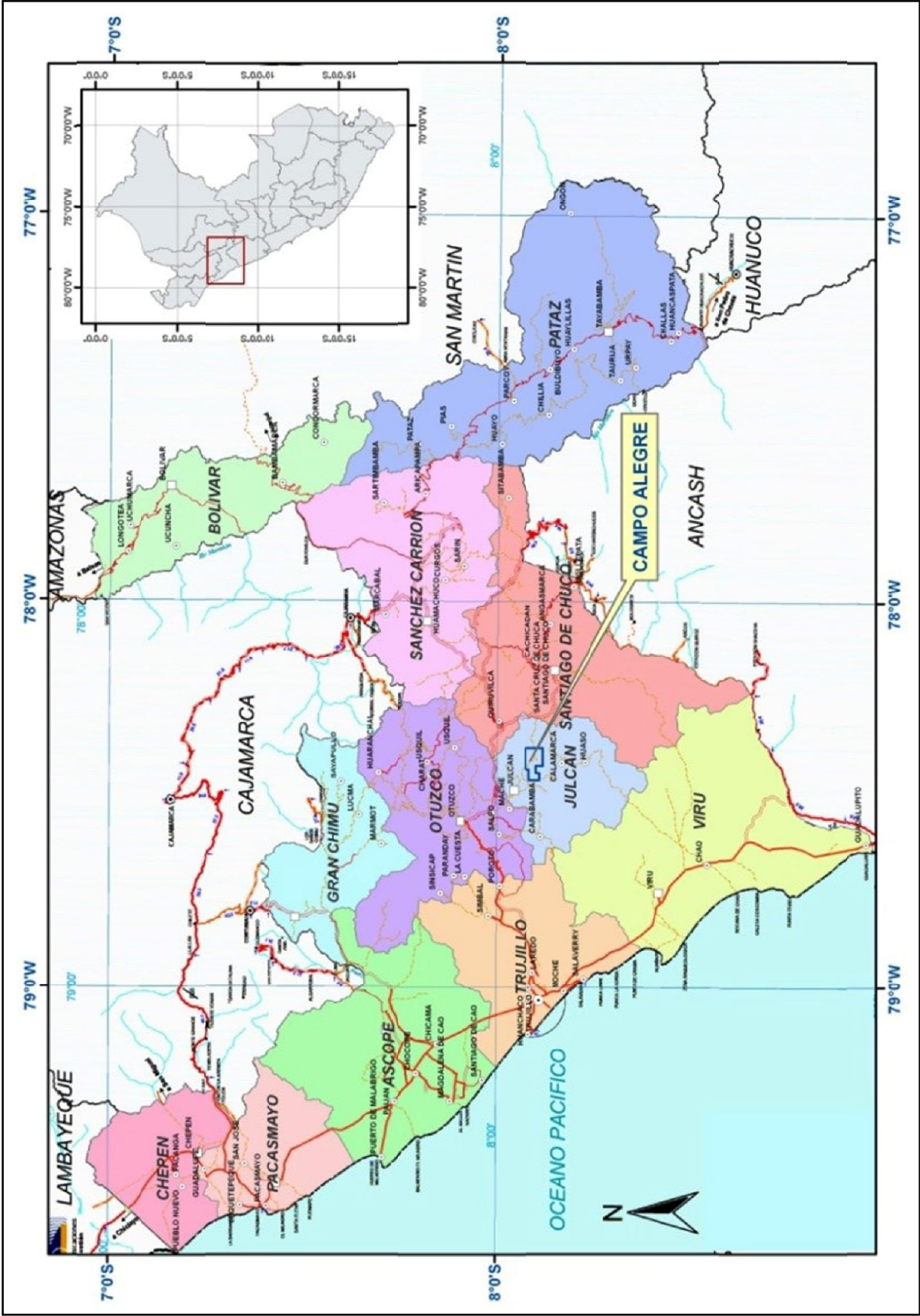


Figura 5.3 Mapa de ubicación de Campo Alegre.



Fotografía 5.13 Lavas andesíticas alteradas y arenosas gris verdosas.



Fotografía 5.14 Facie oriental bien estratificada de la secuencia PoNm-pau/2 conformada por tobas volcánicas de cristales y líticos (17g-R-078; coord.: 9105766, 788385).



Fotografía 5.15 Brechas volcánicas con clastos volcánicos en la base.

- Volcán Uromalqui

Los depósitos que constituyen este centro eruptivo son predominantemente flujos de lavas andesíticas y andesitas basálticas.

Nm-ur: Flujos de lava andesítica basáltica con plagioclasas y piroxenos, con algunos niveles de tobas de cristales.

- Secuencia Paruque Alto

Nm-pa: Tobas de cristales con líticos menores a 5 mm con niveles de óxidos de hierro.

En el área de estudio no se ha registrado la presencia de cuerpos intrusivos evidentes, aunque dentro de la secuencia Nm-pa del cerro Agujereado, cerca de Yerba Buena, se ha muestreado un posible intrusivo con fuerte argilización de textura obliterada.

Geología estructural

Las secuencias tobáceas tienen una dirección preferente SE-NO. Se ha identificado una veta argilizada de dirección N248° y buzamiento 50° NO (Fotografía 5.16) emplazada dentro de la secuencia Po-cal.

Geología económica

La mineralización económica se encontraría en forma de vetas argilizadas y en las zonas de alteración que afectan las tobas de cristales, cenizas y líticos principalmente.

La alteración hidrotermal predominante es la argílica, mayormente presente en las tobas de cristales y cenizas de la secuencia PoNm-pau/2, acompañada a veces de una propilitización moderada y leve silicificación (Fotografía 5.17) que en la zona en las inmediaciones del poblado de Alan García, al norte de la zona de estudio, coincidieron con valores de hasta 0.2 % de Sr (17g-R-072). En la misma secuencia se ha identificado brechas con matriz de ceniza y líticos con moderada argilización y silicificación.

Minerales de óxidos de hierro (limonita, hematita) en patinas, microvenillas, rellenan moldes y fracturas en las zonas de alteración argílica. También, hay presencia de trazas de pirita puntual finamente diseminada y de clorita en las zonas propilitizadas de la secuencia PoNm-pau/1. Oxidaciones producto de la alteración supérgena (Fotografía 5.18).



Fotografía 5.16 Veta argilizada de dirección N248° y buzamiento emplazada dentro de las tobas de cristales de la secuencia Po-cal (17g-R-059; coord.: 9104717, 784488).



Fotografía 5.17 Tobas volcánicas de cristales y líticos levemente propilitizadas y argilizadas de la secuencia PoNm-pau/2 (17g-R-076; coord.: 9102354, 787256).



Fotografía 5.18 Lavas volcánicas de la secuencia Nm-ur degradándose a suelo y con moderada alteración supérgena.

4) VIRA VIRA

Vira Vira se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Santiago de Chuco y distrito del mismo nombre, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.4). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 800325 E y 9088881 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3900 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17g (Santiago de Chuco). Sus coordenadas geográficas son 78°16'26.86" longitud oeste y 8°14'0.07" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hasta Santiago de Chuco y, posteriormente, por una carretera de trocha carrozable hasta el poblado de Huarán Alto (Cerro Campana) desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.4).

Marco geológico

En el área afloran exclusivamente secuencias de rocas volcánicas del Grupo Calipuy, principalmente como extensas coladas de flujos de lava andesítica y como depósitos de flujo de ceniza, pómez y lahares. En la zona de estudio se ha registrado la presencia de un cuerpo intrusivo subvolcánico en forma de dique.

Estratigrafía (Mapa 7):

Grupo Calipuy

Es una extensa formación de rocas volcánicas que afloran en la zona de estudio principalmente como flujos de lava andesítica y secundariamente como secuencias de tobas de cristales con cenizas y pómez intercaladas con lahares. Comprende la Secuencia Toritos y el volcán Cururupa.

Cuadro 5.4
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Vira Vira

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima -Trujillo	570	8 h
Trujillo - Santiago de Chuco	183	5 h
Santiago de Chuco - Huarán Alto	36	1 h
TOTAL:	789	14 h

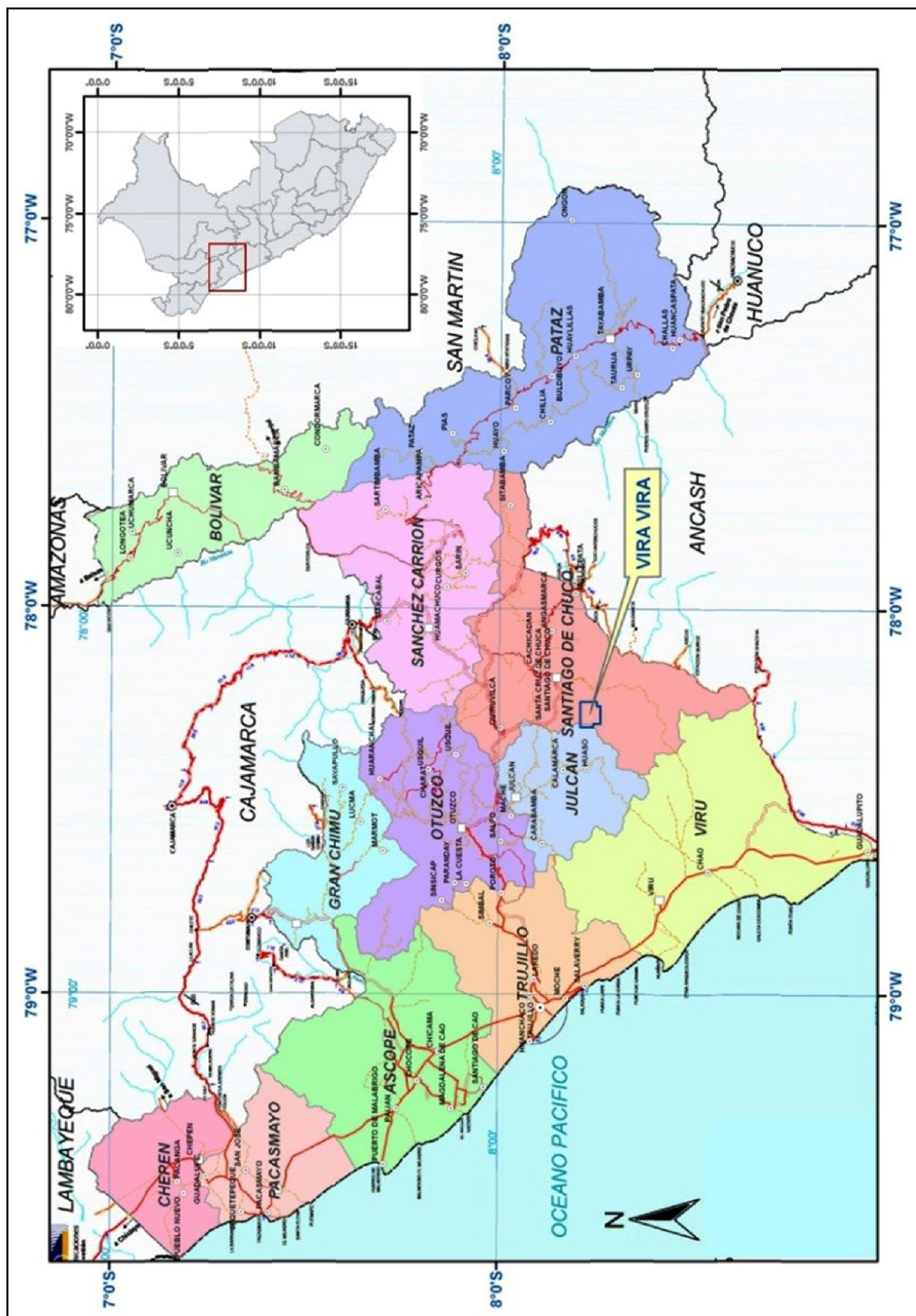


Figura 5.4 Mapa de ubicación de Vira Vira.

- Secuencia Toritos

Representan posiblemente una reactivación de la Caldera Calamarca. Han generado varios depósitos piroclásticos.

Po-tor/2: Tobas de cenizas pómez y lahares.

Po-tor/3-A: Flujos de lava andesítica con fenocristales de plagioclasas y piroxenos, (Fotografía 5.19) con flujos piroclásticos de bloques y cenizas en la base. Niveles de roca vitrificada con clorita, cuarzo y calcita con venillas de hematita.

Po-tor/3-B: Secuencia de depósito de tobas de cenizas y cristales (riolítica).

- Volcán Cururupa

Consiste en una intercalación de flujos piroclásticos de cenizas andesíticas y lahares con flujos de lava andesítica de textura porfírica.

Po-cu/2: Flujos de lava andesítica con fenocristales de plagioclasas y piroxenos, con flujos piroclásticos de bloques y cenizas en la base.

Po-cu/3: Tobas de cenizas, pómez y presencia de depósitos de lahares (Fotografía 5.20), hacia el techo de esta secuencia tenemos lavas dacíticas silicificadas y hematizadas.

Rocas intrusivas

En el área la presencia de rocas intrusivas está restringida a un dique de composición andesítica con fenocristales de anfíboles, cuarzo y feldespatos de 2 a 3 m de ancho por 200 m de largo.

Geología estructural

El dique andesítico (Fotografía 5.21) que aflora en la zona de estudio tiene una dirección de N210° y un buzamiento de 85° al NO. Se encuentra intruyendo a las tobas de cenizas y pómez de la secuencia Po-cu/3 (cortado por una posible falla E-O).

Se ha observado la presencia de un antiforme de dirección N236° y buzando 40° al NO en las cumbres de los cerros Vira Vira.

Geología económica

Las zonas de interés económico se presentan de forma diseminada en las zonas de alteración hidrotermal presentes en los flujos de lava andesítica, y en los depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, pómez y lahares.

En el área se reconocen asociaciones mineralógicas típicas de una alteración hidrotermal argílica en las tobas de cenizas y en las lavas andesíticas, acompañadas de una silicificación y oxidación en forma diseminada y en patinas (Fotografía 5.22). Las lavas andesíticas muestran una leve propilitización y leve magnetismo.

Los óxidos de hierro como hematita, goethita y jarosita se muestran de manera diseminada, rellenando oquedades y en venillas milimétricas asociadas a sílice (Fotografía 5.23). Está presente generalmente en las lavas andesíticas de la secuencia Po-cu/2.



Fotografía 5.19 Afloramiento de lavas andesíticas con trazas de óxidos de hierro (hematita) y moderado magnetismo de la secuencia Po-tor/3-A.



Fotografía 5.20 Depósito de flujo de cenizas, cristales, pómez y lahares. Presenta leve a moderada oxidación superficial de la secuencia Po-cu/3 (17g-R-002; coord.: 9090249, 803424).



Fotografía 5.21 Dique andesítico con fenos de anfíboles, cuarzo y feldespato. Se presenta como un crestón con azimut y buzamiento: N 210°/85° (17g-R-003, coord.: 9089750, 803237).



Fotografía 5.22 Afloramiento de flujos de ceniza gris claro, levemente argilizada y con trazas de óxidos de hierro (goethita, hematita).



Fotografía 5.23 Flujos volcánicos moderadamente silicificados, con venillas milimétricas de sílice con óxidos (hematita, limonita).

5) SAN JOSÉ

San José se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, comprende en su mayoría las provincias de Julcán y Otuzco, distritos de Carabamba y Salpo, respectivamente, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.5). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 757510 E y 9104245 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 3300 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-f (Salaverry). Sus coordenadas geográficas son 78°39'47.89" longitud oeste y 8°5'49.00" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hasta Agallpampa; posteriormente se va por una carretera afirmada a Carabamba y, finalmente, hacia el poblado de San José desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.5).

Marco geológico

En el área afloran exclusivamente secuencias de rocas volcánicas del Grupo Calipuy, principalmente como depósitos piroclásticos de cristales y cenizas con líticos, y como flujos de lava andesítica. Hacia la base están presentes intercalaciones sedimentarias del Cretáceo inferior de la Formación Tinajones. El Volcánico Calipuy se encuentra parcialmente intruido por cuerpos de granodiorita pertenecientes al Batolito de la Costa,

cuyo emplazamiento se considera entre fines del Cretáceo y el Terciario inferior, y por pequeños *stocks* de dacita porfírica y domos riolíticos terciarios.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 8):

Formación Tinajones (Ki-ti/inf)

Está constituida por intercalaciones de areniscas cuarzosas color gris claro a beige y limolitas (Fotografía 5.24).

Grupo Calipuy

Extensa formación de rocas volcánicas que afloran en la zona de estudio principalmente como tobas de cristales, cenizas y líticos de composición dacítica, y como flujos de lava andesítica. Tenemos la Secuencia San José, Caldera Carabamba y Caldera Santa Rosa.

- Secuencia San José

Pe-sj/1-A: Secuencias de lavas andesíticas con plagioclasas, epidotas y anfíboles (Fotografía 5.25)

Pe-sj/1-B: Tobas de cenizas gris y tobas de cristales dacíticas con óxidos de hierro.

Pe-sj/2: Flujos de lava andesíticos con fenocristales de plagioclasas y piroxenos.

Cuadro 5.5
Acceso y distancia a la zona prospectiva de San José

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Agallpampa	90	1h 45 min
Agallpampa - Carabamba	35	1h 30 min
Carabamba - San José	25	45 min
TOTAL:	720	12 h

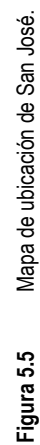


Figura 5.5



Fotografía 5.24 Vista panorámica mirando al SE del Cerro Represa, compuesto de areniscas cuarzosas de la Formación Tinajones, con moderada alteración supérgena.



Fotografía 5.25 Flujo de lava andesítica color gris oscuro con cristales muy finos de plagioclasas y máficos, con leve silicificación y magnetismo de la secuencia Pe-sj/1-A (17f-R-003; coord.: 9102552, 756388).

- Caldera Carabamba

La estructura volcánica tipo caldera ha sido formada probablemente por el colapso gravitacional de un paleocentro volcánico, atestiguado por la presencia de depósitos de flujos de lava y piroclásticos en las facies proximales de la caldera.

Po-car/2: Toba de cristales milimétricos aparentemente dacítica y tobas líticas con clastos de rocas sedimentarias y sericitizadas (Fotografía 5.26).

- Secuencia Santa Rosa

Po-st: Tobas de cenizas.

Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas que se exponen en el área de estudio constan de una granodiorita del Batolito de la Costa (KsP-gd) y pequeños *stocks* de cuerpos subvolcánicos de dacita porfírica (P-da) de edad Mioceno (Fotografía 5.27).

Geología estructural

Se observó una estructura de composición andesítica con dirección N024° y N015° buzando al SE, con potencia de 3 m, emplazado en las tobas de cristales y líticas de la secuencia Po-car/2. Transversal a dicha estructura se identificó una veta falla normal dextral de cuarzo

con óxidos de hierro de dirección N124° y buzando 60° al SO. No ha sido posible determinar si corta a la estructura.

Geología económica

La mineralización económica se encuentra en las zonas de alteración hidrotermal que afectan las tobas de cristales y cenizas de posible composición dacítica y en los flujos de lava andesítica.

Se presenta la alteración argílica, afectando las lavas andesíticas de la secuencia San José (Pe-sj/2), y a las tobas de cristales y líticas de la caldera Carabamba (Po-car/2). Muchas veces está acompañada de óxidos de hierro diseminado, una leve silicificación y un moderado magnetismo en los flujos de lava andesítica.

Se presenta en los óxidos de hierro asociados a una fuerte alteración argílica, en la veta falla de cuarzo con óxidos de hierro que tiene como roca caja las tobas de cristales y líticas de la Caldera Carabamba (Po-car/2).

Los óxidos de hierro presentes con mayor frecuencia son la hematita y las limonitas (goethita, jarosita) en forma de patinas, diseminados y asociados a las estructuras (Fotografía 5.28).

Los valores de oro en la dacita porfírica del extremo SE de la zona de estudio dieron como resultado unos 18 ppb del oro (17f-R-021).



Fotografía 5.26 Depósito de flujo de piroclásticos de cristales y líticas con alteración supérgena de la secuencia Po-car/2 (17f-R-017; coord.: 9104734, 759058).



Fotografía 5.27 Detalle de dacita porfírica con fenos de cuarzo, feldespato y anfíboles. Presenta leve magnetismo (17f-R-023; coord.: 9104073, 758333).



Fotografía 5.28 Flujo de lava andesítica fuertemente alterada (argilizada), con patinas de óxidos de hierro (limonita y jarosita)

6) ALTO DEL ZORZAL

Alto del Zorzal se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Julcán y distrito de Huaso, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.6). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 770980 E y 9083780 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 2200 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-f (Salaverry). Sus coordenadas geográficas son 78°32'24.04" longitud oeste y 8°16'52.21" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hasta Agallpampa; posteriormente, se va por una carretera afirmada hacia Huaso y, finalmente, por una trocha carrozable hasta el anexo de Quenti desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.6).

Marco geológico

Afloran exclusivamente secuencias de la serie volcánica-clástica del Grupo Calipuy, principalmente como extensos depósitos de flujo de cristales con líticos, flujos de ceniza y como flujos de lava andesítica. Las secuencias volcánicas muestran niveles ondulados y grandes sectores se muestran horizontales. Regionalmente, la

zona se encuentra rodeada de afloramientos de cuerpos subvolcánicos de composición dacítica del Mioceno.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 9):

Grupo Calipuy

Es una extensa formación de rocas volcánicas que afloran en la zona de estudio como secuencias de tobas de cristales con líticos, tobas de cenizas y bloques, y como flujos de lava andesítica. Tenemos al Volcán San Pedro y la Caldera Carabamba.

- Volcán San Pedro

Consta de depósitos de flujos de lava andesítica intercalado con niveles de flujos piroclásticos de cenizas y tobas de cristales.

Po-sp/1: Tobas de cenizas intercaladas con tobas de cristales, bloques y cenizas.

Po-sp/2-A: Flujos de lava andesítica con fenocristales de plagioclasas y anfíboles con matriz de microlitos argilizados y propilitizadas con vetillas de cuarzo (Fotografía 5.29).

Po-sp/2-B: Depósitos de Flujo de cenizas.

Cuadro 5.6
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Alto del Zorzal

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Agallpampa	90	1h 45 min
Agallpampa - Huaso	90	3h 30 min
Huaso - Quenti	70	3h 30 min
TOTAL:	820	16h 45 min





Fotografía 5.29 Flujo de lava andesítico color gris con fuerte propilitización, leve alteración supérgena y leve oxidación (hematita diseminada) en secuencia de Po-sp/2-A (17f-R-035; coord.: 9083551, 769915).

- Caldera Carabamba

La estructura volcánica tipo caldera ha sido formada probablemente por el colapso gravitacional de un paleocentro volcánico, atestiguado por la presencia de depósitos de flujos de lava y piroclásticos en las facies proximales de la caldera.

Po-car/2: Tobas de cristales y líticos de matriz criptocristalina. Finalmente, tobas líticas con inclusiones de megabloques de rocas sedimentarias con lavas andesíticas en la base (Fotografía 5.30).

Rocas intrusivas

En el área de estudio no se ha registrado la presencia de cuerpos intrusivos evidentes.

Geología estructural

En la quebrada Zarzal se ha reconocido la presencia de venillas entrecruzadas, menores de 5 mm, de cuarzo, óxidos, calcita y epidota. Estas se encuentran generalmente en la secuencia de lavas andesíticas propilitizadas del volcán San Pedro (Po-sp/1).

Geología económica

La mineralización económica comprende venillas de cuarzo-óxidos de hierro y diseminado en las zonas de alteración con fuerte oxidación que afectan a las tobas de cristales, cenizas y líticas principalmente.

En la zona conocida como Cerro Colorado (Fotografía 5.31) se ha reconocido los ensambles típicos de una alteración argílica fuerte y una moderada silicificación asociada a una fuerte hematización diseminada y en fracturas, que afecta las tobas de cristales y líticos de la secuencia Po-sp/1 de la Caldera San Pedro (Fotografía 5.32) al noroeste. Además, se aprecia una moderada propilitización con ensambles característicos de cuarzo-epidota en venillas.

En la quebrada Zarzal, las lavas andesíticas de la secuencia Po-sp/2-A presentan una moderada a fuerte alteración hidrotermal de cuarzo-clorita, reconocida por sus ensambles típicos de cuarzo-clorita-calcita, y un leve a moderado magnetismo (Fotografía 5.33).

Se presenta, generalmente, en las zonas anómalas de alteración con abundante presencia de arcillas y óxidos (hematita, jarosita y goethita) del Cerro Colorado, en forma diseminada, relleno oquedades, en venillas y fracturas.

Entre los óxidos se tiene la presencia de hematita en gran porcentaje y secundariamente jarosita y goethita en forma diseminada, relleno oquedades y en venillas asociadas a cuarzo. En las zonas de alteración propilitica se tiene la presencia de epidota, clorita, calcita y cuarzo en venillas, diseminado en la matriz de las lavas andesíticas.



Fotografía 5.30 Toba volcánica de cristales con ojos de cuarzo y líticos. Moderada alteración supérgena y leve oxidación (goethita en fracturas) en la secuencia Po-car/2 (17f-R-042; coord.: 9085944, 773341).



Fotografía 5.31 Vista panorámica del Cerro Colorado mirando al NO.



Fotografía 5.32 Toba de cristales (con ojos de cuarzo). Presenta moderada argilización y débil silicificación, además moderada oxidación (hematita 3%, goethita 1%, jarosita 1%, en fracturas y diseminado).



Fotografía 5.33 Toba de cristales con fuerte propilitización, cortado por venillas de cuarzo y epidota, menores de 2mm, débil oxidación (hematita 0.5% diseminada).

7) CALAMARCA

Calamarca se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Julcán, distritos de Calamarca y Huaso, en la Cordillera Central de los Andes del Norte (Figura 5.7). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 781432 E y 9092285 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 2700 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-g (Santiago de Chuco). Sus coordenadas geográficas son 78°26'44.47" longitud oeste y 8°12'13.39" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hasta Agallpampa y, posteriormente, por una carretera afirmada hacia Calamarca desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.7).

Marco geológico

Afloran exclusivamente secuencias de la serie volcánica-clástica subaérea del Grupo Calipuy, principalmente como extensos depósitos de flujo de lavas andesíticas y como flujos de ceniza, pómez y bloques. Las secuencias volcánicas son onduladas y horizontales. En la zona de estudio se ha registrado la presencia de un cuerpo intrusivo subvolcánico dacítico a manera de pequeño *stock*.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 10 y Mapa 11):

Grupo Calipuy

Extensa formación de rocas volcánicas que afloran en la zona de estudio como coladas de flujos de lava andesítica con microcristales de plagioclasas y piroxenos, y secundariamente como secuencias de tobas de cenizas, pómez y bloques, y tobas de cristales con líticos. Comprende Secuencia Volcánica Pachachaca, Caldera Carabamba, Caldera Calamarca I y Caldera Calamarca II.

- Secuencia Volcánica Pachachaca

Los depósitos del Centro Volcánico Pachachaca infrayacen con una ligera discordancia angular a la secuencia piroclástica Calamarca I; de igual manera están cubiertos por los depósitos piroclásticos de la Caldera Carabamba. La edad que se estima para esta unidad corresponde al Oligoceno.

Po-pac/1: Flujos de lava andesítica porfiríticas con plagioclasas y piroxenos cloritizadas y argilizadas (Fotografía 5.34).

Po-pac/2: Toba de cristales, con tobas de bloques y ceniza hacia la base y lavas porfiríticas a los niveles intermedios (Fotografía 5.35).

Po-pac/3: Flujos de lava andesítica con fenocristales de plagioclasas y piroxenos.

- Caldera Carabamba

La estructura volcánica tipo caldera ha sido formada probablemente por el colapso gravitacional de un paleocentro volcánico, atestiguado por la presencia de depósitos de flujos de lava y piroclásticos en las facies proximales de la caldera.

Po-car/2: Depósito de flujo piroclástico de cristales.

- Caldera Calamarca I

Corresponde a una secuencia estratificada gruesa, conformada por depósitos de flujos piroclásticos de composición andesítica a dacítica.

Po-cal: Toba de cristales, ceniza y pómez con algunos niveles de lavas andesíticas porfiríticas epidotizadas y venillas de cuarzo e ignimbritas (Fotografía 5.36).

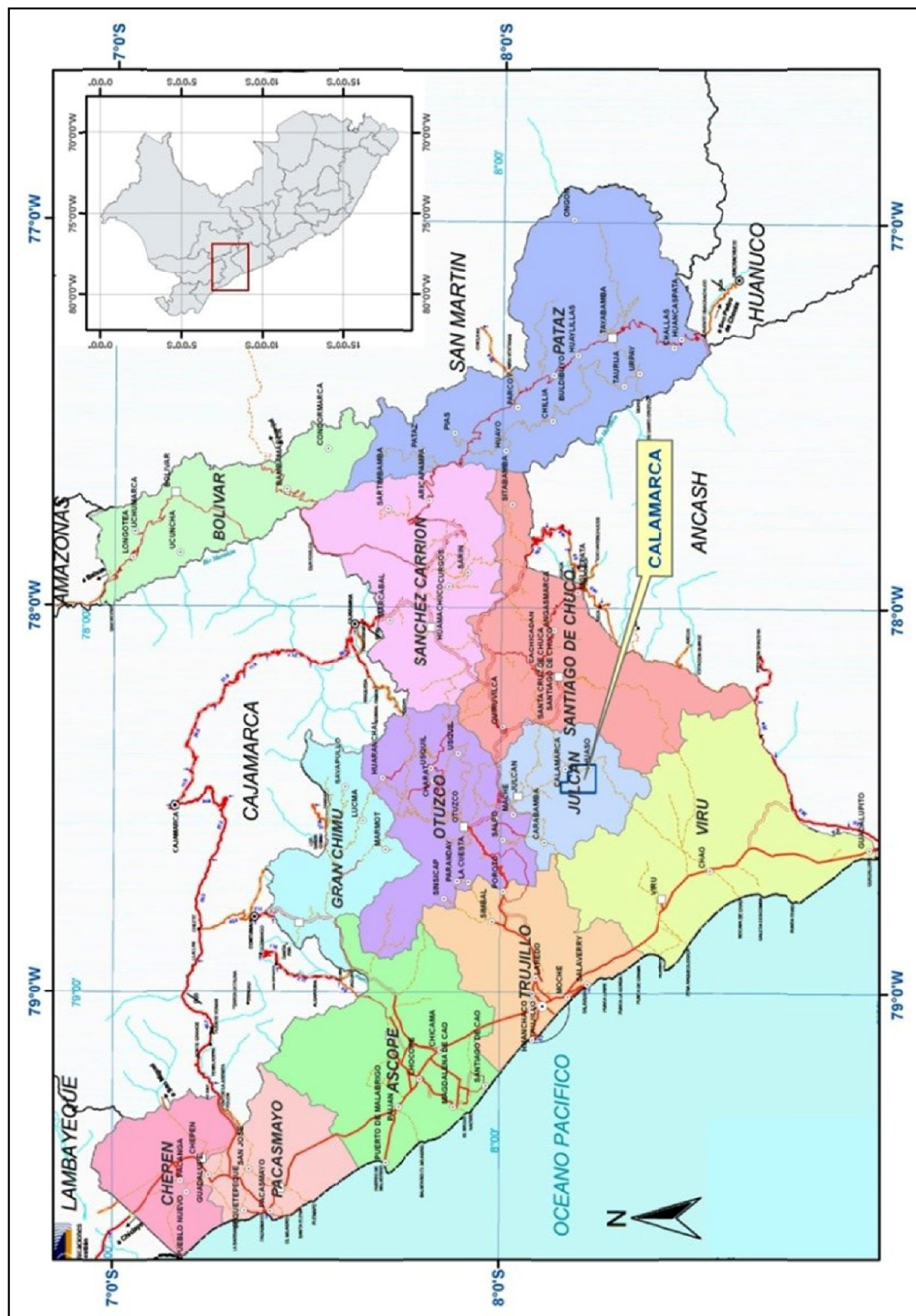
- Caldera Calamarca II

Al parecer corresponde a una nueva reactivación o quizás se trate de una caldera anidada dentro de la primigenia estructura volcánica.

Nm-cal/1: Tobas de cenizas soldado y flujos de pómez y cenizas, y hacia la base lavas dacíticas levemente intemperizadas.

Cuadro 5.7
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Calamarca

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Agallpampa	90	1h 45 min
Agallpampa - Calamarca	75	3h 30 min
TOTAL:	735	13h 15 min





Fotografía 5.34 Flujo de lava andesítica alterado con fina pirita diseminada y en parches.



Fotografía 5.35 Toba de cristales con líticos cortado por venillas milimétricas de anhidrita y levemente propilitizadas.



Fotografía 5.36 Toba de cristales con cenizas cortado por venillas milimétricas de anhidrita y calcita hasta de 1 mm. Leve propilitización en la secuencia de Po-cal (17g-R-041; coord.: 9094920, 781080).

Depósitos cuaternarios (Q-al)

Consisten en depósitos aluviales que se encuentran a lo largo del fondo y laderas de los valles principales formando el relleno del cauce y terrazas; gravas, arenas y limos moderadamente compactados.

Rocas intrusivas

Dacitas (Nm-da)

En el área, los afloramientos de cuerpos subvolcánicos está representados por un *stock* de dacita porfírica de edad Mioceno, con cristales milimétricos de cuarzo, anfíboles y feldespatos (Fotografía 5.37).

Geología estructural

Las estructuras en la zona se encuentran principalmente como venillas menores iguales a 1 mm de calcita, anhidrita y yeso entrecruzados. Se ha evidenciado la presencia de venillas de calcita de hasta 10 cm de potencia.

Geología económica

La mineralización económica se manifiesta en las zonas como una alteración hidrotermal que afectan los flujos de lava andesítica, y las secuencias de tobas de cenizas y tobas de cristales.

La alteración predominante es la propilitización que afecta a las tobas de cenizas, tobas de cristales y en especial lavas andesíticas cerca de Lluan con los ensambles típicos de clorita-epidota-calcita en venillas y reemplazando cristales. También, se reconoció minerales de anhidrita y yeso dispuestos como venillas entrecruzadas y diseminado que otorgan a los afloramientos un aspecto blanco terroso con seritización y cloritización (Fotografía 5.38). Se evidenció un leve a moderado magnetismo en las tobas y las lavas andesíticas.

Se tienen niveles volcánicos con pirita diseminada y marcasita cortando la pirita, así como venillas de pirita secundaria y pirrotita. Los óxidos de hierro se presentan rellenando microfracturas en pátinas y finamente diseminado como hematita, goethita y jarosita en la zona de alteración, y de manera más restringida trazas de óxidos de cobre como malaquita diseminada (Fotografía 5.39).



Fotografía 5.37 Vista panorámica mirando al oeste del afloramiento de stock dacítico con textura porfírica cortando las secuencias de tobas volcánicas.



Fotografía 5.38 Toba de cenizas alterada de aspecto blanco terroso, con minerales de anhidrita y yeso diseminado, y en venillas entrecruzadas.



Fotografía 5.39 Toba de cenizas alterada por óxidos (hematita, goethita, jarosita) en microfracturas.

8) BAÑOS CHIMÚ

Baños Chimú se ubica en la parte norte del departamento de La Libertad y extremo sur del departamento de Cajamarca, comprende las provincias de Gran Chimú y Cajamarca respectivamente, distritos de Lucma y Sayapullo en la Libertad y Cospan en Cajamarca, en la Cordillera Central de los Andes del Norte (Figura 5.8). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 768760 E y 9164850 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio

de 1600 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-f (Otuzco). Sus coordenadas geográficas son 78°33'52.06'' longitud oeste y 7°32'55.09'' latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se va por la misma vía asfaltada hasta Chicama, posteriormente se toma el desvío por una vía asfaltada hacia el poblado de El Cruce y, finalmente, se llega por una vía afirmada hasta el pueblo de Baños Chimú desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.8).

Cuadro 5.8
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Baños Chimú

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Chicama	35	30 min
Chicama - El Cruce	60	1h 30 min
El Cruce - Baños Chimú	30	2 h
TOTAL:	695	12 h

Marco geológico

Regionalmente afloran secuencias sedimentarias correspondientes al Cretáceo inferior. Estas están representadas por las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat del Grupo Goyllarisquiza, y la Formación Inca-Chúlec. La litología de las cuatro primeras formaciones indica una alternancia de facies marinas y continentales, y la última un ambiente marino.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 12 y Mapa 13):

Formación Chimú (Ki-chi)

Se compone de areniscas cuarzosas y cuarcitas de color blanco a gris claro, raras veces oscuras y con tonalidades rojizas por intemperismo; contienen intercalaciones de lutitas negras y limolitas con niveles de limonitas y goethitas (Fotografía 5.40).

Formación Santa-Carhuaz (Ki-saca)

Tiene dos facies: una cuarcitas grises más finamente laminadas al tope, probablemente, afectadas por dinamometamorfismo y otra de limolitas gris-amarillentas u oscuras, intercaladas con lutitas arenosas friables de color gris negruzco en capas delgadas (Fotografía 5.41).

Formación Farrat (Ki-fa)

Se compone de areniscas cuarcíticas de color blanco, crema o gris, de grano medio a fino con formas subredondeadas y bien estratificadas en bancos gruesos; subordinadamente, tienen intercalaciones de capas delgadas de lutitas. En algunos lugares se observan las cuarcitas con dinometamorfismo (Fotografía 5.42), estratificación cruzada y marcas de oleaje.

Formación Inca-Chulec (Ki-ich)

Es una intercalación de calizas, lutitas calcáreas, margas y lutitas ferruginosas que dan en superficie un matiz crema-amarillento con evidente acción de limonitización e intemperismo.

Depósitos cuaternarios (Q-al/fl/co)

Consisten principalmente de depósitos aluviales que constituyen el relleno del fondo de los valles y terrazas marinas, depósitos fluviales de gravas, arenas y limos, que rellenan algunas depresiones de

la topografía y depósitos coluviales compuesto de gravas y bloques depositados por gravedad.

Rocas intrusivas

En el área de estudio no se han reconocido afloramientos de cuerpos intrusivos, pero fuera del área de estudio se identificaron diques y sills de composición pórfido dacítico de grano medio, que intruyen las lutitas y cuarcitas de la formación Santa-Carhuaz.

Geología estructural

La estratificación de las secuencias sedimentarias tiene una orientación preferente NO-SE con buzamientos variables de 40° a 80° al NE (Fotografía 5.43). Estas a su vez, en algunos sectores, son cortadas por venillas de cuarzo con orientación preferente NE-SO con buzamientos variables de 40° a 70° al NO. En toda el área de estudio es común encontrar estratos invertidos, así como zonas de pliegues tumbados en las areniscas, limolitas y lutitas de las formaciones Farrat y Santa-Carhuaz (Fotografía 5.44).

Geología económica

La mineralización económica se manifiesta en forma de venillas de cuarzo lechoso-óxidos de hierro de hasta 5 mm, de dirección NE-SO, que cortan transversalmente los estratos de areniscas cuarcíticas de grano fino.

La alteración hidrotermal predominante es la silicificación que se encuentra asociada a la presencia de venillas de sílice en las areniscas cuarcíticas (Fotografía 5.45), y una leve propilitización y argilización muy puntual en algunos niveles lutáceos.

Pátinas de óxidos de hierro como hematita, goethita y limonitas rellenan fracturas y diseminado, también, como producto de la actividad supérgena, cuarzo lechoso en venillas, trazas de pirita finamente diseminada. Se ha reconocido una veta de baritina emplazada en las areniscas cuarzosas de la formación Chimú, intercaladas de niveles limosos de goethita-limonita asociados en una matriz de relleno de falla. También, asociado tenemos presencia de rutilo y escasos cristales de pirita.

Sin embargo, se han reconocido cristales de piritas esqueléticas en los sill de las inmediaciones del área de estudio con sericitización y argilización.

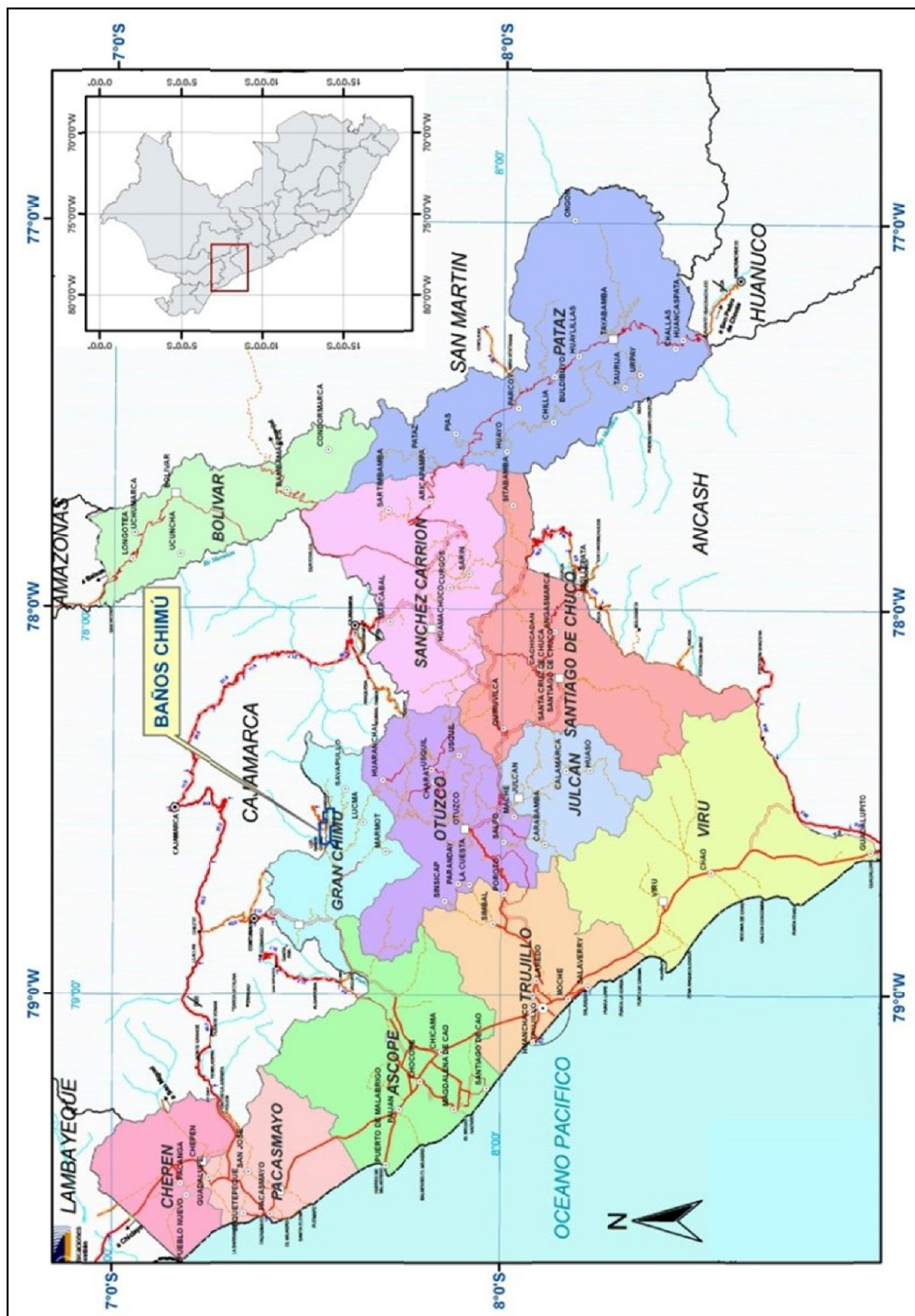


Figura 5.8 Mapa de ubicación de Baños Chimú.



Fotografía 5.40 Cuarzitas gris claros de la Formación Chimú en estratos tabulares casi horizontales.



Fotografía 5.41 Nivel inferior de la Formación Santa-Carhuaz compuesto de lutitas intercalado con areniscas en la quebrada Higuero.



Fotografía 5.42 Cuarcitas de la Formación Farrat presentado estructuras producto de un dinometamorfismo en la quebrada Simbrón.



Fotografía 5.43 Cuarcita gris pardo de grano fino en estratos de 15 cm intercalado con limolitas oscuras. Cortado por venillas de sílice de hasta 1 mm (Estratificación: N310°/50°NE).



Fotografía 5.44 Pliegues tumbados en las areniscas intercaladas con limolitas (16f-R-014; coord.: 9164252, 768267) de la Formación Santa-Carhuaz en la quebrada Simbrón.



Fotografía 5.45 Estructuras silíceas (16f-M-024; coord.: 9164358, 768290) en las areniscas de la Formación Farrat, cerca de eje anticlinorio tumbado de la quebrada Simbrón.

9) ÓRGANOS

Órganos se ubica en la parte norte del departamento de La Libertad, provincia de Chepén, distrito de Pacanga, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.9). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 679712 E y 9219147 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 800 m.s.n.m. en la hoja topográfica 15-e (Chepén). Sus coordenadas geográficas son 79°22'22.53" longitud oeste y 7°3'41.13" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego, por la misma vía asfaltada, se va hasta Chepén; posteriormente, se sigue por una vía asfaltada hasta tomar el desvío por una trocha carrozable hacia la zona de estudio (Cuadro 5.9).

Marco geológico

Las rocas más antiguas están representadas por las secuencias clásticas del Cretáceo inferior correspondientes a las formaciones Santa-Carhuaz y Farrat. Posteriormente, se depositaron las secuencias de ambiente marino de las formaciones Inca-Chúlec. La actividad volcánica fue intensa durante el Terciario y está representada por las dacitas y andesitas del Volcánico Llama (Grupo Calipuy). Después, aconteció el emplazamiento de la mayoría de los cuerpos intrusivos y subvolcánicos Terciarios. Finalmente, se acumularon por acción fluvial en las partes bajas una serie de materiales aluviales como depósitos cuaternarios.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 14):

Formación Santa-Carhuaz (Ki-saca)

Está constituida por areniscas cuarzosas de estratos finos hacia el techo y limolitas gris claras, amarillentas u oscuras, en los niveles inferiores (Fotografía 5.46).

Formación Farrat (Ki-fa)

Se compone de areniscas cuarcíticas de color blanco, crema o gris, de grano medio a fino con formas subredondeadas y bien estratificadas en bancos gruesos, subordinadamente tienen intercalaciones de capas delgadas de lutitas (Fotografía 5.47).

Formación Inca-Chúlec (Ki-ich)

Intercalación de calizas intramicríticas, lutitas calcáreas y margas, con niveles ferruginosos, dando en superficie un matiz crema amarillento con evidente acción de limonitización e intemperismo.

Formación Llama (Grupo Calipuy) (Ti-vii)

Secuencia de andesitas, brechas piroclásticas, tobas y niveles de areniscas calcáreas y calizas.

Depósitos cuaternarios (Q-al)

Consiste en depósitos aluviales que se encuentran a lo largo del fondo y laderas de los valles principales, formando el relleno del cauce y terrazas: gravas, arenas y limos moderadamente compactados.

Cuadro 5.9
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Órganos

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Chepén	135	1 h 45 min
Chepén - Órganos	25	35 min
TOTAL:	730	10 h 20 min

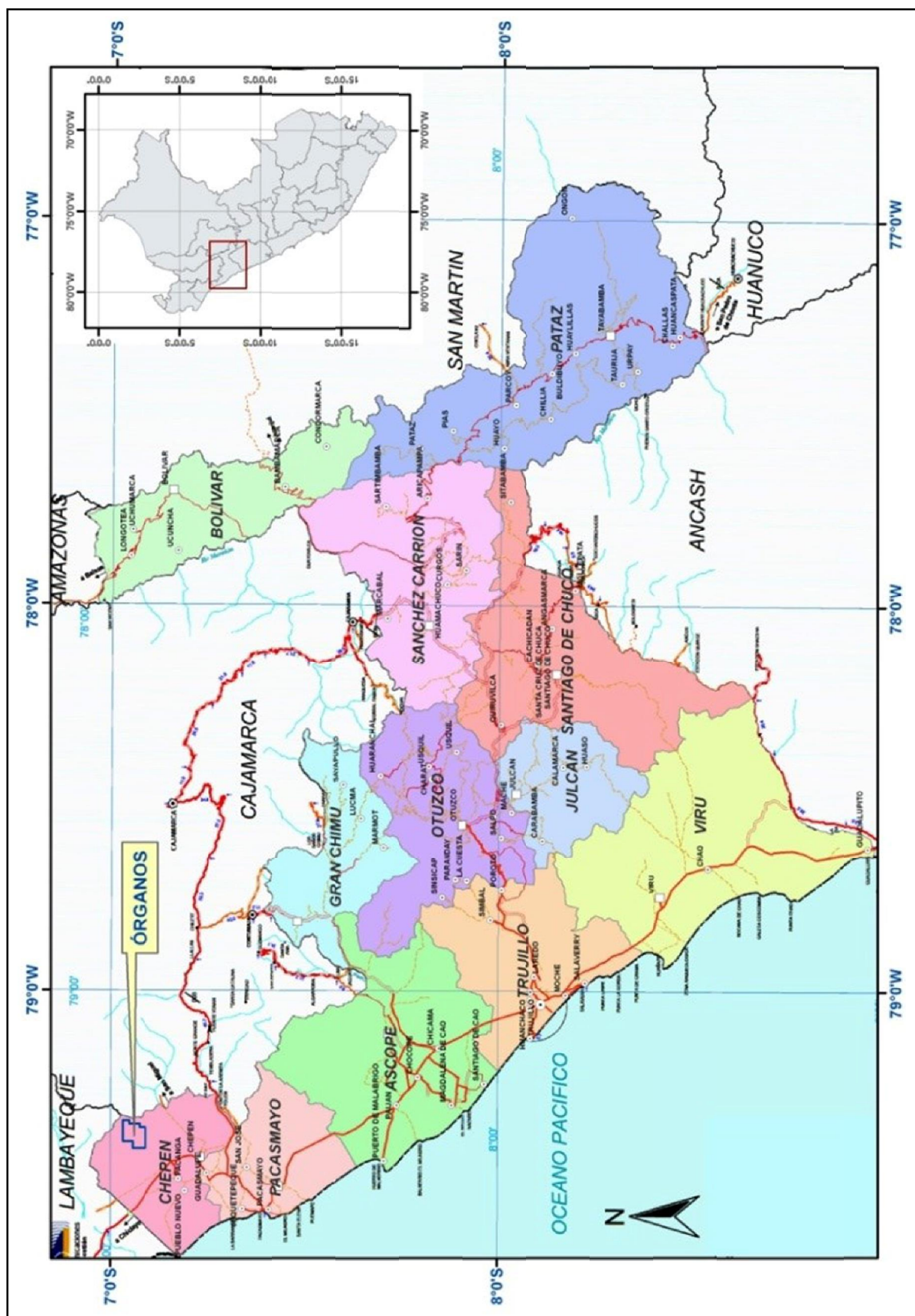


Figura 5.9 Mapa de ubicación de Órganos.

Rocas intrusivas

Granodiorita (KTi-gd)

En el área los cuerpos intrusivos están representados por extensos afloramientos de granodiorita perteneciente al Batolito de la Costa de edad Cretáceo-Terciario inferior.

Pórfido cuarcífero (KTi-pc)

También, en el área aflora un *stock* pórfido cuarcífero también Cretáceo-Terciario inferior. Además, se tienen diques más jóvenes de andesitas porfíricas con epidota y sericita, que intruyen a los cuerpos intrusivos antes mencionados.

Geología estructural

En el área se han reconocido diques de andesita porfírica con epidota y sericita de orientación preferente NNO y NNE y diques afaníticos de débil sericitización que intruyen los afloramientos de granodiorita y pórfido cuarcífero. La potencia de los diques varía desde varios centímetros hasta los 3 m. También, estos diques andesíticos afaníticos están cortados por venillas de cuarzo.

Geología económica

La mineralización de interés está presente en forma diseminada en las areniscas silicificadas de las formaciones Farrat y Santa-Carhuaz.

La alteración hidrotermal que más se reconoció fue la silicificación y muy puntualmente la argilización de las secuencias areniscosas de la Formación Farrat. La alteración supérgena de las rocas es la más extendida en la zona. Los minerales económicos se presentan como pátinas de óxidos de hierro acompañando las zonas alteradas, y en forma de relleno de fracturas y diseminado, y que han dado valores de 17 ppb de oro (15e-R-006) en las areniscas de Formación Santa-Carhuaz.

Los óxidos más frecuentes son la goethita, la jarosita y la hematita como pátinas, en fracturas, y de forma diseminada en las secuencias clásticas del Cretáceo inferior y en los cuerpos intrusivos. El pórfido cuarcífero presenta cristales de máficos, ojos de cuarzo y una matriz silíceo.



Fotografía 5.46 Limolitas gris-claras amarillentas friables (15e-R-008; coord.: 9219130, 682030) y en finas capas de la Formación Santa-Carhuaz.



Fotografía 5.47 Niveles inferiores de las areniscas de la Formación Farrat en estratos finos en la quebrada Higuero.

10) CRUZ DEL VALLE

Cruz del Valle se ubica en la parte norte del departamento de La Libertad, provincias de Pacasmayo y Ascope, distritos de San Pedro de Lloc y Casagrande, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.10). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 689580 E y 9172875 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 400 m.s.n.m. en las hojas topográficas 15-e (Chepén) y 16-e (Chocope). Sus coordenadas geográficas son 79°16'55.27" longitud oeste y 7°28'46.15" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se va por la misma vía asfaltada hasta San Pedro de Lloc; posteriormente, se toma por una vía asfaltada hasta tomar el desvío por una trocha carrozable hasta la zona de estudio (Cuadro 5.10).

Marco geológico

Las rocas más antiguas están representadas por las limoarcillitas y areniscas del Grupo Mitu del Paleozoico superior; luego, durante el Jurásico superior aconteció una transgresión marina, donde se

depositaron las secuencias pelíticas de la Formación Chicama. Casi simultáneamente aconteció una actividad volcánica consistente en flujos de ceniza y líticos de los Volcánicos Oyotún. Luego, se depositaron las secuencias silicoclásticas de la Formación Chimú durante el Cretáceo inferior. Después, aconteció el emplazamiento de la mayoría de los cuerpos intrusivos y subvolcánicos terciarios. Finalmente, se acumularon en las partes bajas una serie de materiales aluviales como depósitos cuaternarios.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 15):

Grupo Mitu (Ps-mi)

En el área de estudio afloran como lutitas rojas friables con intercalaciones de areniscas de grano fino (Fotografía 5.48).

Formación Oyotún (Js-oy)

Lavas andesíticas porfíricas con niveles sericitizados, brechas volcánicas y tobas de ceniza con líticos en bancos medianos o gruesos de composición andesítica de color gris oscuro azulado (Fotografía 5.49) e intercalaciones limolitas.

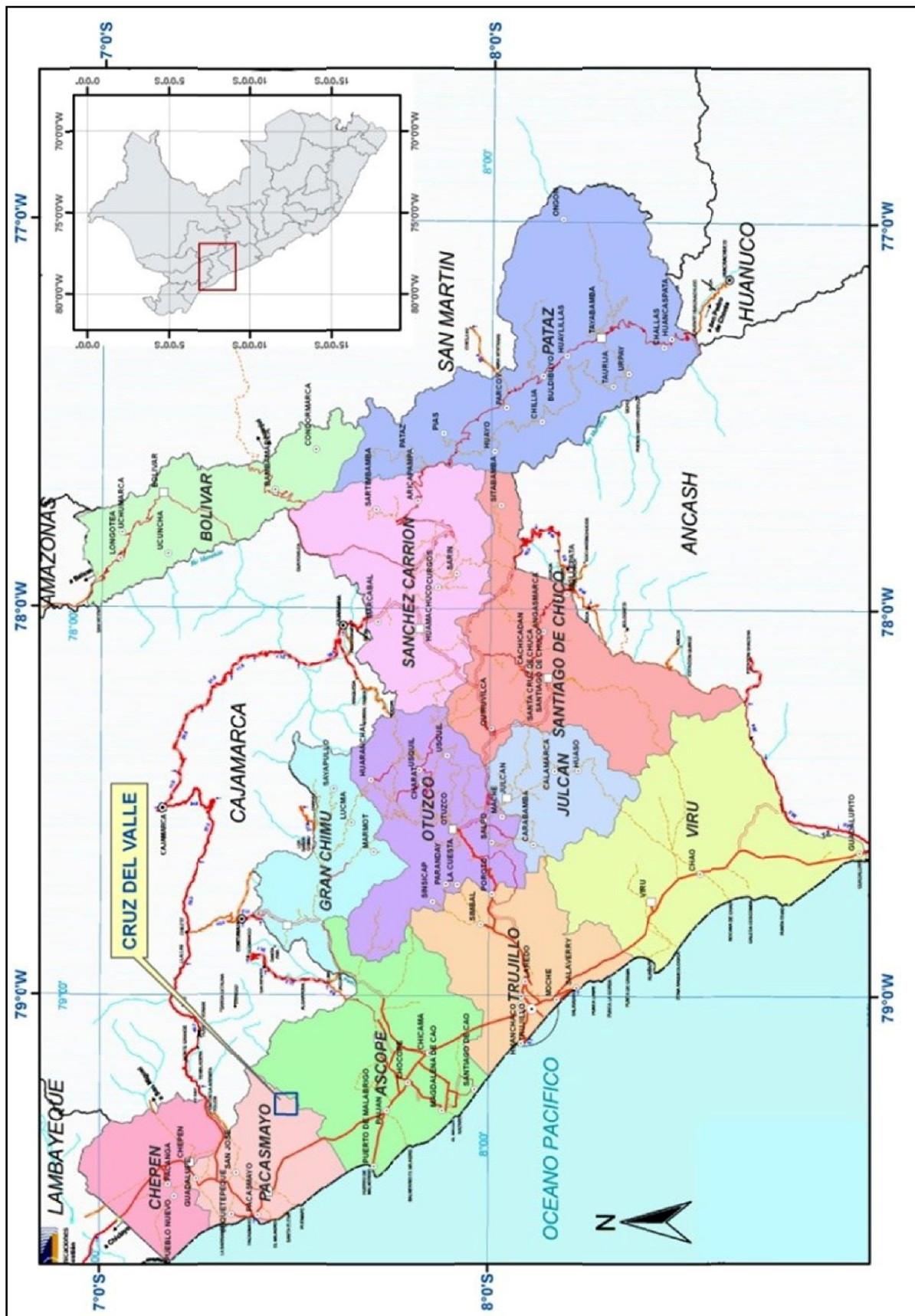


Figura 5.10 Mapa de ubicación.

Cuadro 5.10
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Cruz de Valle

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - San Pedro de Lloc	85	1 h
San Pedro de Lloc - Cruz del Valle	30	40 min
TOTAL:	700	9 h 40 min

Grupo Casma (Ki-ca)

Areniscas cuarzosas y niveles calcáreos.

Formación Chimú (Ki-chi)

Se compone de areniscas cuarzosas y cuarcitas de color blanco a gris claro y, ocasionalmente, oscuras y con tonalidades rojizas por intemperismo, contienen intercalaciones de lutitas negras y limolitas (Fotografía 5.50).

Grupo Calipuy (Ti-vII)

Los volcánicos más occidentales equivalentes al Grupo Calipuy están representados por la Secuencia Talambo.

Secuencia Talambo

Pe-ta/1: Lavas andesíticas porfíricas con algunas tobas líticas de clastos centimétricos.

Pe-ta/2: Tobas de ceniza andesítica, intercalados con niveles de lavas andesíticas.

Depósitos Cuaternarios (Q-al)

Consisten principalmente de depósitos aluviales consistentes en gravas, arenas y limos, que rellenan las depresiones de la topografía y los cauces de quebradas y antiguos ríos.

Rocas intrusivas

En el área afloran cuerpos intrusivos pertenecientes al Batolito de la Costa que varían en su composición, desde una granodiorita

(KTi-gd), monzonita (KTi-mz), sienogranito (KP-sgr) (Fotografía 5.51) e inclusive tonalita.

Geología estructural

En el área se ha identificado una falla normal de rumbo ONO-ESE que pone en contacto los volcánicos Oytún con la Formación Chimú (Fotografía 5.52).

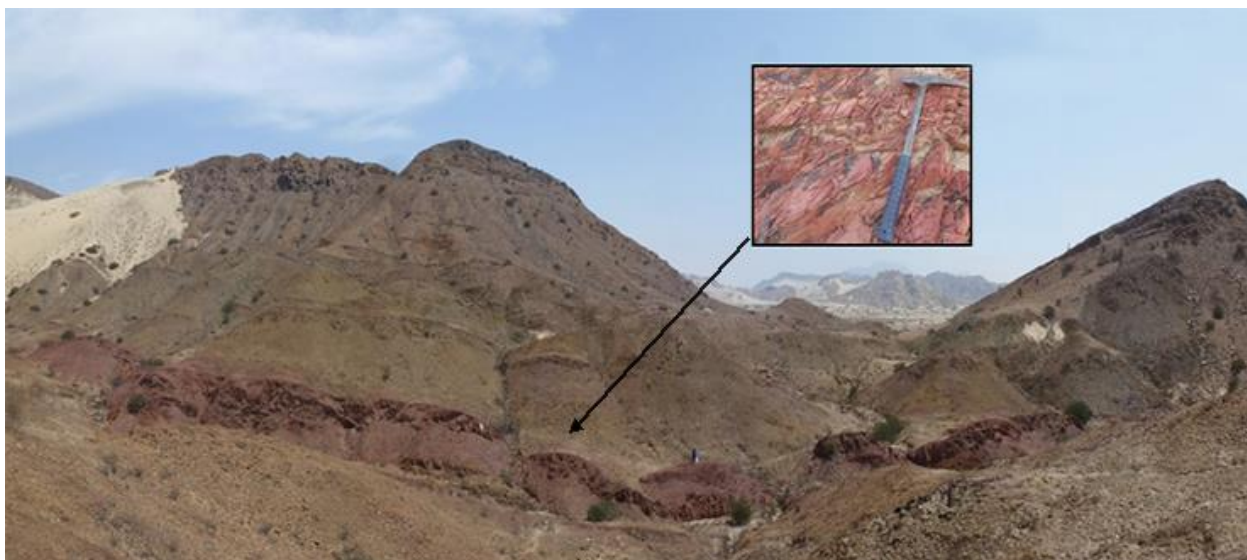
Geología económica

La mineralización se centra de forma diseminada y como relleno de fracturas en las areniscas de la Formación Chimú.

La alteración es muy incipiente en la zona, observándose muy puntualmente silicificación y propilitización débil principalmente en los flujos de lava andesítica porfírica; como rellenos de fractura y en forma diseminada, se encuentran los óxidos que afectan las areniscas de la Formación Chimú.

En las zonas de oxidación se presenta un mayor porcentaje de hematita que de goethita y jarosita en las areniscas de la Formación Chimú (Fotografía 5.53), y donde también se evidenció la presencia de epidota y carbonatos en las zonas propilitizadas. Se reconoció trazas de pirita finamente diseminadas en algunos afloramientos de calizas.

Además, se debe mencionar la presencia de algunos valores anómalos de Cu en más de 600 ppm (15e-R-038).



Fotografía 5.48 Vista panorámica mirando al sur de lutitas rojas (15e-R-033; coord.: 9172204, 691954) del Grupo Mitu debajo de los derrames volcánicos andesíticos del Grupo Oyotún.



Fotografía 5.49 Derrames volcánicos silicificados color gris azulados de composición andesítica de la Formación Oyotún.



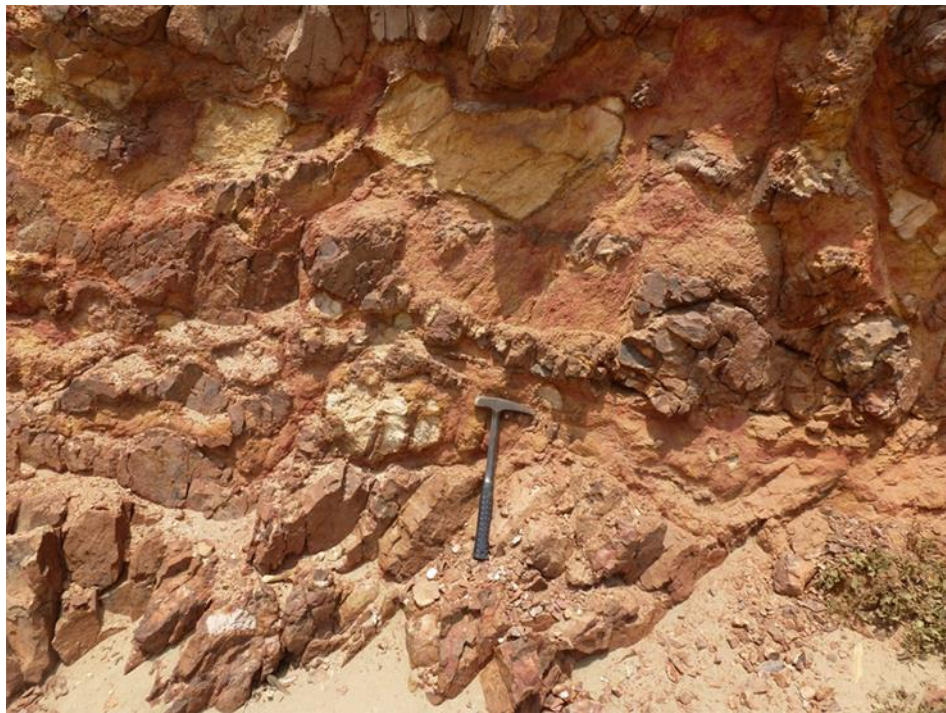
Fotografía 5.50 Areniscas cuarzosas (16e-R-001; coord.: 9170154, 691866) de la Formación Chimú en el cerro Cuatro Picos, rodeado de depósitos eólicos de arenas.



Fotografía 5.51 Monzonita (15e-R-035; coord.: 9175209, 691194) perteneciente al Batolito de la Costa que aflora cerca a la quebrada Caña Brava.



Fotografía 5.52 Secuencias del volcánico Oyotún en contacto con las areniscas Chimú por una falla normal. Se observa atrás de estos un extenso afloramiento de granodiorita perteneciente al Batolito de la Costa.



Fotografía 5.53 Areniscas cuarcíticas disturbadas del Chimú con fuerte oxidación (hematita) diseminado y en fracturas.

11) MITUBAMBA

Mitubamba se ubica en la parte sureste del departamento de La Libertad, provincia de Patate, distrito del Santiago de Challas, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte (Figura 5.11). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 237740 E y 9068717 N, Datum WGS84, zona 18 sur, con una altura promedio de 2800 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-i (Tayabamba). Sus coordenadas geográficas son 77°22'54.12" longitud oeste y 8°25'4.01" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hacia Huamachuco. A continuación, se va por una vía afirmada hasta el poblado de Chagual; posteriormente, por la misma vía se llega hasta Tayabamba y, finalmente, por una trocha carrozable hacia el poblado de Urpay desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.11).

Marco geológico

En el Cretáceo inferior se depositaron en un ambiente continental las areniscas Goyllarisquiza. En el Cretáceo medio hubo un hundimiento y sedimentación de las calizas del Crisnejas-Jumasha; en el Cretáceo superior hubo levantamiento y sedimentación continental de lutitas y areniscas rojas de la Formación Chota.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 16):

Complejo del Maraón (Pe-cm)

Filitas y meta-andesitas que forman el basamento.

Grupo Ambo (Ci-a)

Areniscas, lutitas y conglomerados.

Grupo Goyllarisquiza (Ki-g)

Constituido por areniscas estratificadas grises de grano grueso intercaladas por lutitas gris rojiza que conforman este grupo. Perteneciente al Cretáceo Inferior, por encontrarse en la base de la Formación Crisnejas y sobreyaciendo al Grupo Pucará en discordancia angular.

Formación Jumasha-Crisnejas (KisJ-cr)

Se encuentra en el contorno del flanco oeste del Batolito de Patate; está conformada por una secuencia de calizas intramicriticas, areniscas calcáreas y margas. Esta formación se encuentra en discordancia erosional con la Formación Chota.

Formación Chota (KsP-ch)

Esta formación yace en forma discordante a la Formación Crisnejas constituidos por sedimentos de cobertura de ambiente continental, compuesta de conglomerados areniscas y lutitas de color rojo intenso.

Rocas intrusivas

En el área de estudio afloran tres unidades intrusivas:

Granito gneisificado (Pali-n)

Tiene una probable edad Paleozoico inferior; consiste en un granito de ortosa rosada con cuarzo (Fotografía 5.54), con plagioclasas de extinción ondulante y pequeñas cantidades de hornblenda. Este intrusivo posee una gran extensión, aflorando en el cuadrángulo de Tayabamba y posiblemente se emplazó entre el Ordovícico y Silúrico. Se emplaza a ambos flancos del valle del río Challas, asociado a una grandes fallamientos longitudinales de rumbos NO-SE.

Cuadro 5.11
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Mitubamba

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Huamachuco	180	7 h
Huamachuco - Chagual	170	8 h
Chagual - Tayabamba	100	9 h
Tayabamba - Urpay	15	50 min
Urpay - Mitubamba	20	1 h
TOTAL:	1055	33 h 50 min

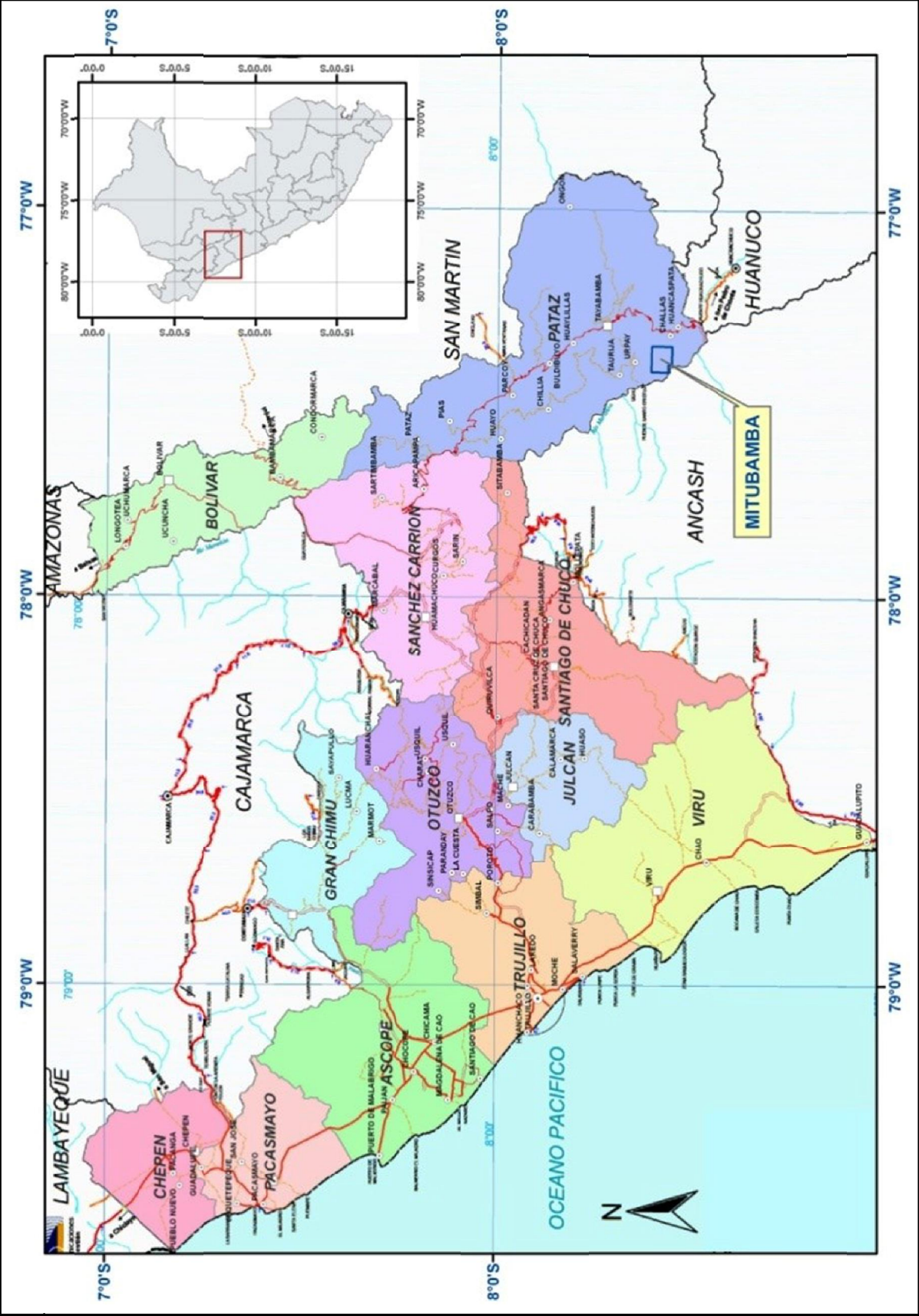


Figura 5.11 Mapa de ubicación de Mitubamba

Intrusivo de Muñancapata (Pals-g)

Es una granodiorita de grano medio aparentemente inalterado con fenocristales de plagioclasas, cuarzo, biotita y escasa hornblenda, equivalente del Batolito de Pataz del Paleozoico superior. Presenta alteración sericitica y propilitica débil.

Intrusivo de Miramar (Pg-gd)

Es un intrusivo de carácter granodiorítico-diorítico, con anfíboles de comportamiento geoquímico diferenciado como intrusivo de intraplaca y con tendencia alcalina (véase Figura 2.7), como otros intrusivos reconocidos en la zona y que son de edad eoceno, según dataciones al NO de la zona de estudio.

Geología estructural

Principalmente, se observaron en el área de estudio sistemas de vetillas de cuarzo asociado a óxidos con rumbo andino NO-SE que cortan a los intrusivos Paleozoicos y a las calizas del Cretáceo.

Geología económica

Es un sistema de vetillas de cuarzo y pirita con rumbo andino N70°O buzamiento entre 50° y 80° al SO.

Entre las alteraciones más comunes está la argilica, principalmente en los halos de alteración de la roca caja de las vetillas. También, es común la alteración supérgena que afecta principalmente a las secuencias calcáreas.

Principalmente, como vetillas milimétricas de cuarzo con óxidos con fina pirita diseminada en aglomeraciones cristalizadas de grano medio, en ocasiones rellenando oquedades que cortan a los intrusivos paleozoicos y a las secuencias calcáreas. Las vetillas alcanzan hasta los 5 mm. Se han encontrado valores de oro de 54 ppb de Au (17i-R-012) en estas vetillas. Óxidos de hierro como goethita, hematita y jarosita rellenan oquedades, en fracturas y en venillas asociadas a cuarzo. También, se observó calcita y malaquita de manera más restringida en algunas vetillas y donde se valores interesantes de Cu de más de 100 ppm (17i-R-011).



Fotografía 5.54 Granito gneisificado (17i-R-011; coord.: 9070468, 240810) de edad Paleozoica.

5.2.2 Zonas de medio a bajo interés prospectivo

1) LA CALERA

La Calera se ubica en la parte sur del departamento de La Libertad, provincia de Virú y distrito del mismo nombre, en la Cordillera Occidental de los Andes del Norte (Figura 5.12).

Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 748751 E y 9084436 N, Datum WGS84, zona 17 sur, con una altura promedio de 500 m.s.n.m. en la hoja topográficas 17-f (Salaverry).

Sus coordenadas geográficas son 78°44'30.23" longitud oeste y 8°16'35.16" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Virú, luego se va por una vía afirmada hacia La Calera desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.12).

Marco geológico

En el área afloran exclusivamente secuencias de piroclásticos, derrames andesíticos y riolíticos de la Formación Casma, que alcanzan un espesor de hasta 1600 m en el valle de Virú.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 17):

Grupo Casma

En el área de estudio se han identificado dos secuencias descritas a continuación:

Kis-ca/1: Compuesto lavas andesíticas porfíricas (Fotografía 5.55) con anfíboles con sericita, argilizadas y propilitizadas además de presencia de amígdalas, con numerosas venillas de calcita.

Kis-ca/2: Tobas líticas y de cristales de composición dacítica y andesítica de color verde con numerosas vetillas de calcita

intercaladas de lavas andesíticas vesiculares, con relleno de calcita, clorita y piroxenos (Fotografía 5.56).

Depósitos cuaternarios (Q-al)

Consisten principalmente de depósitos aluviales consistentes en gravas, arenas y limos que rellenan las depresiones de la topografía, y los cauces de quebradas y antiguos ríos.

Rocas intrusivas

En el área de estudio no se identificaron cuerpos intrusivos que corten los volcánicos Casma, aunque regionalmente se conoce que estos son cortados por diques andesíticos y aplíticos, así como de sills dacíticos.

Geología estructural

Se observaron en la zona numerosas vetas de calcita (Fotografía 5.57) de orientación preferente NE-SO, que cortan las secuencias de tobas volcánicas de cristales del Grupo Casma (Kis-ca/2). También, se identificó una falla normal de dirección NNO-SSE que pone en contacto la toba de cristales con los flujos de lava andesítico.

Geología económica

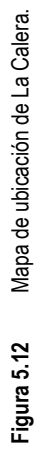
La mineralización económica está en forma diseminada en las lavas andesíticas de la secuencia Kis-ca/2. La alteración hidrotermal más prominente en toda el área es la propilítica con ensambles característicos de cuarzo-clorita-calcita, que varía desde leve a intensa en algunos sectores, y presenta pirita cristalizada muy fina diseminada.

Los óxidos de cobre y de hierro diseminados en las lavas andesíticas; también, se presentan como microvenillas.

Se observó la presencia de óxidos de hierro como hematita y goethita de forma diseminada y en venillas, sulfuros en trazas como calcopirita y pirita (Fotografía 5.58), ensamble de cuarzo-clorita y calcita en las zonas propilíticas.

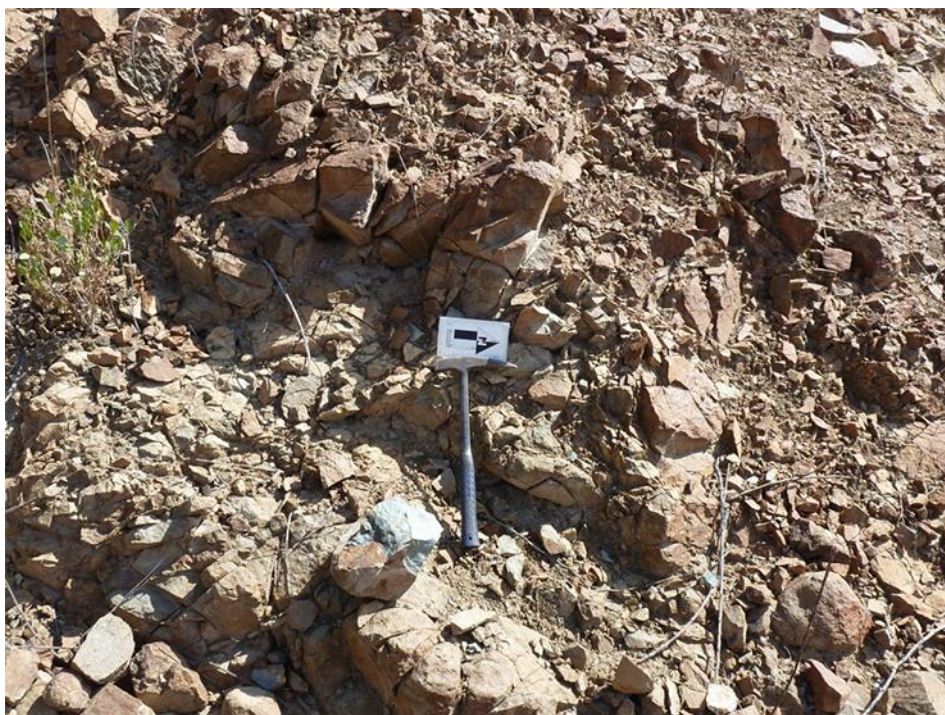
Cuadro 5.12
Acceso y distancia a la zona prospectiva de La Calera

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Virú	520	7 h 30 min
Virú - La Calera	20	35 min
TOTAL:	700	8 h 05 min

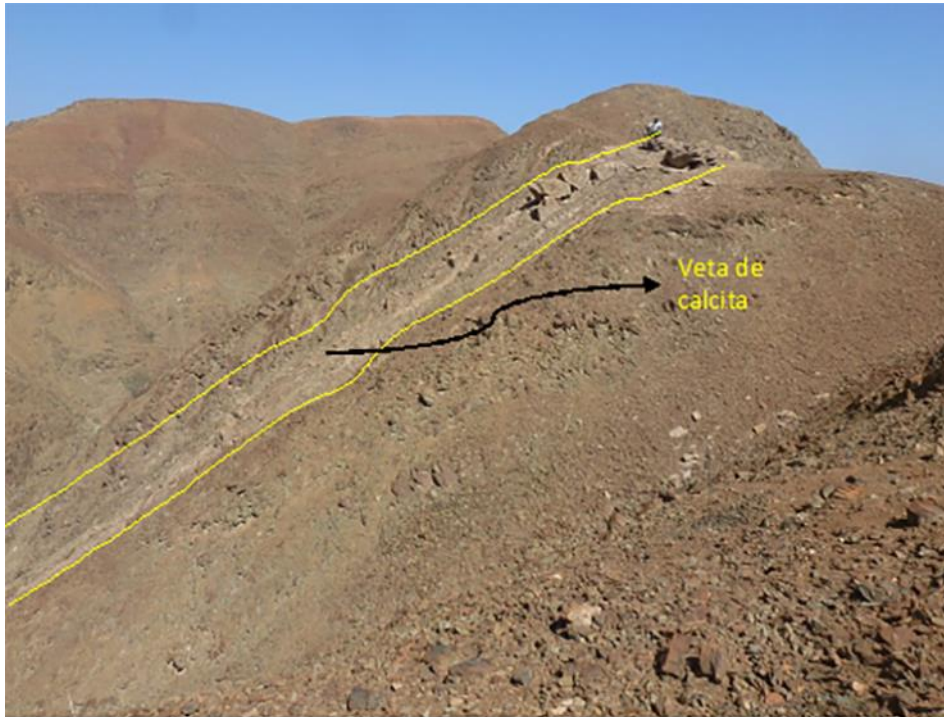




Fotografía 5.55 Lavas andesítica y moderada a fuerte propilitización (17f-R-067; coord.: 9086069, 747065).



Fotografía 5.56 Lavas andesíticas con trazas y microvenillas de clorita. Presenta pirita muy fina diseminada y en microvenillas (17f-R-053; coord.: 9086031, 751553).



Fotografía 5.57 Vista mirando al sur de una veta de calcita (N230°/ 78°NO/ 1.5 m de potencia) cortando las tobas volcánicas de cenizas y cristales.



Fotografía 5.58 Flujos de lava color marrón rojizo con óxidos (hematita, goethita) y sulfuros (pirita, trazas de calcopirita) disseminado y en fracturas.

2) HACIENDA RUCOS

Hacienda Rucos se ubica en la parte sureste del departamento de La Libertad, provincia de Pataz, distritos de Chillia y Taurija, en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte (Figura 5.13). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 227165 E y 9088530 N, Datum WGS84, zona 18 sur, con una altura promedio de 2400 m.s.n.m. en la hoja topográfica 17-i (Tayabamba). Sus coordenadas geográficas son 77°28'35.58" longitud oeste y 8°14'17.30" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego, se pasa por una vía asfaltada hacia Huamachuco. A continuación, se va por una vía afirmada hasta el poblado de Chagual, posteriormente por la misma vía hasta Huaylillas y, finalmente, por una trocha carrozable a la Hacienda Rucos desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.13).

Marco geológico

El contexto geológico regional comprende rocas del Complejo Maraón; está constituido de filitas, esquisto y sericita esquisto; luego, se depositaron las areniscas con argilitas y conglomerados del Grupo Ambo, rocas volcánicas de la Formación Lavasén, constituida de rocas piroclásticas y tobas, intruidos por rocas del Batolito de Pataz, y constituido principalmente de granodiorita, diorita y cuarzdiorita. El batolito está superpuesto por rocas del Grupo Mitu (areniscas, conglomerados), Grupo Pucará (calcáreos y dolomitas), Formación Goyllarisquiza (areniscas y conglomerados blanquecinos), Formación Jumasha-Celendín (calcáreos macizos) y depósitos aluviales, eluviales y recientes.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 18):

Complejo Maraón (Pe-cm)

El Complejo Maraón está subdividido por tres unidades con diferentes grados de metamorfismo, representados en su parte alta por gneiss con muscovita y filitas polideformadas, cortados por diques pegmatíticos en la parte intermedia por meta-volcánicos y la base por mica esquistos (Wilson & Reyes, 1964) con cloritas y biotitas.

Grupo Ambo (Ci-a)

Conformado en su mayoría por rocas de ambientes fluviales deltaicos que consisten en arcillitas, areniscas, lutitas y conglomerados negro-marrón en capas delgadas a medianas. Este grupo no es observado en el área a gran escala.

Grupo Mitu (Ps-m)

Litológicamente está compuesto por areniscas y conglomerados rojo oscuro, también secuencias de lavas andesíticas porfíricas.

Grupo Pucará (TrJi-p)

Grupo compuesto de calizas de color gris claro a gris oscuro, las cuales presentan niveles marmolizados; así como lutitas y margas que fueron ocasionadas por una transgresión marina regional. Sobreyace en discordancia erosional al Grupo Mitu e infrayace al Grupo Goyllarisquiza en discordancia angular.

Grupo Goyllarisquiza (Ki-g)

Constituido por areniscas estratificadas grises de grano grueso a conglomerádico intercaladas por lutitas grises.

Cuadro 5.13
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Hacienda Rucos

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Huamachuco	180	7 h
Huamachuco - Chagual	170	8 h
Chagual - Huaylillas	70	7 h
Huaylillas - Hacienda Rucos	30	2 h
TOTAL:	1020	32 h



Formación Jumasha-Celendín (Ki-jc)

Está conformada por una secuencia de calizas, areniscas calcáreas y margas.

Depósitos cuaternarios (Q)

Sobreyaciendo a todas las unidades descritas, se encuentra depósitos cuaternarios como los fluvioglaciares y aluviales. Existen en la zona de estudio abundantes terrazas de travertino prominentes que cubren extensas áreas.

Rocas intrusivas

En el área de estudio no se registró la presencia de cuerpos intrusivos importantes.

Geología estructural

Lo que más destaca en el sector SO es la presencia de una gran falla de rumbo NE-SO, que es truncada por una falla inversa en el sector de Puente y que toma un rumbo andino NO-SE.

Además, tenemos familias de diques pegmatíticos con rumbo NE-SO y buzamiento de 40°-60° al SE que intruyen al gneis del Complejo Maraón. También, venillas y vetas de rumbo andino NO-SE, buzando al NE.

Geología económica

La mineralización económica estaría como óxidos en relleno de fracturas y en vetillas. No se ha reconocido alteraciones predominantes en la zona de estudio como venillas de cuarzo-óxidos con rumbo andino NO-SE y buzamiento de 30°-80° al NE; óxidos de hierro como goethita, hematita y jarosita relleno oquedades, en fracturas y en venillas asociadas a cuarzo. También, se observó calcita como vetillas en las secuencias calcáreas. Además, los niveles marmolizados indicarían la presencia de un cuerpo intrusivo en las inmediaciones de la falla regional de Puente.

Algunos clastos y líticos de sílice con clorita (Fotografía 5.59) del conglomerado del Grupo Mitu han dado valores aproximados entre 3-5 ppm de U (17i-R-019 y 17i-M-021).



Fotografía 5.59 Clastos y líticos de sílice con clorita (17i-M-021; coord.: 9088210, 229306) del conglomerado del Grupo Mitu.

3) MARAIBAMBA

Maraibamba se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Sánchez Carrión, distrito de Marcabal, en la Cordillera Central de los Andes del Norte (Figura 5.14). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 180725E y 9152410 N, Datum WGS84, zona 18 sur, con una altura promedio de 2500 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-h (Pataz). Sus coordenadas geográficas son 77°53'37.32" longitud oeste y 7°39'29.63" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hacia Huamachuco y, finalmente, por una vía afirmada hasta el poblado de Maraybamba desde donde es accesible la zona de estudio por una trocha carrozable (Cuadro 5.14).

Marco geológico

Durante el Cretáceo inferior se depositaron en un ambiente continental las areniscas Goyllarisquizga, posteriormente hubo una subsidencia y sedimentación de las calizas y lutitas del Inca-Chúlec-Pariatambo; finalmente, en el Cretáceo superior se depositaron de forma concordante las calizas lutáceas nodulares del Grupo Pulluicana.

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 19):

Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Constituido por areniscas estratificadas grises de grano grueso a conglomerádico intercaladas por lutitas gris.

Formación Inca-Chúlec-Pariatambo (Ki-ichupt)

La Formación Inca consiste en limolitas ferruginosas, mientras que las formaciones Chúlec y Pariatambo representan formaciones

calcáreas. Caracterizan a la Formación Chúlec, calizas micríticas packstone en estratos replegados en capas medianas a delgadas de calizas, margas y arcillitas calcáreas y son las predominantes en la zona de estudio. La Formación Pariatambo consiste en margas y arcillitas negras, con intercalaciones de calizas.

Grupo Pulluicana (Ks-p)

Secuencia calcárea, constituida principalmente de calizas esparítica gris compacta lutáceas nodulares, compactas con presencia de restos fósiles.

Rocas intrusivas

No se ha registrado la presencia de rocas intrusivas en el área de estudio.

Geología estructural

Las calizas lutáceas tienen un azimut promedio de N175° con buzamiento de 30°-50° al SO, y las calizas micríticas una orientación preferente NO-SE buzando de 50°-70° al NE.

Se ha reconocido en la zona grandes fallas regionales de rumbo N-S, dos inversas reconocidas como las fallas Anas y Cashahuete, y una falla normal a la altura de Curgos.

Geología económica

La mineralización está principalmente como vetillas milimétricas de óxidos que cortan a las secuencias calcáreas. Las vetillas alcanzan hasta un 1 mm de grosor, óxidos de hierro como goethita, hematita y jarosita diseminada, en fracturas y en venillas asociadas a calcita.

No hay alteraciones hidrotermales evidentes, más solo de alteraciones supérgenas por meteorización.

Cuadro 5.14
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Maraibamba

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Huamachuco	180	7 h
Huamachuco - Maraybamba	45	2h 30 min
TOTAL:	795	17h 30 min

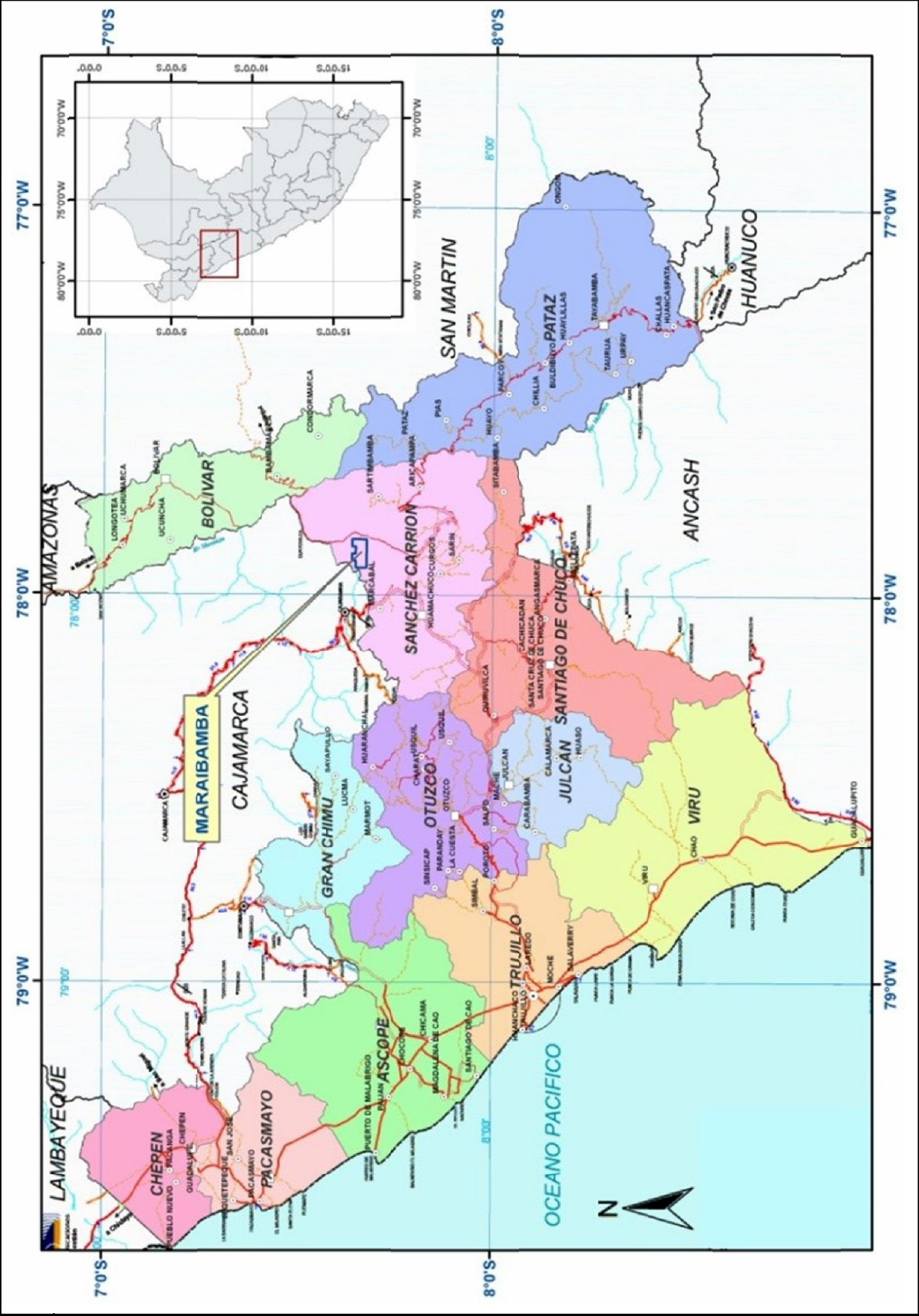


Figura 5.14 Mapa de ubicación de Marabamba

4) MARCABAL

Marcabal se ubica en la parte central del departamento de La Libertad, provincia de Sánchez Carrión, distrito de Sartimbamba, en la Cordillera Central de los Andes del Norte (Figura 5.15). Las coordenadas centrales UTM del área de interés son 189990 E y 9164555 N, Datum WGS84, zona 18 sur, con una altura promedio de 2600 m.s.n.m. en la hoja topográfica 16-h (Pataz). Sus coordenadas geográficas son 77°48'32.70" longitud oeste y 7°32'56.61" latitud sur.

El área de interés es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte hasta Trujillo; luego se pasa por una vía asfaltada hacia Huamachuco y, finalmente, por una vía afirmada hasta el poblado de Marcabal desde donde es accesible la zona de estudio por una trocha carrozable (Cuadro 5.15).

Marco geológico

El contexto geológico regional comprende un basamento Paleozoico formado por las rocas del Grupo Mitu (areniscas, conglomerados); luego, en el Triásico-Jurásico inferior, aconteció una transgresión marina representada por el Grupo Pucará (calcáreos y dolomitas); posteriormente, se depositaron secuencias continentales de la Formación Goyllarisquizga (areniscas y conglomerados blanquecinos); finalmente, se depositó la Formación Crisnejas (calcáreos macizos).

Estratigrafía

Estratigráficamente tenemos (Mapa 20):

Grupo Mitu (Ps-m)

Litológicamente, está compuesto por areniscas y conglomerados rojo oscuro, también secuencias volcánicas y limolitas rojas.

Grupo Pucará (TrJi-p)

Grupo compuesto de calizas micriticas mudstones de color gris claro a gris oscuro, lutitas y margas que fueron ocasionada por una transgresión marina regional.

Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

Constituido por areniscas cuarzosas, subangulosas, sacaroide, de grano fino laminar blanca estratificadas grises de grano grueso a conglomerádico intercaladas por lutitas gris.

Formación Crisnejas (Ki-cr)

Está conformada por una secuencia de calizas biomicriticas en wackstone, areniscas calcáreas y margas.

Formación Rosa (Ki-r)

Secuencia sedimentaria continental que litológicamente está compuesta de conglomerados y areniscas rojizas.

Depósitos cuaternarios (Q)

Los depósitos recientes generalmente están conformados por materiales provenientes de la erosión ocasionada a las rocas preexistentes en forma de depósitos aluviales. También, existen depósitos eluviales y coluviales producto de la descomposición *in situ* de las rocas.

Rocas intrusivas

No se ha registrado la presencia de rocas intrusivas en el área de estudio.

Geología estructural

Las secuencias sedimentarias tienen una orientación preferente NE-SO con buzamientos variables al NO. Se identificó una estructura vetiforme (N200°/75°) con óxidos cortando arenisca cuarzosa.

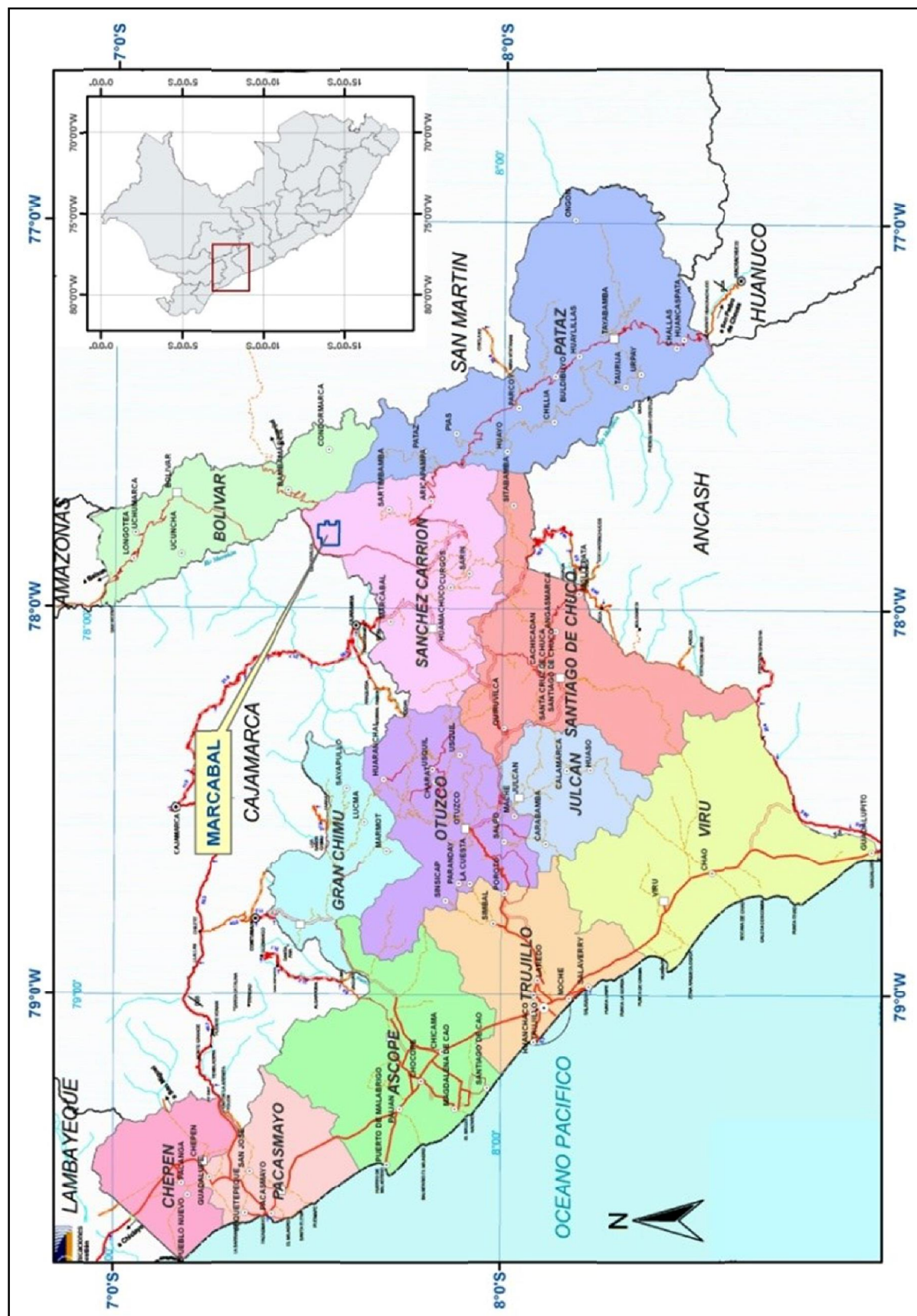
Geología económica

No se ha encontrado alteraciones hidrotermales evidentes, más solo de alteraciones supérgenas por meteorización.

Como rellenos de fractura, en venillas y vetas de goethita, y hematita con cuarzo y venillas de calcita que afectan a las areniscas y calizas cretácicas.

Cuadro 5.15
Acceso y distancia a la zona prospectiva de Marcabal

Acceso	Distancia (km)	Tiempo
Lima - Trujillo	570	8 h
Trujillo - Huamachuco	180	7 h
Huamachuco - Marcabal	60	3 h
TOTAL:	810	18 h



5.3 RESUMEN

En la región La Libertad se estudiaron unas 15 áreas prospectivas por depósitos metálicos, las que se encuentran en: Zonas de muy alto y alto interés prospectivo en número de 11, y Zonas de medio a bajo interés prospectivo en número de 4, que se resumen en el cuadro 5.16.

En este cuadro, las zonas de estudio están numeradas en orden de importancia; se indica su área que en conjunto comprende 588.32 km². Esto representa el 2.3% del área total de la región La Libertad.

El valor geoquímico anómalo para elementos base es bajo de alrededor de los 100 ppm. Para el oro es de más de 10 ppb.

Cuadro 5.16
Zonas de interés prospectivo estudiadas

No.	Zona de estudio	Área (km ²)	Interés prospectivo	Elemento anómalo
1	Paybal	25	Muy alto-alto	Sr, Zn
2	Pampa grande	79	Muy alto-alto	Au, Zn
3	Campo alegre	35	Muy alto-alto	Sr, Zn
4	Vira vira	39.9	Muy alto-alto	Zn
5	San José	17	Muy alto-alto	Au, Zn
6	Alto del zorzal	31.1	Muy alto-alto	Zn
7	Calamarca	68	Muy alto-alto	Zn
8	Baños chimú	30.1	Muy alto-alto	Cu, Pb
9	Órganos	39.8	Muy alto-alto	Au, Zn
10	Cruz del valle	37.42	Muy alto-alto	Cu, Zn
11	Mitubamba	41.3	Muy alto-alto	Au, Cu
12	La calera	28.5	Medio a bajo	Cu, Zn
13	Hacienda rucos	38.9	Medio a bajo	U
14	Maraibamba	41.3	Medio a bajo	Zn
15	Marcabal	36	Medio a bajo	

CONCLUSIONES

- Las 15 zonas estudiadas se agruparon en dos tipos: Zonas de muy alto y alto interés prospectivo (11), buenas para futuras prospecciones y recomendadas una más detallada exploración minera y Zonas de medio a bajo interés prospectivo (4).
- De las zonas estudiadas destacan por su mineralización diseminada y su alteración de argilización y silicificación: Paybal, Pampa Grande, Vira Vira, San José, Alto del Zorzal, Calamarca, Órganos, Cruz del Valle, Mitubamba. Se ha reportado pirita diseminada, y marcasita en Pampa Grande, Calamarca, Baños Chimú, Cruz del Valle, en especial en las tobas y luego en las lavas y areniscas. Mientras que las mineralizaciones de óxidos de hierro como goethita, jarosita, hematita diseminado se encuentran en Pampa Grande, Vira Vira, San José, Alto del Zorzal, Calamarca, Cruz del Valle, en las venillas de cuarzo en Baños Chimú y en las vetillas de cuarzo con pirita en Mitubamba.
- Las alteraciones presentes en la región son las siguientes: Paybal presenta cinco zonas de alteración con argilización y silicificación; en Pampa Grande las alteraciones son argilización, silicificación y la propilitización; Alto del Zorzal y Cruz del Valle adicionalmente con propilitización; Órganos y Baños Chimú con silicificaciones. Mientras la mineralización más interesante está representada por piritas en lavas argilizadas de Pampa Grande; piritas secundarias y pirrotitas en tobas de Calamarca; y piritas esqueléticas en los sill de Baños Chimú.
- De esta forma, las más interesantes zonas son: Paybal, con abundantes zonas argilizadas; los valores de oro de 46 ppb en Pampa Grande; valores de 18 ppb de oro en dacitas en San José; las venillas de cuarzo en Vira Vira y Alto del Zorzal y, además, Mitubamba con 54 ppb de oro en vetillas de intrusivo. Mientras que las zonas menos interesantes son Calera, Hacienda Rucos, Maraibamba y Marcabal con escaso valor de oro.
- En base al mapa de potencial elaborado y su análisis, tenemos aproximadamente 0.14% de áreas con potencial minero muy alto, 17.33 % potencial minero alto, 41.01 % potencial minero medio, 28.14% potencial minero bajo y 13.37% de potencial minero muy bajo; por tanto, la región La Libertad tiene un gran potencial para generar nuevos recursos minerales metálicos.
- Las rocas ígneas de la región La Libertad son alcalinas, calcoalcalinas y toleíticas. Las rocas del Carbonífero, del Cenozoico Batolito de la Costa y sus intrusivos miocénicos asociados son intrusivos calcoalcalinos, lo mismo que los volcánicos del Grupo Calipuy. En el Permotriásico, las rocas volcánicas (Grupo Mitu) tienen una tendencia alcalina lo mismo que los cretáceos volcánicos del Grupo Casma, pero con tendencias calcoalcalina.
- Las rocas del Carbonífero son intrusivas granodioritas. En el Permotriásico, las rocas volcánicas (Grupo Mitu) son lavas riolíticas, mientras que los volcánicos del Grupo Casma son basalto andesíticos. Para el Batolito de la Costa, tenemos monzonitas a monzodioritas; mientras que los volcánicos del Grupo Calipuy son andesitas y dacitas. Todas las rocas son metaluminosas, excepto algunos volcánicos del Grupo Calipuy, los granitos del Batolito de Patay y las rocas volcánicas del permotriásico Grupo Mitu.
- Los volcánicos del Grupo Calipuy y los granitos del Batolito de la Costa están relacionados a los elementos Cu-Zn-Pb-Ag (Franjas X, XVIII y XXI-A); los volcánicos del Grupo Calipuy del Eoceno están relacionados a los elementos Cu-Au (Franja XXI); los granitos del Batolito de la Costa están relacionados con los elementos Cu-Mo (Franja X); mientras que las lavas del permotriásico Grupo Mitu se relacionan al Sn (Franja III).

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, J.; Quispe, J.; Santisteban, A. & Acosta, H. (2008) - Épocas metalogenéticas y tipos de yacimientos metálicos en la margen occidental del Sur del Perú: latitudes 14°S - 18°S. (CD-ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 14 & Congreso Latinoamericano de Geología, 13, Lima, 2008. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.
- Acosta, J.; Rivera, R.; Valencia, M.; Chirif, H.; Huanacuni, D., et al. (2009) – Mapa metalogenético del Perú 2009: memoria (en línea), informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 17 p. (consulta: 7 marzo 2016). Disponible en: <http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/469411/2009_Memoria_Mapa_Metalogenico.pdf/3cb6c3b0-9ff9-4b6e-912e-8d01de41eaf4>
- Baker, T. & Lang, J.R. (1999) - Geochemistry of hydrothermal fluids associated with intrusion hosted gold mineralization, Yukon Territory. En: Stanley, C. ed. *Mineral deposits: processes to processing*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1999, tomo 1, p. 17-19.
- Bartos, P.J. (1987) - Quiruvilca, Peru: mineral zoning and timing of wall-rock alteration relative to Cu-Pb-Zn-Ag vein-fill deposition. *Economic Geology*, 82(6): 1431-1452.
- Batchelor, R.A. & Bowden, P. (1985) - Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48(1-4): 43-55.
- Bellido, E. (1974) - Depósitos de hierro en el Perú. *Servicio de Geología y Minería, Geología Económica*, 3, 44 p.
- Broggi, J. (1941) - *Compañía Aurífera Buldibuyo Ltda.*, informe inédito. Lima: Dirección de Minas y Petróleo, 19 p. (Disponible IngemmetA0094)
- Cardona, A. (2006) - *Reconhecimento da evolução tectônica da proto-margem andina do centro-norte peruano, baseada em dados geoquímicos e isotópicos do embasamento da Cordilheira Oriental na região de Huánuco-La Unión*. Tese Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 198 p.
- Carlotto, V.; Jaillard, E.; Carlier, G.; Cárdenas, J.; Cerpa, L., et al. (2005) - Las cuencas terciarias sinorogénicas en el Altiplano y en la Cordillera Occidental del sur del Perú. En: Arce, J., ed. *Alberto Giesecke Matto*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Volumen Especial 6, p. 103-126.
- Carrasco, S.; Sánchez, A. & Galdos, J. (2006) - Petrografía y geoquímica de lavas almohadilladas de posible edad Siluro-Devoniana en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte del Perú: región de Pataz-Balsas. En: Congreso Peruano de Geología, 13, Lima, 2006, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 259-262.
- Chew, D.M.; Schaltegger, U.; Kosler, J.; Fontignie, D.; Spikings, R.A. & Miskovic, A. (2005) - Evolution of the Gondwanan margin of the northern Andes. En: Swiss Geoscience Meeting, 3, Zurich, 2005. *Abstracts*. Zürich: Geoforum, 2 p.
- Chew, D.M.; Kirkland, C.; Schaltegger, U. & Goodhue, R. (2007) - Neoproterozoic glaciation in the Proto-Andes: tectonic implications and global correlation. *Geology*, 35(12): 1095-1098.
- Chirif, L.; Koh, S.M.; Quispe, J.; Chira, J.; Acosta, J., et al. (2007) - Potential evaluation of the mineral deposits in the La Libertad and Ancash Regions, North Peru (en línea), informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico y KIGAM, 28 p. (consulta: 15 noviembre 2013). Disponible en: <http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/472323/2007_InformeTecnico_POI_KIGAM_Quispe/f60edf37-078d-43e0-a56c-1773acc2afc4>
- Cobbing, E.J.; Pitcher, W.S.; Wilson, J.J.; Baldock, J.W.; Taylor, W.P., et al. (1981) - Estudio geológico de la Cordillera Occidental del norte de Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios. Especiales*, 10, 252 p.
- Cossío, A. (1964) - Geología de los cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa. *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 8, 69 p.
- Cossío, A. & Jaén, H. (1967) - Geología de los cuadrángulos de Puemape, Chocope, Otuzco, Trujillo, Salaverry y Santa. *Servicio de Geología y Minería, Boletín* 17, 141 p.
- Cuadrao, N. (1977). - *Estudio geo-económico del área minera de Buldibuyo - Provincia Pataz-Departamento La Libertad*. Tesis Bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 111 p.

- De La Roche, H.; Leterrier, J.; Grandclaude, P. & Marchal, M. (1980) - A classification of volcanic and plutonic rocks using R1R2-diagram and major element analyses – its relationships with current nomenclature. *Chemical Geology*, 29(1-4): 183-210.
- Díaz, G.; Milla, D.; Huayhua, J.; Montoya, A. & Castro, W. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Tocache y Uchiza. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 126, 235 p.
- Guadalupe, E.; Gamarra, B. & Chapoñán, J. (1991) - Mineralización del yacimiento aurífero de Igor. En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima, 1991, *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, t. 1, p. 117-121.
- Guadalupe, E. (1997) - *El oro en óxidos - mina Igor (provincia de Otuzco, departamento de La Libertad)*. Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 124 p.
- Haeberlin, Y.; Moritz, R. & Fontboté, L. (2000) - Fluid inclusion study on mesothermal gold deposits of the Pataz Province (Peru). En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000. *Trabajos Técnicos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 458-466.
- Haeberlin, Y. (2002) - *Geological and structural setting, age, and geochemistry of the orogenic gold deposits at the Pataz Province, Eastern Andean Cordillera, Peru*. Thèse Docteur, Université de Genève, Département de Minéralogie Genève, Terre and Environnement, 36, 182 p.
- Haeberlin, Y.; Moritz, R. & Fontboté, L. (2002) - Paleozoic orogenic gold deposits in the eastern Central Andes and its foreland, South America. *Ore Geology Reviews* 22(1-2): 41-59.
- Haeberlin Y.; Moritz, R.; Fontboté, L. & Cosca, M.A. (2004) - Carboniferous orogenic gold deposits at Pataz, Eastern Andean Cordillera, Peru: geological and structural framework, paragenesis, alteration, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology. *Economic Geology*, 99(1): 73-112.
- Hagemann, S.G. & Cassidy, K.F. (2000) - Archean orogenic lode gold deposits. En: Hagemann, S.G. & Brown, P.E., eds. *Gold in 2000*. Littleton, Colorado: Society of Economic Geologists, Reviews in Economic Geology, 13, p. 9-68.
- Heyl, A.D.V. & Livingston, W. (1998) - The Tres Cruces low sulfidation disseminated gold deposit, La Libertad, La Libertad, Peru. En: Simposium Internacional del Oro, 3, Lima, 1998. *Conferencias*. Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, p. 128-135.
- Heyl, A.D.V. & Livingston, K.W. (2000) - El yacimiento Tres Cruces y la evolución de sus modelos genéticos de geología económica. En: Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, 1, Lima, 1999, *Primer volumen de monografías de yacimientos minerales peruanos: historia, exploración y geología*. Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Lima, p. 61-71.
- Hidalgo, L., Granda, C. & Torpoco, J. (1998) - Controles de mineralización en vetas de oro y características estratigráficas en el Batolito de Pataz - Mina Parcoy, norte del Perú. En: Simposium Internacional del Oro, 3, Lima, 1998. *Conferencias*. Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, p. 412-421.
- Hollister, V.F. & Entwistle, L.P. (1977) - The Milluachaqui epithermal silver district of northern Peru. *Mineralium Deposita*, 12(2): 235-238
- Hoyos, D. (2003) - *Vetas auríferas en el segmento norte del Batolito de Pataz*, informe inédito y diapositiva. Lima: Compañía Minera Poderosa. Presentado en el XXII Curso Internacional de Postgrado en Metalogenia UNESCO-SEG, Quito, Ecuador.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (2006) - *Tocache hacia el desarrollo sostenible... Zonificación ecológica y económica*. Tocache: PRODATU, IIAP, Municipalidad Provincial de Tocache, 143 p. (consulta: 15 octubre 2013). Disponible en: <<http://190.187.112.98/webiiap/cdpublicaciones2011/documentos/pdf/libros/19.pdf>>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (1989) - *Proyecto de estudio geológico del Batolito Pataz-Buldibuyo y de la mineralización aurífera asociada*, Informe inédito. Lima: Ingemmet, División de Investigaciones Geológicas, 10 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (1995) - Geología del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 55, 177 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2013) - Manual de evaluación de recursos y potencial minero. Lima: Ingemmet, Dirección de Recursos Minerales y Energéticos 82 p.
- Jongmans, W.J. (1954) - The Carboniferous flora of Peru. *Bulletin British Museum (Natural History), Geology Series*, 2(5): 191-223.
- Kents, P. (1956) - Reconocimiento geológico de la región del Alto Maraón. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (30): 211-216.
- Kihien, A. (1997) - La franja de oro-cobre del norte del Perú. En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997,

- Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, Lima, p. 51-56.
- Lang, J.R. & Baker, T. (2001) - Intrusion-related gold systems: the present level of understanding. *Mineralium Deposita*, 36(6): 477-489.
- Le Maître, R.W., ed. (1989) - *A classification of igneous rocks and glossary of terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommision on the Systematics of Igneous Rocks*. Oxford: Blackwell, 193 p.
- MacFarlane, A.W.; Tosdal, R.M.; Vidal, C. & Paredes, J. (1999) - Geologic and isotopic constraints on the age and origin of auriferous quartz veins in the Parcoy mining district, Pataz, Peru. En: Skinner, B.J. ed. *Geology and ore deposits of the Central Andes*. Littleton, Colorado: Society of Economic Geologists, Special Publication, 7, p. 267-279.
- McCuaig, T.C. & Kerrich, R. (1998) - P-T-t- deformation - fluid characteristics of lode gold deposits: evidence from alteration systematics. *Ore Geology Reviews*, 12(6): 381-453.
- McLaughlin, D.H. (1924) - Geology and physiography of the Peruvian Cordillera. Departments of Junin and Lima. *Geological Society of America Bulletin*, 35(3): 591-632.
- Maque, A. (2007) - *Evaluación y clasificación de recursos minerales en la veta Milagros de la mina Parcoy, provincia de Pataz departamento de la Libertad*. Tesis Ingeniero Geólogo, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 170 p.
- Medina, L.; Luque, G. & Pari, W. (2012) - Riesgo geológico en la región La Libertad. *INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, 50, 238 p.
- Mégard, F. (1978) - *Étude géologique des Andes du Pérou Central, contribution a l'étude géologique des Andes N 1*. Paris: Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, 310 p. Mémoires ORSTOM, 86.
- Mégard, F. (1987) - Structure and evolution of the Peruvian Andes. En: Schaer, J.P. & Rodgers, J., eds. *The anatomy of mountain ranges*. Princeton, NJ: Princeton University Press, p. 179-210.
- Misković, A. (2009) - Magmatic Evolution of the Peruvian Eastern Cordilleran Intrusive belt: Insights into the growth of continental crust and tectonism along the proto-Andean Western Gondwana. Thèse Docteur, Université de Genève, Section des Sciences de la Terre, Genève, 267 p.
- Montoya, D. (2008) - Geología del depósito aurífero Santa Rosa. En: Congreso Nacional de Minería, 7, Trujillo, 2008. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. Capítulos de Ingeniería de Minas, Geológica y Metalúrgica, 8 p.
- Navarro, P.; Rivera, M. & Monge, R. (2010) - Geología y metalogenia del Grupo Calipuy (Volcanismo Cenozoico) segmento Santiago de Chuco, norte del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales*, 28, 202 p.
- Newell, N.D.; Chronic, J. & Roberts, T.G. (1953) - *Upper Paleozoic of Peru*. New York: Geological Society of America, 276 p. Memoir 58.
- Noble, D.C. & McKee, E.H. (1999) - The Miocene metallogenic belt of central and northern Peru. En: Skinner, B.J., ed. *Geology and ore deposits of the Central Andes*. Littleton, CO: Society of Economic Geologists, Special Publication 7, p. 155-193.
- Pitcher, W.S.; Atherton, M.P.; Cobbing, E.J. & Beckinsale, R.D., eds. (1985) - *Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes*. Glasgow: Blackie, 329 p.
- Pool, A. (1999) - Posibilidades mineras en Buldibuyo. *Minería*, (262): 27-29.
- Quispe, J.; Carlotto, V.; Rodríguez, R. & Huanacuni, D. (2007) - *Informe sobre la metalogenia del Perú Central-Norte*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 31 p.
- Quispe, J.; Carlotto, V.; Acosta, J.; Macharé, J.; Chirif, H., et al. (2008) - Mapa metalogenético del Perú 2008 (CD ROM). En: Congreso Peruano de Geología, 14; Congreso Latinoamericano de Geología, 13, Lima, 2008. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.
- Ramos, V. (2008) - The basement of the Central Andes: The Arequipa and related terranes. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 36: 289-324.
- Reyes, L. (1980) - Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 31, 75 p.
- Rivera, M.; Monge, R. & Navarro, P. (2005) - Nuevos datos sobre el volcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy) en el Norte del Perú: Departamentos de La Libertad y Ancash. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (99): 7-21
- Rollinson, H.R. (1993) - *Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation*. Essex: Longman, 352 p.
- Romero, D. (2007) - *La cuenca Cretácico Superior-Paleoceno del Perú central: un metalotecto para la exploración del SMV, ejemplo mina María Teresa*. Tesis Maestría, Universidad Politécnica de Madrid, Red DESIR, 100 p.

- Romero, D.; Quispe, J.; Carlotto, V. & Tassinari, C. & (2008) - Los depósitos de la cuenca Maastrichtiano-Daniano: relación con los yacimientos tipo SMV; Perú central. En: Congreso Peruano de Geología, 14 & Congreso Latinoamericano de Geología, 13, Lima, 2008. *Resúmenes*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.
- Rosado, F. (2010) - *Controles de la mineralización aurífera, en las vetas del yacimiento de Consorcio Minero Horizonte, del Batolito de Pataz, La Libertad Perú*. Informe de Suficiencia, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 99 p.
- Sánchez, A. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 56, 287 p.
- Santisteban, A. & Huanacuni, D. (2009) - Metalogenia de las regiones de La Libertad y Ancash. En: Congreso Geológico Chileno, 12, Santiago 2009. *Actas*. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 4 p.
- Schreiber, D.W.; Fontboté, L. & Lochmann, D. (1990) - Geologic setting, paragenesis, and physicochemistry of gold quartz veins hosted by plutonic rocks in the Pataz region. *Economic Geology*, 85 (7): 1328-1347.
- Shand, S.J. (1969) - *Eruptive rocks: their genesis, composition, classification, and their relation to ore-deposits with a chapter on meteorites*. New York: Hafner Publishing Company, 488 p.
- Soler, P. (1990) - Cronología y distribución espacial del magmatismo en el Perú Central durante el Cretáceo superior y el Cenozoico. Relaciones con modalidades de la subducción de la Placa de Nazca (Farallón) debajo del continente sudamericano. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (81): 81-86.
- Soler, P. (1991) - El volcanismo Casma del Perú Central: cuenca marginal abortada o simple arco volcánico? En: Congreso Peruano de Geología, 7, Lima, 1991. *Resúmenes extendidos*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, t. 2, p. 659-663.
- Stewart, J.W.; Evernden, J.F. & Snelling, N.J. (1974) - Age determinations from Andean Peru: a reconnaissance survey. *Geological Society of America Bulletin*, 85(7): 1107-1116.
- Tarnawiecki, M.C. (1926) - Monografía minera de la provincia de Patas. *Boletín Sociedad Geográfica de Lima*, 43: 165-182, 241-258.
- Tumialán, P. (1982) - Casos de exploración geológica en la pequeña minería. En: Banco Minero del Perú, *Jueves Mineros, VII ciclo*, Lima, 1982. Lima: Banco Minero del Perú, 83 p.
- Tumialán, P.; Villafuerte, C.; Valdez, R. & Bernabé, H. (1991) - Mineralización del yacimiento polimetálico de Sayapullo (Cajamarca). *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (82): 105-111.
- Tumialán, P. (2003) - Compendio de yacimientos minerales del Perú. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 10, 620 p.
- Vicharra, M. (2003) - Rasgos geológicos regionales de Quiruvilca, Huamachuco y Angasmarca: Estudio del yacimiento epitermal de oro de baja sulfuración Callullin - La Libertad. *Boletín Sociedad Geológica del Perú*, (96): 17-34
- Vidal, C.; Paredes, J.; MacFarlane, A.W. & Tosdal, R.M. (1995) - Geología y metalogenia del distrito minero Parcoy, provincia aurífera de Pataz, La Libertad. En: Sociedad Geológica del Perú. *Volumen Jubilar Alberto Benavides*. Lima: Sociedad Geológica del Perú, p. 351-377.
- Villanes, C. (2005) - *Poderosa ore deposit: Amesothermal Au-Qz veins system. Structural setting & geochemical characterization*, informe inédito. Lima: Compañía Minera Poderosa.
- Villanes, C. (2006) - *Yacimiento aurífero Poderosa, distrito de Pataz, Cordillera Oriental del Perú: contexto geológico, marco estructural, alteraciones hidrotermales, mineralogía y estilos de mineralización*, informe inédito. Lima: Compañía Minera Poderosa.
- Wilson, J.J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz. *Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín* 9, 91 p.
- Wilson, J.J.; Reyes, L. & Garayar, J. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Actualizado por la Dirección de la Carta Geológica Nacional. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 60, 79 p.
- Zappettini, E.; Godeas, M.; Seggiaro, R.; Korzeniewski, L.; Rubiolo, D., et al. (2001) - *Mapa metalogénico de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú (14°S-28°S)*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 222 p., Publicación Geológica Multinacional, 2.
- Zarate, H. (2006) - *Ocurrencias de la mineralización en el área de estudio*, informe inédito. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 54 p. Proyecto GR-5: Estudio geológico del Batolito de Balsas-Pataz-Buldiwayo.

ANEXOS

Anexo 1. Depósitos Minerales Metálicos de la Región La Libertad

Anexo 2. Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Anexo 3. Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Anexo 4. Análisis Químico de Oro de Muestras Estudiadas

Anexo 5. Análisis de Roca Total de Muestras por Método XRF

Anexo 1
Depósitos Minerales Metálicos de la Región La Libertad

Unidad	Este	Norte	Tipo	Datum	Zona	Departamento	Provincia	Distrito	Tipo de depósito	Clasificación	Elemento
Agua Blanca	820570	9127710	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Alaska (1)	232000	9105450	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au
Algamarca	204369	9158953	Operación	WGS84	17	La Libertad	Cajabamba	Cachachi	Epitermal de alta sulfuración	IIIa2	Zn, Pb, Ag
Alpamarca (2)	222107	9118763	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Alto Dorado	807595	9082184	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Santiago de Chuco	Epitermal de alta sulfuración/pórfido de Cu-Au	IIIa2	Au, Cu
Andaraca (3)	788254	9080693	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Huaso	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Ariabamba (4)	222600	9126400	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pias	Vetas	X2	Au
Aventura III	766183	9122356	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Otuzco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Buenos Aires (5)	235530	9110169	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Buldibuyo	234812	9101550	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Ag, Au
Callullin (7)	831161	9105843	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Angamarca	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Calorcos	819551	9109012	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Angamarca	Epitermal de alta sulfuración	IIIa2	Au
Ccarihuarmi (8)	232790	9110425	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Cerro Blanco	795580	9086950	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Huaso	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Cerro Minas (6)	177645	9216647	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Bolivar	Longotea	Vetas	X2	Au
Cerro Orcon (9)	748825	9135575	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Sinsicap	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Chagual (10)	208328	9137360	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Vetas	X2	Au
Chalabamba (11)	193392	9203372	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Bolivar	Bolivar	Vetas	X2	Au
Chocday	769110	9129060	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Otuzco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Chorrovela (12)	212250	9109500	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Huayo	Vetas	X2	Au
Chual	767600	9119612	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Agallpampa	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Chugures (13)	800150	9056987	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Santiago de Chuco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Consuelo - La Poderosa	211730	9142718	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Corimarca	814250	9112846	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Mollebamba	Epitermal de baja sulfuración	IIIa3	Au
Corrales (14)	204350	9134600	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Sanchez Carrión	Cochorco	Vetas	X2	Au
Culebrillas (15)	225994	9117900	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Cushcanday (16)	782439	9128086	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Usquil	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Cushuro (17)	830626	9123939	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Dorados (18)	815662	9095773	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Angamarca	Epitermal de baja sulfuración	IIIa3	Au
El Gigante (19)	230500	9109000	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
El Gigante (20)	227495	9112578	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
El Molle (21)	206357	9143026	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pias	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
El Pauco (22)	214253	9140923	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
El Tingo - La Poderosa	211610	9145325	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
El Toro	829970	9134797	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Pórfido de Cu-Au	IIIe2	Au, Cu
El Toro 1	830155	9133838	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
El Toro Zona Sur	829361	9133761	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au
Esperanza (23)	226674	9111421	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Florida I (24)	823997	9121528	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal de alta sulfuración	IIIa2	Au
Francisca Josefa (25)	789347	9110629	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Julcán	Vetas	X2	Ag
Fundición	232440	9110381	Proyecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Fundición 1	232092	9110435	Proyecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	IIIf	Au
Genusa	796600	9123200	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal de alta sulfuración	IIIa2	Au
Gianderi (26)	174779	9129126	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Sanchez Carrión	Curgos	Vetas	X2	Au
Huacamarcanga (27)	799713	9104118	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal de baja sulfuración	IIIa3	Au
Huacha Grande (28)	785922	9127441	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Usquil	Epitermal indiferenciado	IIIa1	Au

Anexo 1
Depósitos Minerales Metálicos de la Región La Libertad

Unidad	Este	Norte	Tipo	Datum	Zona	Departamento	Provincia	Distrito	Tipo de depósito	Clasificación	Elemento
Huariracra (29)	227664	9110921	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Huasmirugue (30)	792860	9119899	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Igor	782253	9153556	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Huaranchal	Pórfido de Cu-Au	III _e 2	Ag, Au, Cu, Mo
Incapirca (31)	194750	9187400	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Bolivar	Bolivar	Vetas	X2	Au
La Arena	816000	9126000	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Cu, Au
La Bandera (32)	805600	9115400	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
La Capilla (33)	809420	9120000	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
La Encanada	825658	9127824	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
La Lima- La Poderosa	210346	9148132	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
La Noemia (34)	759420	9130076	Ocurrencia	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Otuzco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
La Porfia (35)	216159	9140329	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
La virgen	822000	9117500	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Cachicadán	Pórfido de Cu-Au / Epitermal de alta sulfuración	III _e 2	Au
Laguna Blanca (36)	243000	9107000	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au
Laguna Negra (37)	238900	9107500	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au
Lagunas Norte	803357	9120843	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Quiruvilca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Lagunas Oeste	801634	9116621	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Quiruvilca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au, Ag
Las Cautivas (38)	764500	9092500	Ocurrencia	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Carabamba	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Las Princesas	796900	9119200	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Au
Lavador (39)	179085	9215012	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Bolivar	Longotea	Mantos	X3	Au
Llauchan (40)	785593	9120847	Ocurrencia	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Loma de Pencas (41)	212822	9141099	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Los Angeles	803600	9117873	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Los Goitos	801247	9133129	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Usquil	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Machacala	758900	9098690	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Carabamba	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Au, Ag
Machasen	755562	9174267	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Gran Chimú	Cascas	Vetas	X2	Fe
Mangalpa (42)	219708	9129308	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
María Angola	824157	9133696	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Maria Esther (43)	170585	9100422	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Santiago De Chuco	Mollebamba	Vetas	X2	Ag
Milagros (44)	225470	9113965	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Vetas	X2	Au
Milluachaqui	764750	9115980	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Salpo	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Au
Mina La Paccha (45)	235550	9101250	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au
Mina Marsa	230200	9108150	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénicos de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Mina Santa Barbara (46)	233086	9105897	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Minaspampa	825486	9111138	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Angasmarca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Monchacap (47)	777411	9130432	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Usquil	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Mulaya (48)	783600	9156100	Ocurrencia	WGS84	17	La Libertad	Gran Chimú	Sayapullo	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Mumalca-Mungurial (49)	788509	9077114	Ocurrencia	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Huaso	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Mundo Nuevo (50)	172974	9108988	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Santiago De Chuco	Angasmarca	Pórfido Cu-W	III _e 3	Cu, W
Oeste Laguna Huascacoha (51)	245250	9104000	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au
Oro Norte (52)	815689	9108287	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Cachicadán	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Pachagón	762985	9140880	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Otuzco	Pórfido de Cu-Mo	III _e 1	Ag, Cu, Mo
Paja Blanca (53)	778532	9116579	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Agallpampa	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Pallar De Oro	841400	9137500	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Pampa Grande (54)	217834	9131218	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Papagayo - La Poderosa	211104	9146774	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Parcoy	227308	9111816	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Ag, Au

Anexo 1
Depósitos Minerales Metálicos de la Región La Libertad

Unidad	Este	Norte	Tipo	Datum	Zona	Departamento	Provincia	Distrito	Tipo de depósito	Clasificación	Elemento
Parcoy 1 (55)	223700	9121000	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au
Pataz	214856	9140059	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Peña Blanca (56)	767974	9134536	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Otuzco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Poderosa	210133	9149974	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Ag, Au
Quebrada Carrizal (57)	218167	9133464	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Quiruvilca	796084	9114046	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Quiruvilca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Ag, Cu, Zn
Quisuar (58)	221501	9105805	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Retamas	226788	9112912	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Parcoy	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Ag, Au
Ricardo	816283	9097996	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Santiago de Chuco	Placeres	IX2	Au
Rolando (59)	830058	9133664	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Rosario de Belen	829439	9093730	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Angasmarca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Ruecas (60)	811510	9118329	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Salpo	764729	9114786	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Salpo	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Ag, Au, Zn
San Caetano (61)	213495	9138272	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
San Felipe (62)	791805	9114682	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
San Francisco (63)	214034	9139965	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
San Pedro	779227	9077106	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Huaso	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Au
Santa (64)	749748	9029631	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Virú	Virú	Placeres	IX2	Au
Santa Barbara De Trujillo	233107	9106526	Operación	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Vetas	X2	Au
Santa Rosa-Comarsa	827300	9103200	Operación	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Angasmarca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Saucara (65)	814600	9116000	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Sanchez Carrión	Huamachuco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Sayapullo	779531	9160027	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Gran Chimú	Sayapullo	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Au
Sogochan (66)	763666	9130355	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Otuzco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Soquian (67)	205000	9131000	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Sanchez Carrión	Cochorco	Vetas	X2	Au
Sta. Marya (68)	214436	9140130	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Vetas	X2	Au
Sulcha	765700	9099363	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Carabamba	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Suruvara (69)	806460	9094542	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Santiago de Chuco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Suyubamba	218600	9133000	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pias	Vetas	X2	Au
Tanguche	767500	9033500	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Virú	Chao	Óxidos de Fe-Cu-Au (IOCG)	III _d	Au
Tierra Amarilla (71)	776748	9118326	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Agallpampa	Vetas	X2	Au
Toritos (72)	797336	9092633	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago de Chuco	Santiago de Chuco	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Tres Cerros	803743	9130918	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Tres Cruces	799650	9111140	Proyecto	WGS84	17	La Libertad	Santiago De Chuco	Quiruvilca	Epitermal de alta sulfuración	III _a 2	Ag, Au
Tres Rios (73)	781813	9124971	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Otuzco	Usquil	Epitermal indiferenciado	III _a 1	Au
Trinidad (74)	197000	9153600	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Sanchez Carrión	Sitabamba	Vetas	X2	Au
Trinilaya-Cascajal (75)	761643	9156159	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Gran Chimú	Sayapullo	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Au
Urumalqui (76)	776807	9106656	Prospecto	WGS84	17	La Libertad	Julcán	Julcán	Epitermal de baja sulfuración	III _a 3	Au, Ag
Vicente (77)	216126	9140491	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Virgen Del Carmen (78)	214183	9140991	Prospecto	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Pataz	Orogénico de Au (Pb-Zn-Cu)	III _f	Au
Yireh (79)	238500	9100400	Ocurrencia	WGS84	18	La Libertad	Pataz	Buldibuyo	Vetas	X2	Au

Fuente:

Base de datos de INGEMMET y DAC, 2013.

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras Codigo	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
17f-R-001	756586	9101928	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Roca volcánica de fuerte alteración (argilización) con patinas de óxido de fierro (hematita 2%, jarosita 2%)
17f-R-002	756665	9101902	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Roca volcanica fuertemente alterada (argilizada) con patinas de óxidos de hierro (limonita y jarosita)
17f-R-003	756388	9102552	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Flujo de lava andesítico de textura porfírica inalterado
17f-R-004	757215	9104826	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Flujo piroclástico gris claro con cristales milimétricos de cuarzo, líticos, cristales de clorita, leve alteración por meteorización.
17f-R-005	756835	9104260	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Andesitas porfíricas levemente cloritizadas. Presenta moderado magnetismo.
17f-R-006	756730	9104343	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Andesita en contacto con flujos piroclásticos. Presenta cristales de clorita.
17f-R-007	756177	9104665	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Andesita gris clara con cristales de clorita, leve magnetismo.
17f-R-008	757806	9106277	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Flujos de ceniza gris claro con fracturas rellenos de oxidos de hierro (limonita, hematita) y especularita. Patina de clorita y epidota. Presenta moderado magnetismo.
17f-R-009	757104	9106357	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Flujos piroclásticos gris claro con cristales de cuarzo, feldespatos y líticos milimetricos a decimétricos.
17f-R-011	756895	9105643	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Lava andesítica gris oscura con cristales de feldespatos, presenta moderado magnetismo, trazas de clorita y epidota.
17f-R-012	754039	9102878	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Andesita porfírica de textura fina gris verdosa inalterado, con cristales de plagioclasa, epidotas y anfíboles.
17f-R-013	754325	9103120	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Toba de cristales inalterada con leve alteración supérgena.
17f-R-014	754945	9103660	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Andesita porfírica de textura fina con cristales de plagioclasa y máficos inalterado.
17f-R-015	755400	9103395	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Toba de cristales levemente argilizada, oxidación superficial leve.
17f-R-016	759445	9104574	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Tobas líticas con sericita.
17f-R-017	759058	9104734	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Flujo piroclástico de cristales con líticos, leve argilización y moderada oxidación, óxidos de hierro (limonita 4% diseminada y rellenando finas oquedades).
17f-R-017A	758749	9105010	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Toba de líticos inalterada, gris verdosa
17f-R-018	758550	9105270	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Andesita porfírica gris oscuro con cristales muy finos de plagioclasa y maficos inalterada, leve magnetismo.
17f-R-019	758090	9105520	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Lava andesítica con cristales muy finos de plagioclasa y máficos. Color gris oscuro.
17f-R-021	759431	9102850	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Dacita porfírica con débil a moderada argilización y moderada oxidación (óxido de hierro, goethita 1% hematita 2% jarosita 3%)
17f-R-022	760142	9103186	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Toba dacítica con leve argilización supérgena y moderada oxidación.
17f-R-023	758333	9104073	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Dacita porfírica con fenos milimétricos de anfíboles y líticos milimetricos a centimetricos, leve magnetismo, cloritización..
17f-R-024	757918	9104260	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Dacita porfírica con fenos de cuarzo, feldespato y anfíboles. Presenta leve magnetismo.
17f-R-025	757799	9103854	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Lavas andesíticas gris oscuro, con cristales milimetricos de cuarzo, leve magnetismo, trazas de clorita, epidota y óxidos de hierro.
17f-R-026	757669	9103759	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Roca argilizada, probable andesita con patinas de óxido de hierro, leve magnetismo.
17f-R-027	757669	9103759	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Veta falla de cuarzo con óxido de hierro, es transversal a la estructura.
17f-R-028	758915	9103528	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Toba dacítica con leve alteración supérgena y leve oxidación
17f-R-028A	758543	9103720	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Toba dacítica con débil a moderada silicificación y debil alteración supérgena
17f-R-029	758200	9103780	Grupo Calipuy	SAN JOSE	Lavas andesíticas inalteradas, leve magnetismo.
17f-R-031	773435	9085985	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales y líticos de matriz criptocristalina con alteración argílica y oxidaciones.
17f-R-032	773452	9084955	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Flujo de cristales cuarzo ahumado, lechoso, feldespatos, de tamaños milimétricos
17f-R-033	773715	9083892	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Flujo de cristales de cuarzo ahumado, lechoso, feldespatos milimétricos, presencia de líticos.
17f-R-034	769513	9083625	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Lavas andesíticas con trazas de clorita y óxidos de hierro y hematita. Presenta microvenillas de cuarzo y óxidos de hierro (hematita). Moderado magnetismo.
17f-R-035	769915	9083551	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Lavas andesíticas porfíricas de matriz con microlitos y vetillas de cuarzo. La roca se encuentra levemente cloritizado.
17f-R-036	770043	9083480	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Andesita moderadamente meteorizada. Presenta patinas de óxido de hierro (hematita), leve magnetismo.
17f-R-037	772044	9082264	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Flujo de cristales y líticos, cristales milimétricos de cuarzo ahumado, cristalino y lechoso. Presencia de óxidos de hierro (hematita).
17f-R-038	771278	9082351	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Tobas de cristales y líticos con silicificaciones y propilitización con cuarzo secundario. Afloramiento de flujo de cristales y líticos, cristales milimétricos.
17f-R-039	771570	9086738	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Flujo de cristales de composición dacítica (abundante ojos de cuarzo) moderada alteración supérgena y leve oxidación (goethita 1% en fracturas)
17f-R-041	772565	9086290	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales con líticos de composición dacítica
17f-R-042	773341	9085944	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales con líticos de composición dacítica, leve alteración supérgena.
17f-R-043	769560	9083960	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Lava andesítica color gris fluidal y microlítico con fuerte propilitización leve alteracion supérgena, argilitización y calcita, leve oxidación (hematita 0.5% diseminada)
17f-R-044	769945	9083686	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Flujo de lava andesítico color gris con fuerte propilitización
17f-R-045	767873	9085776	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales de textura pervasiva, alteración argílica moderada y fuerte silicificación, venillas < 1mm de sílice, moderada oxidación (hematita 2%, goethita 1%, jarosita 1%) en fracturas y en finas oquedades)
17f-R-046	767803	9085750	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales color gris verdosa, fuerte propilitización con venillas de cuarzo y epidota < 2mm, debil oxidación, hematita 0.5% diseminada.

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
17f-R-047	767923	9085702	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales con fuerte alteración argilica y débil silicificación. Moderada oxidación (hematita 3%, goetita 1%, jarosita 1%) en fracturas y diseminado.
17f-R-048	768029	9085626	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales moderada argilización y débil silicificacion. Moderada oxidación (hematita 3%, goethita 1% jarosita 1% en fracturas y diseminado)
17f-R-049	771404	9084646	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Toba de cristales y líticos color gris inalterado con escasos ojos de cuarzo. Sericitización
17f-R-051	772150	9082923	Grupo Calipuy	ALTO DEL ZORZAL	Flujo de cristales y líticos levemente silicificado. Presenta trazas de clorita.
17f-R-052	751635	9086300	Grupo Casma	LA CALERA	Tobas de líticos y cristales de composición andesítica de moderada a fuerte propilitización con epidota y clorita.
17f-R-053	751553	9086031	Grupo Casma	LA CALERA	Lavas andesíticas porfiríticas con sericita y anfíboles alterados con venillas de calcita con pátinas de óxidos de hierro, presenta leve magnetismo y escasa diseminación de sulfuros, leve cloritización.
17f-R-054	751250	9085756	Grupo Casma	LA CALERA	Lavas andesíticas con trazas y microvenillas de clorita. Presenta piritita cristalizada muy fina diseminada y en microvenillas.
17f-R-055	751464	9084830	Grupo Casma	LA CALERA	Andesita de textura porfirítica cortado por venillas de cuarzo lechoso <2mm. Moderada propilitización y leve oxidación superficial.
17f-R-056	751164	9084854	Grupo Casma	LA CALERA	Andesita con fuerte epidotización. Presenta fenos milimétricos de cuarzo. Presenta trazas de óxidos de hierro (hematita).
17f-R-057	747546	9084770	Grupo Casma	LA CALERA	Tobas líticas y cristales de composición andesítica epidota sericitizada y microvenillas rellenas de anhidrita, color gris verdoso y calcita diseminada y en parches. Leve a moderada alteración supérgena. Alteración argilica y cuarzo secundario en la matriz.
17f-R-058	747458	9084265	Grupo Casma	LA CALERA	Toba de cristales de composición andesítica, con calcita diseminada y en venillas. Veta de calcita.
17f-R-059	747513	9084050	Grupo Casma	LA CALERA	Lavas andesíticas vesiculares con relleno de calcita, clorita y piroxenos.
17f-R-061	747737	9084290	Grupo Casma	LA CALERA	Toba andesítica de cristales con venillas de calcita <2mm y en parches. Levemente propilitizado.
17f-R-062	748990	9086066	Grupo Casma	LA CALERA	Andesitas alteradas por meteorización, leve alteración propilitica. La roca esta cortada por vetas de cuarzo, calcita y clorita de potencia variable.
17f-R-063	748696	9084644	Grupo Casma	LA CALERA	Lava andesitica con moderada alteración propilitica (clorita - epidota), presencia de fenos de cuarzo lechoso milimétricos, escasas microvenillas de cuarzo, presencia de carbonatos.
17f-R-064	748687	9086499	Grupo Casma	LA CALERA	Roca volcánica con fenos milimétricos de cuarzo, la roca se encuentra fuertemente craquelada por meteorización. Moderada alteración propilitica, óxidos de hierro en trazas (hematita, limonita).
17f-R-066	749613	9085811	Grupo Casma	LA CALERA	Lavas andesíticas porfiríticas con argilitización moderada y presencia de amígdalas. Afloramiento de roca volcánica, con fuerte alteración propilitica (clorita - epidota) presencia de microvenillas de cuarzo.
17f-R-067	747065	9086069	Grupo Casma	LA CALERA	Lavas andesíticas porfiríticas con argilitización moderada con cloritas, calcita y epidotas.
17f-R-068	746331	9085136	Grupo Casma	LA CALERA	Tobas líticas y cristales de composición dacítica con hematitas. Andesita de cristales con moderada alteración propilitica. Presencia de venillas de cuarzo <2mm, calcita diseminada y en venillas
17f-R-069	746768	9084150	Grupo Casma	LA CALERA	Toba andesítica de cristales con moderada propilitización, calcita diseminada y en venillas < 1mm, venillas de cuarzo lechoso < 2mm.
17f-R-070	746940	9083145	Grupo Casma	LA CALERA	Toba andesitica de cristales, moderada propilitización, calcita diseminada y en venillas < 1mm, venillas de cuarzo lechoso < 1mm.
17f-R-071	747359	9082065	Grupo Casma	LA CALERA	Roca andesítica con leve a moderada propilitización.
17g-R-001	803912	9091128	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Lavas dacíticas silicificadas y hematizadas. Afloramiento de flujos de ceniza con moderada alteración argilica. Los óxidos se presentan como patinas, rellenando oquedades y en microvenillas. La roca presenta leve lixiviación.
17g-R-002	803424	9090249	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujos de ceniza gris claro con trazas de óxidos de hierro (hematita).
17g-R-003	803237	9089750	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Dique andesítico con fenos de anfíboles, cuarzo y feldespato. Potencia de 2-3 m y 200 m de longitud visible.
17g-R-004	798232	9087649	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujos volcánicos moderadamente silicificado y oxidado (hematita, limonita)
17g-R-006	798293	9087804	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Roca vitrificada con clorita, cuarzo y calcita y venillas de hematita en proceso de devitrificación. Flujo volcánico moderadamente argilizado y oxidado (hematita, limonita). La oxidación se presenta como patinas. Presenta líticos milimétricos a centimétricos.
17g-R-007	799922	9087984	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Depósito de cenizas y lahares, ocurrencia de óxidos. Secuencia grano decreciente.
17g-R-008	801979	9089935	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujos de lava andesítica gris claro con patinas de óxido de hierro (hematita).
17g-R-009	801313	9091233	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujos de lava andesítica gris oscuro con fenos de cuarzo y feldespato. Cristales milimétricos de cuarzo. Trazas de óxidos de hierro (hematita).
17g-R-010	801043	9090762	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujo de lavas andesíticas gris verdoso, diseminación de posible malaquita, presenta fenos de cuarzo y feldespato, leve magnetismo
17g-R-012	800603	9090624	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujo de lavas andesítico color verdoso, posble presencia de óxidos de cobre terroso diseminado.
17g-R-013	800750	9086150	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujo de cenizas y cristales con leve a moderada oxidación (goethita 1%, jarosita 1% hematita 1%)
17g-R-014	802352	9088902	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Lavas andesíticas de cuarzo, trazas de óxidos de hierro (hematita).
17g-R-015	802179	9088796	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Lava porfiroide con abundante calcita. Afloramiento de flujo de ceniza gris rojizo levemente meteorizado.
17g-R-016A	801443	9091253	Grupo Calipuy	VIRA VIRA	Flujo de lavas andesíticas? gris clara con pequeños fenos de cuarzo y feldespato, presenta patina de óxidos de hierro.
16g-R-001	785854	9129522	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales con trazas de malaquita diseminada. Leve oxidación supérgena.
16g-R-002	785320	9129970	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas andesíticas porfiríticas con finos cristales de plagioclasa inalterado. Roca compacta color gris oscuro.

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras Codigo	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
16g-R-003	785336	9130170	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas andesíticas de matriz criptocristalina. Toba volcánica de cristales de grano grueso, cristales de máficos, ojos de cuarzo y plagioclasas de posible composición dacítica. Roca inalterada no muy compacta.
16g-R-004	788189	9124904	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Flujo de lavas andesítica gris oscura de textura microporfírica, con leve magnetismo, leve a moderada silicificación, trazas de pirita puntual diseminada
16g-R-005	785820	9124000	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lava andesítica porfírica con argilitización. Leve meteorización.
16g-R-006	783791	9122270	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lava andesítica porfírica con piroxenos y oquedades de hematita. Levemente argilizada y leve alteración supérgena
16g-R-007A	781230	9123540	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba volcánica de cenizas pardo rojizo, leve a moderada alteración supérgena.
16g-R-008	781643	9124540	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales de textura pervasiva (obliterada) por alteración argilica fuerte y alteración supérgena.
16g-R-009	780989	9124753	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Intrusivo porfírico de textura pervasiva obliterada, fuerte argilización
16g-R-010	781553	9125266	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Arenisca granuda obliterada de textura pervasiva con fuerte silicificación y débil argilización con cloritas y sericitas.
16g-R-011	785334	9128802	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas andesíticas microporfíricas, fenos milimétricos de cuarzo y feldespato, fenos centimétricos de anfíboles. Levemente meteorizada, moderado magnetismo.
16g-R-012	784960	9128261	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Dacita porfírica con fenos milimétricos de feldespato, cuarzo. Presenta leve magnetismo, leve meteorización.
16g-R-013	785803	9128996	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas andesíticas microporfíricas de color gris oscuro, englobando clastos de tobas de cenizas y cristales.
16g-R-014	785428	9127997	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Zona de alteración argilica con patinas de óxido de hierro (limonitas)
16g-R-015	788517	9125563	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas andesíticas gris verdoso presenta leve silicificación y moderado magnetismo, la roca se encuentra levemente meteorizada y fracturada.
16g-R-016	788630	9126390	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Flujos de cenizas y cristales milimétricos de feldespato cuarzo y anfíboles. La roca presenta leve meteorización y leve magnetismo.
16g-R-017	788421	9127489	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Zona de argilizacion con patinas de óxido de hierro (limonita, hematita)
16g-R-018	788420	9127486	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Andesita gris de textura afanítica.
16g-R-018A	786395	9122540	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas andesíticas microporfíricas gris oscuro con fenos milimétricos de anfíboles y cuarzo, fuerte magnetismo.
16g-R-018B	787175	9122110	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Flujo de cenizas y cristales de cuarzo, leve meteorización y magnetismo.
16g-R-018C	788885	9122452	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Afloramiento de pequeños bloques de flujos de cenizas con cristales milimétricos de cuarzo con patinas y moldes de óxido de hierro (limonitas), moderadamente meteorizado.
16g-R-019	784609	9116706	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Dacita gris verdosa microporfírica con fenos milimétricos de cuarzo y anfíboles de hasta 1 cm. presenta oxFe como patinas y rellenando fracturas. Moderado magnetismo. Fuerte diaclasamiento.
16g-R-019A	784556	9116958	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Flujo de cenizas y cristales de color gris verdoso. Cristales de cuarzo y anfíboles.
16g-R-021	784717	9129361	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lavas porfíricas cerca al contacto con tobas
16g-R-022	788820	9125226	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales en afloramiento masivo bastante fracturado y meteorizado aunque puede ser supérgeno
16g-R-022A	788953	9125252	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Lava andesítica afanítica con matriz de relleno silíceo
16g-R-022B	789355	9124849	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales con algunos líticos
16g-R-023	789678	9124902	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales inalterada
16g-R-023B	789273	9124635	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales
16g-R-024	783326	9121034	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba obliterada completamente alterada
16g-R-024A	783499	9121008	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales inalterado
16g-R-025	783798	9120938	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Intrusivo dacítico argilizado y propilitizado
16g-R-026	788953	9122489	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales
16g-R-027	785299	9119827	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba resedimentada con laminación.
16g-R-028	784292	9116748	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales inalterada
16g-R-028A	784188	9116816	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales inalterado
16g-R-029	783760	9117066	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Pórfido dacita inalterado
16g-R-031	783096	9121236	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Andesita porfírica de grano medio a fino, inalterado.
16g-R-031A	782715	9119884	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales con algunos líticos, inalterada. Cristales de anfíboles y plagioclasas.
16g-R-032	783510	9117240	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Pórfido andesita inalterado con piroxeno, clorita y cuarzo II.
16g-R-033	782981	9116712	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales inalterada, levemente intemperizada.
16g-R-034	781268	9115792	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de pomez y ceniza con leve alteración supérgena y moderada oxidación (limonitas reemplazando anfíboles y feldespatos)
16g-R-035	785856	9119838	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Andesitas porfíricas con reabsorciones en una matriz criptocristalina.
16g-R-036	787930	9123520	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Toba de cristales con ojos de cuarzo y ligera alteración.
16g-R-037	784006	9117505	Grupo Calipuy	PAMPA GRANDE	Subvolcánico andesítico microporfírico gris verdoso con fenos milimétricos de cuarzo, feldespato, moderado magnetismo, leve meteorizacion

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
17g-R-018	806212	9107608	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de bloques y ceniza con moderada alteración argílica y leve silicificación. Presencia de óxidos (limonita 4%) diseminados en la matriz y como patinas en los clastos.
17g-R-019	807159	9107572	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de cenizas, bloques y cristales, alteración argílica y silicificación ambas moderada, presenta leve oxidación (limonita 2%, hematita 1%) diseminada.
17g-R-021	808040	9107488	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de cenizas con fuerte alteración argílica. Moderada oxidación (limonita 3%, hematita 1%)
17g-R-022	809356	9107345	Grupo Calipuy	PAYBAL	Zona de alteración argílica, con patinas de óxido de hierro (limonita, goethita) y rellenando microfracturas
17g-R-022A	810274	9107250	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de ceniza argilizada con patinas de óxido de hierro (limonitas) producto de la meteorización.
17g-R-023	813223	9106050	Grupo Calipuy	PAYBAL	Dacita porfírica alterada
17g-R-023A	806476	9105395	Grupo Calipuy	PAYBAL	Flujo de ceniza con cristales milimétricos de cuarzo ahumado, cristalino, feldespato. Clastos de 2 a 10 cm de diametro de composicion volcanica y tobacea
17g-R-024	806692	9104804	Grupo Calipuy	PAYBAL	Zona de alteración, moderada argilizacion leve silicificacion y fuerte oxidacion 8patinas de limonita, jarosita, hematita y goethita). Presencia de sulfuros en zona de oxidación.
17g-R-025	803672	9106222	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba volcánica de cenizas con fuerte alteracion argílica y moderada oxidación (limonita 3%) diseminada y rellenando fracturas entrecruzadas
17g-R-025A	804191	9105864	Grupo Calipuy	PAYBAL	Lavas porfíricas con clastos. Presencia de anfíboles.
17g-R-025B	804310	9105764	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba volcánica de bloques y ceniza. Los bloques estan compuestos de tobas de cristales
17g-R-026	805626	9105850	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba volcánica de cristales con cenizas, cristales de feldespatos y anfíboles.
17g-R-027	806552	9106064	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba obliterada de cristales y líticos. Leve alteracion argílica y propilitica
17g-R-027A	807130	9105885	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de cristales meteorizada
17g-R-028	807236	9105574	Grupo Calipuy	PAYBAL	Lavas andesíticas porfíricas con presencia de algunos clastos y calcita con alteración.
17g-R-028A	807359	9105183	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba argilizada de textura obliterada
17g-R-029	807342	9104825	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de cristales argilizada
17g-R-031	807567	9104449	Grupo Calipuy	PAYBAL	Flujo de cenizas con cristales milimétricos de cuarzo, feldespato, líticos (tobas) de 1 a 5 cm de diámetro.
17g-R-031A	808027	9105628	Grupo Calipuy	PAYBAL	Flujo de cenizas gris claro con cristales milimétricos de cuarzo cristalino y ahumado, líticos milimétricos de composición tobácea, leve magnetismo y leve meteorización.
17g-R-032	807483	9105936	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de cristales con líticos. Leve argilización y leve propilitización, con cristales de feldespatos, anfíboles.
17g-R-033	804619	9104576	Grupo Calipuy	PAYBAL	Pórfido andesítico con fenocristales de anfíboles. Presencia de calcita secundaria. Plagioclasas en proceso de seritización. Cuerpo subvolcánico dacita microporfirítica con fenos milimétricos de de cuarzo, feldespatos y anfíboles, leve magnetismo.
17g-R-034	807743	9105448	Grupo Calipuy	PAYBAL	Toba de cristales alterada. leve propilitizacion y leve argilizacion. Cristales de feldespatos, anfíboles y epidota reemplazando plagioclasas, clorita reemplazando máficos.
17g-R-035	805783	9104066	Grupo Calipuy	PAYBAL	Roca con silicificaciones y oxidaciones. Zona de argilización, flujo de cenizas con escasos cristales milimétricos de cuarzo, patinas de óxido de hierro (limonita, goethita)
17g-R-035A	779847	9097372	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Flujo de ceniza gris vítreo con cristales milimétricos de cuarzo cristalino, leve magnetismo
17g-R-036	779498	9097384	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas andesíticas gris verdoso con fenos milimétricos de cuarzo cristalino, moderado magnetismo.
17g-R-037	779417	9097440	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas andesíticas gris verdoso. Levemente propilitizado (clorita), moderado magnetismo
17g-R-038	780835	9097392	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Zona de arcillas (leve argilización) presencia de patinas de óxido de hierro (limonita, hematita, jarosita). Protolito flujo de cenizas.
17g-R-039	780969	9096966	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Zona de argilización, pátinas de óxido de hierro (limonita, hematita, jarosita).
17g-R-039A	781854	9093350	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Flujo de ceniza gris violáceo con fenos milimétricos de ceniza cristalino lechoso, feldespato y anfíboles. Levemente meteorizado
17g-R-041	781080	9094920	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Toba de cristales con cenizas y algunos líticos <1 cm. Roca alterada con óxidos, malaquita diseminada y calcita en venillas < 1 mm cerca al contacto con toba de cenizas soldado.
17g-R-041A	781217	9095020	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas dacíticas. Roca inalterada y levemente intemperizado.
17g-R-042	779868	9094288	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Toba de líticos levemente propilitizada con trazas de malaquita diseminada.
17g-R-043	779368	9094182	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Toba de cenizas con cristales levemente alterado, leve propilitización y alteración supérgena, venillas de yeso.
17g-R-043A	779700	9094730	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas porfíricas con fenos de plagioclasas con presencia de calcitas secundarias.
17g-R-044	778541	9094028	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas porfíricas con cloritas y argilitización. Flujo de lavas andesíticas microporfiríticas inalterado, venillas de anhidrita.
17g-R-045	779078	9093658	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas andesíticas afaníticas con venillas de anhidrita. Presencia de sericita y epidota. Fuerte alteración por venillas entrecruzadas de anhidrita. Presencia de cristales de epidota reemplazando plagioclasas.
17g-R-046	781277	9088946	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Intrusivo subvolcánico dacítico inalterado. Cerca a contacto con tobas de cenizas y cristales.
17g-R-046A	782167	9088552	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Toba de cenizas y cristales cerca a contacto con lavas andesíticas intemperizados. Roca inalterada con cristales de feldespatos, cuarzo y clorita.
17g-R-047	783016	9087566	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Flujo de lavas andesíticas de textura obliterada con fina piritita diseminada en parches. Marcasita cortando piritita. Esta cubierto por derrumbe de varios metros, próximo a secuencia de tobas con venillas de calcita entrecruzadas.
17g-R-048	781122	9091588	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Relleno de fracturas entrecruzadas < 2 cm compuesto de cuarzo y panizo. Leve propilitización en contacto con la toba de cenizas y cristales como roca caja.
17g-R-049	782259	9090042	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Toba de cenizas alterado con óxidos en fracturas (limonitas 5%), moderada argilización.

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras Codigo	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
17g-R-051	780764	9092362	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Cuerpo subvolcánico andesítico que corta a las cenizas, leve propilitización, patinas de óxido de hierro (limonita, goetita, jarosita, hematita). Presencia de sulfuros diseminados muy finos. Leve magnetismo. Pirita muy fina diseminada con calcopirita y rutilo. Presencia de venillas de pirita secundaria y pirrotita.
17g-R-051A	778731	9091069	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Toba retrabajada con estructuras almohadilladas.
17g-R-052	779927	9091047	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas andesíticas gris verdosa con moderado magnetismo. Leve propilitización.
17g-R-052A	779956	9090877	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Lavas andesíticas porfíricas con epidota y venillas de cuarzo. Leve propilitización (clorita - epidota)
17g-R-053	784122	9092068	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Pequeña calicata, flujo de ceniza gris oscuro, alterado, con patinas de óxidos de hierro (limonitas)
17g-R-053A	784826	9092084	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Tobas de flujo de ceniza con cristales milimétricos y líticos. Patinas de óxidos de hierro (limonitas)
17g-R-054	784306	9091735	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Anomalia espectral de óxidos. Suelos con óxidos (limonita, hematita)
17g-R-055	781778	9092229	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Afloramiento de flujo de ceniza gris moderadamente alterado (meteorizado) cortado por venillas de calcita de 2 a 10 cm de potencia.
17g-R-056	782090	9090976	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Tobas de flujo de cenizas gris con cristales milimétricos de cuarzo y líticos, leve argilización, microvenillas de calcita.
17g-R-057	782419	9090406	Grupo Calipuy	CALAMARCA	Zona de argilización (meteorización) con patinas de óxido de hierro (limonita, goetita, hematita, calcita en microvenillas y diseminado).
17i-R-001	239065	9066716	Fm. Jumasha	MITUBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>packstone</i> bastante brechada, marrón grisácea.
17i-R-002	239074	9066729	Fm. Jumasha	MITUBAMBA	Caliza intramicrítica con textura <i>wackestone</i> de matriz gris
17i-R-003	237492	9067482	Fm. Crisnejas	MITUBAMBA	Caliza micrítica brechada, alteración argílica fuerte.
17i-R-004	240618	9075035	Complejo del Maraón	MITUBAMBA	Veta de cuarzo hospedado en bandas foliadas y poco foliadas
17i-R-005	239914	9078832	Complejo del Maraón	MITUBAMBA	Veta irregular de cuarzo hospedado en esquisto. Presenta oxidos en cavidades y en fracturas < 1mm (jarosita 1%, goethita 1%)
17i-R-006	235478	9068250	Fm. Jumasha	MITUBAMBA	Calizas gris claras con moderada alteracion supérgena. Se presenta por tramos arcillosa y con óxido de hierro (hematita) como inclusiones rojas. Venillas de calcita <1mm
17i-R-007	236542	9067536	Fm. Jumasha	MITUBAMBA	Caliza arcillosa, se presenta en laminas > 2cm, óxido de hierro (hematita 1%, goethita 1%) diseminado y en fracturas.
17i-R-008	241064	9071231	Int. Granodiorita	MITUBAMBA	Vetilla de cuarzo con halo de alteración de 15 cm.
17i-R-009	241065	9071246	Int. Granodiorita	MITUBAMBA	Granodiorita con anfíboles inalteradas de textura granular.
17i-R-011	240810	9070468	Complejo del Maraón	MITUBAMBA	Granito gneisificado de plagioclasas con extinción ondulante por dinamometamorfismo con alteración superficial argílica y vetillas de calcita, malaquita.
17i-R-011A	240900	9070300	Complejo del Maraón	MITUBAMBA	Granito inalterado paleozoico? parte del Complejo Maraón. Afloramiento de varios cientos de metros.
17i-R-012	243763	9068590	Complejo del Maraón	MITUBAMBA	Granito gneisificado con vetillas de sílice < 5mm. Presencia de oligisto micáceo.
17i-M-013	244224	9067351	Complejo del Maraón	MITUBAMBA	Sistema de vetillas de < 1 cm, en un ancho aproximado de 30 cm cortando granito gneisificado, vetillas con óxido de Fe (limolita, goethita) 5% diseminado y en fracturas, fina pirita diseminada en aglomeraciones cristalizadas de grano medio relleno de oquedades.
17i-R-014	243200	9068870	Bat. Pataz	MITUBAMBA	Granodiorita de grano medio con alteración sericitica y propilitica débil.
17i-R-019	224306	9088210	Gpo. Pucará	HACIENDA RUCOS	Conglomerado heteromítico de clastos de 5-8 cm, calizas recristalizadas, calcita, vulcanitas afaníticas y porfíricas.
17i-M-021	229306	9088210	Gpo. Mitu	HACIENDA RUCOS	Clastos de sílice con clorita en los conglomerados del Grupo Mitu.
17i-M-022	228177	9086780	Complejo del Maraón	HACIENDA RUCOS	Brecha de matriz calcárea en un nivel que puede ser base de travertino.
17i-R-023	227615	9086997	Complejo del Maraón	HACIENDA RUCOS	Brecha craquelada con abundantes venillas de óxido de Fe jaspeado.
17i-R-024	225650	9087120	Complejo del Maraón	HACIENDA RUCOS	Esquisto micáceo inalterado con leve alteración supérgena y óxido de hierro (goethita 1%) en fracturas. Presencia de cloritas y biotitas.
17i-R-024A	225533	9087046	Gpo. Mitu	HACIENDA RUCOS	Lavas andesíticas porfíricas con reabsorciones de fenocristales de plagioclasas.
17i-R-025	224520	9086050	Gpo. Mitu	HACIENDA RUCOS	Toba de cristales inalterada de composición cuarzo riolítica.
17i-R-026	224987	9085738	Complejo del Maraón	HACIENDA RUCOS	Dique pegmatítico cortando gneiss (cerca a contacto con esquisto) textura granular (grano grueso) de composición granítica, ancho 0.20 m. Familia de diques entrecruzados.
17i-R-027	224987	9085738	Complejo del Maraón	HACIENDA RUCOS	Dique pegmatítico en gneiss de textura bandeada e inalterado. Presenta muscovita
17i-R-027A	226570	9087178	Gpo. Pucará	HACIENDA RUCOS	Caliza gris oscura recristalizada cortada por venillas de calcita entrecruzadas <1mm.
17i-R-028	227073	9087228	Gpo. Pucará	HACIENDA RUCOS	Mármol. Roca calcárea granular marmolizada? color gris oscuro, con venillasde calcita <1mm.
17i-M-029	224494	9089260	Gpo. Pucará	HACIENDA RUCOS	Veta de cuarzo cortando las calizas negras aparentemente recristalizadas.
17i-R-029A	224644	9089471	Gpo. Pucará	HACIENDA RUCOS	Roca calcárea del Grupo Pucará. Venillas <1mm de calcita.
17i-R-031	224640	9089615	Gpo. Mitu	HACIENDA RUCOS	Lavas andesíticas porfíricas con reabsorciones de fenocristales.
17i-R-031A	225290	9090105	Gpo. Mitu	HACIENDA RUCOS	Conglomerado con cierto grado de metamorfismo
17h-R-001	214694	9114598	Intrusivo de Huayo	HUAYO	Granodiorita porfírica de grano grueso, se encuentra oxidada (óxido de hierro: goethita 3%, jarosita 1% diseminada) por posible alteración supérgena.
17h-R-002	214756	9114516	Intrusivo de Huayo	HUAYO	Granodiorita de textura porfírica de grano medio a grueso. Afloramiento es una cantera próxima a la carretera
17h-R-002A	214766	9114454	Complejo del Maraón	HUAYO	Esquisto del Complejo Maraón cerca al contacto con intrusivo granito.
16h-R-001	190601	9163718	Fm. Crisnejas	MARCABAL	Calizas biomicriticas en <i>wackstone</i> , con venillas calcitas

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
16h-R-002	190990	9163527	Fm. Crisnejas	MARCABAL	Caliza micrítica intercalada con lutitas.
16h-R-003	191412	9165260	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Areniscas cuarzosas mal clasificadas y oxidadas en estratos laminares.
16h-R-004	191664	9164564	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Arenisca cuarzosa sacaroide rojas
16h-R-004A	191382	9164158	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Arenisca cuarzosa subangulosa sacaroide de grano fino laminar blanca.
16-h-M-005	191353	9164131	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Estructura vetiforme con óxido de hierro con hematita-goethita rellenando intersticios y limonitas, calcopirita en trazas, cortando a la arenisca cuarzosa.
16h-R-006	190457	9164531	Fm. Crisnejas	MARCABAL	Caliza granulosa, con textura <i>packstone</i> con intercalaciones de arcillas rojizas, verdosas y calcita.
16h-R-007	188609	9163306	Fm. Rosa	MARCABAL	Caliza arenosa estratificada.
16h-R-008	188537	9162448	Fm. Rosa	MARCABAL	Material arenoso, limos
16h-R-009	193547	9164908	Cuatenario travertino	MARCABAL	Material calcareo brechado reciente
16h-R-011	193245	9164859	Gpo. Mitu	MARCABAL	Arenisca roja en estratos intercalado con estrato 10-5 cm en contacto con las calizas del Gpo Pucará
16h-R-012	193355	9164492	Gpo. Pucará	MARCABAL	Caliza micrítica en textura <i>wackstone</i> color marrón
16h-R-012A	193144	9162830	Gpo. Pucará	MARCABAL	Caliza micrítica con textura <i>mudstone</i> con venillas de calcita.
16h-R-013	193047	9162546	Gpo. Pucará	MARCABAL	Caliza micrítica en <i>wackstone</i> . Estratificación decreciente
16h-R-014	193636	9159026	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Arenisca cuarzosa sacaroide laminar
16h-R-015	192805	9163964	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Goethita-limonita, rutilo y pirita en arenisca con intercalaciones fuertes de arcillas rojizas, calcita, cuarzo. Cerca un conglomerado.
16h-R-016	192801	9163981	Gpo. Goyllarisquizga	MARCABAL	Arenisca blanca con intercalaciones de arcillas grises amarillentas, en textura <i>packstone</i> .
16h-R-016A	194453	9153564	Gpo. Goyllarisquizga	C. MONSERRATE	Arenisca sacaroide conglomerádica, estratos medios laminares paralelos y discontinuos.
16h-R-017	194347	9153846	Gpo. Goyllarisquizga	C. MONSERRATE	Arenisca conglomerádica con clastos cloritizados y propilitizados.
16h-M-018	194440	9153999	Gpo. Goyllarisquizga	C. MONSERRATE	Estructura vetiforme y venillas de pirita y rellenando oquedades cortando conglomerados
16h-R-019	194378	9154463	Gpo. Pucará	CONTADERA	Filitas con venillas de calcita.
16h-R-021	193290	9157731	Gpo. Goyllarisquizga	C. BLANCO	Arenisca conglomerádica con niveles fuertemente oxidados del Gpo. Goyllarisquizga.
16h-R-022	193290	9157731	Gpo. Goyllarisquizga	C. BLANCO	Arenisca cuarzosa sacaroidea blanca
16h-R-023	193290	9157731	Gpo. Goyllarisquizga	C. BLANCO	Lutita violacea debajo de las areniscas soldadas
16h-M-024	193290	9157731	Gpo. Goyllarisquizga	C. BLANCO	Arenisca lutacea abigarrada en profundidad del socavón.
16h-R-024A	192148	9158893	Gpo. Goyllarisquizga	C. BLANCO	Arenisca en conglomerados de clastos redondeados principalmente de areniscas cuarzosas y calizas.
16h-M-025	188994	9155687	Gpo. Pucará	LA CONGA	Caliza con pirita y hematita
16h-R-025A	188994	9155687	Gpo. Pucará	LA CONGA	Calizas negras azuladas con cristalizaciones
16h-R-026	182127	9151618	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza lutácea en finas laminas deleznable y fuerte oxidación diseminada. Moderada alteración supérgena dando resultado la formación de suelos.
16h-R-027	183610	9152170	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza lutácea en finas laminas (5mm) con moderada oxidación (hematita 3%) y leve alteración supérgena.
16h-R-027A	183225	9152550	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza gris nodular en estratos potentes
16h-R-028	179640	9150662	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza esparítica gris compacta inalterada. Presenta esporádicas venillas de calcita <1 mm.
16h-R-028A	179432	9151353	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza gris clara inalterada en estratos gruesos >30cm.
16h-R-029	179069	9151571	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza gris clara en estratos gruesos de >20cm. Roca inalterada, esporádicas venillas de calcita <1mm, entrecruzadas.
16h-R-031	178707	9151859	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Caliza con textura <i>grainstone</i> , presencia de calcita y cuarzo.
16h-R-032	178748	9151213	Gpo. Pulluicana	MARAIBAMBA	Dique sedimentario de limolitas cortando calizas micríticas lutáceas del Grupo Pulluicana.
16h-R-033	178748	9151213	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza con pizarrosidad con intercalaciones de niveles nodulares cada 50 cm.
16h-R-034	178041	9151247	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>grainstone</i> gris plomo, estrato creciente, sobreyaciendo a niveles calcareos lutáceos.
16h-R-035	176653	9152093	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>packstone</i> en estratos subtabulares.
16h-R-036	177359	9153668	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Calizas micríticas <i>packstone</i> en estratos replegados con venillas de calcita.
16h-R-037	176942	9152399	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica gris ploma.
16h-R-038	177844	9151006	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>mudstone</i> masiva. Pobre estratificación cerca al eje anticlinal.
16h-R-038A	177340	9150813	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en en textura <i>mudstone</i> con estratificación de contactos irregulares
16h-R-039	177957	9150020	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>grainstone</i> gris plumizo cortado por abundantes vetillas de carbonato milimétricos.
16h-R-039A	178057	9150168	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>packstone</i> gris azulada cerca a eje anticlinal

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
16h-R-041	178404	9150386	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en textura <i>packstone</i> gris azulada.
16h-R-041A	177940	9151078	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza micrítica en en textura <i>wackstone</i> con algunas venillas milimétricas de calcita
16h-R-041B	177673	9151466	Fms Inca-Chúlec-Pariat.	MARAIBAMBA	Caliza limosa intercalada con lutita calcárea.
16f-R-001	770015	9163170	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Sill pórfido dacítico (2.5 m de potencia) de grano medio a fino. Roca caja son secuencias lutáceas y areniscosas. Leve propilitización. Pirita (1%) fina muy diseminada y algunos cristales de pirita esqueléticos por disolución. Serecitización y argilitización
16f-R-001A	777023	9163104	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Dique pórfido dacítico cortando secuencia silicoclástica de lutitas y cuarcitas.Roca levemente propilitizada y silicificada. Próximo a zona de pliegue
16f-R-002	773149	9163183	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Afloramiento en ladera. Areniscas cuarzosas blanquesinas de grano medio. Leve diaclasamiento. Pátinas de óxido de hierro (limonitas).
16f-R-003	773478	9163506	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Lutita gris verdosa, con patinas de óxido de hierro, fuerte craquelamiento. Pseudo estratificación.
16f-R-004	773684	9163802	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Lutitas gris verdoso, rojizo y guinda pátinas de óxido de hierro (limonitas). Fuerte craquelamiento y meteorización. Anomalía espectral por óxidos.
16f-R-005	764347	9166401	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Areniscas grises de grano medio con escasos niveles de lutita gris verdosa rojiza. Cortado por venillas de cuarzo lechoso de 1-5 mm. de potencia y de 1-2 m de long. Moderado diaclasamiento.
16f-R-006	771335	9164848	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Areniscas cuarcíticas con venillas de silice < 1mm
16f-R-007	772102	9164804	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Cuarcita gris oscura de grano fino en estratos de 15 cm. intercalado con limolitas. Óxido de hierro (limonitas 2% diseminado y en fracturas) venillas de silice < de 1mm.
16f-R-008	765329	9164326	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Cuarcita gris oscura de grano fino compacta con estratos < de 20 cm intercalado con limolita. Presencia de sulfuros de pirita diseminada
16f-R-009	765388	9164680	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Cuarcitas gris claras en contacto con cuarcitas gris oscuras compactas de grano fino. Leve silicificación
16f-R-011	770253	9165226	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Arenisca cuarzosa silicificada afanítica en estratos tabulares
16f-R-012	769358	9165308	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Arenisca cuarzosa sacaroidea blanca, estrato tabular masivo.
16f-R-013	768508	9163791	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Arenisca limosa negra carbonácea, intercalada con lutitas negras en zona de inversión de estratos.
16f-R-013A	768515	9163822	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Nivel hematítico dentro de las cuarcitas
16f-R-014	768267	9164252	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Arenisca limosa carbonosa con niveles lutáceos de aspecto masivo
16f-R-015	764064	9166102	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Lutitas con niveles de areniscas de grano muy fino color gris, cortadas por venillas de cuarzo lechoso.
16f-R-016	767768	9165564	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Areniscas silicificadas de color gris, presenta leve epidotización. Esta cortada por microvenillas de cuarzo. Escasos niveles de lutitas negras y muy fisibles.
16f-R-017	767367	9166350	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Lutitas grises con niveles de areniscas silicificadas blancas. Fuerte diaclasamiento, patinas de óxido de hierro (limonitas) cortado por venillas de cuarzo lechoso.
16f-R-018	772680	9164064	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Arenisca cuarzosa gris en estratos invertidos
16f-R-019	760372	9164195	Porfido Monzonita	BAÑOS CHIMU	Porfido monzonita en un afloramiento aislado fuertemente diaclasado irregularmente.
16f-R-021	771660	9162586	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Areniscas cuarcíticas claras de grano fino con óxido de hierro (hematita 3% diseminada) con posibles estratos invertidos
16f-R-022	771390	9162900	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Limolitas abirragadas en finas capas degradándose a suelo. Zona de anomalia mayormente como cobertura. Presenta leve alteración supérgena (óxido de hierro 2% diseminado)
16f-R-023	770122	9162792	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Cuarcita gris oscura de grano fino compacta e inalterada.
16f-M-024	768290	9164358	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Venillas de cuarzo de relleno de 3-4 mm, en nivel de areniscas limosas.
16f-R-025	766672	9164950	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Areniscas cuarzosas silicificadas, cuarcitas intercaladas con niveles lutaceos y limolíticos.
16f-R-025A	767816	9164619	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Limolitas intercaladas con lutitas, todos negros.
16f-M-026	763804	9163608	Fm. Chimú	BAÑOS CHIMU	Nivel limoso de goethita-limonita a lo largo de material brechado de falla de 0.80 m de grosor.
16f-M-026A	763804	9163606	Fm. Chimú	BAÑOS CHIMU	Nivel de goethita-limonita en matrix de relleno de falla.
16f-M-027	763804	9163606	Fm. Chimú	BAÑOS CHIMU	Roca silicea argilizada y silicificada, craquelada intercalada de niveles lutáceos foliados.
16f-M-028	763804	9163606	Fm. Chimú	BAÑOS CHIMU	Veta de baritina? con rutilo y escasa pirita cortando roca silicea argilizada y silicificada.
16f-R-028A	763804	9163606	Fm. Chimú	BAÑOS CHIMU	Roca silicea obliterada argilizada y silicificada
16f-R-028B	763903	9163660	Fm. Chimú	BAÑOS CHIMU	Cuarcitas gris oscuras en estratos tabulares casi verticales.
16f-M-029	768290	9164358	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Relleno de cuarzo botroidal en un nivel de areniscas limosas.
16f-R-031	769653	9163241	Fm. Farrat	BAÑOS CHIMU	Lutitas negras y limolitas agirragadas oxidadas, hematizadas.
16f-M-032	769863	9161491	Fm. Chimu	BAÑOS CHIMU	Manto de carbón en areniscas limosas intercaladas con lutitas negras.
16f-R-033	769866	9162666	Fm. Santa-Carhuaz	BAÑOS CHIMU	Cuacitas grises intercaladas con limolitas. Óxido de hierro (hematita 1%, goethita 1%) en fracturas y por acción supérgena.
15e-R-001	679309	9219735	Batolito de la Costa	ORGANOS	Intrusivo pórfido cuarcífero de textura porfirica con > fenos de anfíboles y feldespatos. Presenta moderada silicificación. Muestra más cercano al contacto con la roca silicoclástica del Grupo Goyllaisquizga (areniscas cuarcíferas).
15e-R-001A	679410	9219610	Batolito de la Costa	ORGANOS	Intrusivo porfirítico cuarcífero de textura porfirítica con fenos de anfíboles, cuarzo, feldespatos, (levemente argilizados) la matriz se presenta moderadamente silicificada

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras Codigo	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
15e-R-002	679258	9219859	Dique	ORGANOS	Dique pórfido andesítico con matriz de grano medio cortando al intrusivo pórfido cuarcífero, presenta moderada propilitización (máficos alterándose a cloritas). Presencia de epidota y sericita.
15e-R-003	680117	9219192	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido cuarcífero, fenos de cuarzo cristalino, escasos anfíboles, pirolusita en pátinas, óxido de hierro (hematita, limonita) en pátinas.
15e-R-004	680210	9219890	Fm. Farrat	ORGANOS	Arenisca grises de grano fino moderadamente silicificado, pátinas y relleno de fracturas de óxido de hierro (hematita, limonitas)
15e-R-005	678987	9221192	Batolito de la Costa	ORGANOS	Granodiorita con escasas micas alteradas (oxidadas) fuerte diaclasamiento, pátinas y relleno de fractura de óxido de hierro (limonitas)
15e-R-006	682430	9219526	Fm. Santa-Carhuaz	ORGANOS	Arenisca cuarcífera de grano fino con finas capas y con estratos de hasta 40 cm, fuerte oxidación (hematita 4%, goethita 2%, jarosita 1%) disseminado, en fracturas y rellenando finas oquedades
15e-R-007	682405	9218328	Fm. Farrat	ORGANOS	Arenisca cuarcítica gris clara con leve oxidación (hematita 1%, goethita 1%) en fracturas.
15e-R-008	682030	9219130	Fm. Santa-Carhuaz	ORGANOS	Limolita gris clara con ligera oxidación (hematita 2%, goethita 1 %) en fracturas y disseminado.
15e-R-009	678580	9219440	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido cuarcífero de grano medio a fino cerca al contacto con la granodiorita. Oxidación superficial leve, con máficos y feldespatos.
15e-R-009A	678511	9219350	Dique	ORGANOS	Dique andesítico afanítico con alteración sericítica cortando la granodiorita.
15e-R-011	683714	9221487	Fm. Farrat	ORGANOS	Areniscas cuarzosas sacaroideas gris oscuras
15e-R-011A	683137	9221324	Fm. Farrat	ORGANOS	Areniscas cuarzosas silicificadas
15e-R-012	683714	9221487	Fm. Inca-Chúlec	ORGANOS	Caliza biointramicrítica gris oscura con abundantes bioclastos de 3.5 m de fósiles de bivalvos.
15e-R-013	683149	9221964	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido granodiorita, fuerte meteorización con superficies hematizadas
15e-R-014	678067	9217841	Batolito de la Costa	ORGANOS	Granodiorita de abundantes máficos
15e-R-014A	677682	9217974	Dique	ORGANOS	Volcánica andesita porfírica gris oscura
15e-R-015	676844	9218571	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido granito cortado por la granodiorítica
15e-R-016	678202	9216917	Fm. Farrat	ORGANOS	Arenisca cuarzosa silicificada en proceso de asimilación por intrusivo granodiorítica
15e-R-017	677998	9216693	Batolito de la Costa	ORGANOS	Granodiorita con abundantes máficos
15e-R-018	676486	9217572	Dique	ORGANOS	Dique volcánico afanítico gris oscuro negro, cortando el pórfido cuarcífero con mataria orgánica al 8%. Presencia de débil seritización.
15e-R-019	676481	9217572	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido cuarcífero en contacto con la areniscas cuarzosas intruidas por diques afaníticos,
15e-R-021	678380	9219545	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido cuarcífero inalterado, con leve alteración supérgena. Presenta máficos
15e-R-021A	678400	9219540	Batolito de la Costa	ORGANOS	Granodiorita porfirítica de grano medio inalterada cerca al contacto con pórfido cuarcífero
15e-R-022	677905	9220180	Batolito de la Costa	ORGANOS	Pórfido cuarcítica-granítica cerca al contacto de areniscas cuarzosas sacaroides
15e-R-023	689891	9174107	Batolito de la Costa	CRUZ DEL VALLE	Granodiorita con presencia de máficos
15e-R-024	689581	9173500	Batolito de la Costa	CRUZ DEL VALLE	Granodiorita con presencia de máficos
15e-R-025	689581	9173500	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Areniscas blanquecinas de grano medio a fino silicificadas.
15e-R-026	691543	9172552	Gpo. Mitu	CRUZ DEL VALLE	Limoarcillitas pardas amarillentas intercaladas con horizontes de areniscas
15e-R-026A	691404	9172592	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Lava andesítica gris negrusca con leve coloración rojiza por intemperismo, inalterada
15e-R-027	691098	9172674	Batolito de la Costa	CRUZ DEL VALLE	Tonalita inalterada en contacto con lavas andesíticas
15e-R-028	690185	9173720	Batolito de la Costa	CRUZ DEL VALLE	Tonalita inalterada con leve alteración supergénica por intemperismo
15e-R-029	689457	9173674	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Lavas andesíticas porfiríticas gris verdosas cortada por microvenillas de cuarzo con micas, intercaladas con cuarcitas.
15e-R-029A	688865	9173984	Gpo. Calipuy	CRUZ DEL VALLE	Lavas andesíticas con intercalaciones de niveles de cuarcitas. Fuerte craquelamiento, pátinas y relleno de fracturas de óxido de Fe
15e-R-031	692021	9170690	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Andesitas porfiríticas sericitizadas.
15e-R-032	691540	9171452	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Brecha volcánica
15e-R-032A	691837	9171411	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Brecha volcánica con estructura pizarrosa
15e-R-033	691954	9172204	Gpo. Mitu	CRUZ DEL VALLE	Lutitas rojas en la base, volcánicos en la parte superior
15e-R-034	688729	9174590	Gpo. Calipuy	CRUZ DEL VALLE	Afloramiento de lavas andesíticas gris oscuras, leve craquelamiento
15e-R-035	691194	9175209	Batolito de la Costa	CRUZ DEL VALLE	Monzonita granular de grano medio
15e-R-036	691486	9174193	Batolito de la Costa	CRUZ DEL VALLE	Monzonita mesócrata de grano medio
15e-R-036A	692123	9171864	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Lavas andesíticas porfírica silicificada con plagioclasas reabsorvidas y presencia de argilitización.
15e-R-036B	692244	9172118	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Niveles arenolimoos estratificados con las brechas volcánicas
15e-R-037	686787	9174666	Gpo. Calipuy	CRUZ DEL VALLE	Tobas de cenizas andesíticas con escasos cristales milimétricos de cuarzo. Moderada alteración propilitica. clorita en forma de pátina y relleno de fracturas.
15e-R-038	686757	9174490	Gpo. Calipuy	CRUZ DEL VALLE	Tobas de cenizas andesíticas con venillas de cuarzo, epidotas y carbonatos de Cu, 1 cm potencia. Moderada alteración propilitica, moderado diaclasamiento.

Anexo 2
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región La Libertad

Muestras	Ubicación		Unidad Geol.	Zona de estudio	Descripción
	Este	Norte			
15e-R-038A	686833	9174128	Gpo. Calipuy	CRUZ DEL VALLE	Tobas de cenizas andesíticas gris oscuras, fuerte diaclasamiento
15e-R-039	687097	9174111	Gpo. Calipuy	CRUZ DEL VALLE	Lavas andesíticas gris verdosas con leve alteración propilítica, microvenillas de epidota
15e-R-041	688834	9171524	Fm. Chimú	CRUZ DEL VALLE	Arenisca cuarcítica disturbada y con fuerte oxidación (hematita 4% diseminada y en fracturas) el centro de las rocas se muestra inalterada y con oxidación.
15e-R-042	689180	9171285	Fm. Chimú	CRUZ DEL VALLE	Limolitas con fuerte oxidación (hematita 8%) diseminada y en fracturas.
15e-R-043	690350	9171944	Fm. Oyotún	CRUZ DEL VALLE	Flujo de lava andesítica, microporfirítica gris oscuro inalterado.
15e-R-044	687975	9173623	Gpo. Casma	CRUZ DEL VALLE	Calizas grises con escasa diseminación de sulfuros (pirita)
15e-R-044A	688690	9173961	Gpo. Casma	CRUZ DEL VALLE	Cuarcitas gris, gris rojizo, fuerte craquelamiento. Pátina y relleno de fracturas de óxido de Fe (hematita)
16e-R-001	691866	9170154	Fm. Chimú	CRUZ DEL VALLE	Areniscas cuarzosas sacaroides silicificadas, gris oscura masiva.
17g-R-058	784192	9104708	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales de matriz gris oscura.
17g-R-059	784488	9104717	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Veta argilizada en las tobas de cristales.
17g-R-061	786440	9102137	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales con oxidación (jarosita) y material oxidado, se aprecia brechado y craquelado.
17g-R-061A	786584	9102095	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lavas porfiríticas de matriz verdosa (70%) de fenos milimétricos.
17g-R-062	780474	9103434	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lavas andesíticas con fenos de cuarzo y plagioclasa. Patinas de óxido de hierro (limonitas), escas diseminacion de pirita.
17g-R-062A	781450	9103817	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Intrusivo con fuerte argilización y patinas de óxido de hierro.
17g-R-062B	781175	9103076	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Ceniza andesítica, moderada argilización y lixiviación.
17g-R-063	780630	9103728	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lavas andesíticas gris, con fenos de plagioclasa milimétricas, piroxenos y hematitas.
17g-R-064	786375	9105703	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Ceniza con fenos de plagioclasa milimétricos a centimétricos, cuarzo ahumado, léticos. Moderada argilización y lixivación. Moldes rellenos con óxido de hierro (limolitas) como microvenillas.
17g-R-065	786336	9105704	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Brecha con matriz de ceniza, con líticos angulosos miliméricos a centimétricos, plagioclasas alteradas (argilizadas). Moderada argilización y silicificación. xido de hierro en patinas, relleno de fracturas y rellenando moldes
17g-R-065A	786518	9105845	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lava andesítica con escasos máficos
17g-R-066	781870	9104280	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lava andesítica gris verdosa porfirítica con fenos de piroxenos, con leve alteración supérgena roja.
17g-R-066A	781838	9104138	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Flujo de lava andesítica microporfirítica color gris verdoso, inalterado.
17g-R-067	781656	9104118	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales con líticos < 5 mm con óxido de hierro (hematita 2%) diseminado por posible alteración supérgena.
17g-R-068	785184	9103352	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba, zonas de afloramiento pequeño mayormente cubierto por vegetación. Presenta fragmentos líticos de mediano tamaño, alteración superficial.
17g-R-069	785209	9103303	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Tobas de afloramientos pequeños, cubierto de vegetación. Presenta fragmentos líticos medianos a grandes. Alteracion superficial.
17g-R-071	785456	9106180	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Andesita porfirítica, de clastos grandes, muy dura, mayormente zona de bastante vegetación, alteración superficial.
17g-R-072	785422	9106110	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba piroclástica (ceniza volcánica) de dureza media, zona de afloramiento pequeño, mayormente cubierto por vegetación, alteración superficial.
17g-R-073	783132	9105704	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales y líticos con alteración argílica de cristales grandes y clastos pequeños. Algunos clastos cloritizados.
17g-R-073A	782678	9105482	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales y líticos con clastos cloritizados
17g-R-074	782480	9104914	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lavas andesíticas porfiríticas con fenos de plagioclasas con reabsorciones.
17g-R-075	783250	9106150	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales argilizados bastante meteorizados
17g-R-076	787256	9102354	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales y líticos bastante meteorizada
17g-R-076A	784717	9102613	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba soldada ignimbrita en estratos y capas gruesas.
17g-R-077	786661	9104024	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Lavas andesíticas casi horizontales
17g-R-078	788385	9105766	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Tobas de cristales y líticos con abundantes cloritización, bien estratificadas.
17g-R-078A	788374	9106011	Gpo. Calipuy	CAMPO ALEGRE	Toba de cristales y fames bastante propilitizada.

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000	10000
17F-R-001	<1	9.69	260.00	217.70	<5	0.20	0.11	<0.2	28.60	1.90	11.00	45.00	0.69	6.08	1.33	0.18	60.00	3.00	<5	0.06	28.00	6.40	5.00	85.50	5.50	0.35	1.02	110.00	2.00	31.00	77.20
17F-R-002	<1	8.69	137.00	551.60	<5	0.30	0.16	<0.2	48.40	2.30	18.00	43.00	1.20	5.19	2.75	0.32	114.00	3.00	8.00	0.09	56.00	9.80	2.00	173.80	5.60	0.45	1.04	138.00	3.00	59.00	69.80
17F-R-003	<1	8.84	76.00	99.90	<5	0.70	3.26	<0.2	30.90	13.60	13.00	10.00	0.94	4.72	0.20	2.11	536.00	3.00	8.00	0.07	6.00	18.60	<1	399.40	2.70	0.48	0.87	130.00	<1	39.00	54.70
17F-R-004	<1	7.57	<30	1158.30	<5	<0.1	1.63	0.30	44.90	4.30	16.00	10.00	1.81	2.27	2.17	0.50	583.00	4.00	<5	0.05	16.00	<0.5	2.00	266.30	8.00	0.22	1.87	41.00	<1	67.00	61.70
17F-R-005	<1	10.53	<30	283.20	<5	<0.1	4.83	0.30	34.90	28.90	58.00	54.00	1.45	7.43	0.66	2.21	1408.00	5.00	25.00	0.11	12.00	0.70	2.00	654.40	2.30	0.76	0.52	297.00	2.00	135.00	117.00
17F-R-006	<1	7.35	<30	535.50	<5	<0.1	3.32	0.70	59.00	7.50	16.00	23.00	2.07	5.29	0.88	0.33	950.00	5.00	<5	0.35	15.00	<0.5	3.00	359.20	7.00	0.76	2.96	76.00	<1	62.00	158.20
17F-R-007	<1	7.88	<30	1059.40	<5	0.20	2.07	<0.2	51.80	12.60	<10	31.00	2.25	4.87	1.71	1.51	1024.00	<2	<5	0.11	16.00	2.60	2.00	346.60	5.00	0.60	0.77	106.00	1.00	114.00	115.70
17F-R-008	<1	8.01	44.00	463.40	<5	0.10	3.57	<0.2	47.80	14.40	29.00	31.00	1.80	5.86	1.33	1.59	1762.00	5.00	19.00	0.14	10.00	2.00	2.00	396.00	7.20	0.76	1.52	163.00	1.00	105.00	103.50
17F-R-009	<1	7.31	<30	2080.30	<5	0.50	1.63	<0.2	49.00	4.00	21.00	9.00	2.85	2.72	2.13	0.27	448.00	5.00	<5	0.04	8.00	5.80	2.00	308.90	7.60	0.23	1.80	50.00	1.00	24.00	60.60
17F-R-011	<1	9.55	39.00	284.90	<5	0.10	4.95	0.40	31.80	19.60	21.00	36.00	1.36	6.09	0.78	1.55	1377.00	3.00	11.00	0.10	7.00	3.40	2.00	548.90	3.40	0.68	1.05	247.00	1.00	78.00	117.80
17F-R-012	<1	7.60	<30	530.80	<5	0.10	2.44	0.60	47.80	11.80	29.00	63.00	1.21	4.05	2.41	1.21	815.00	5.00	10.00	0.07	35.00	1.40	4.00	310.70	16.60	0.38	3.66	122.00	1.00	111.00	53.80
17F-R-013	<1	8.00	35.00	901.10	<5	<0.1	2.06	0.40	54.00	11.00	10.00	15.00	2.19	4.94	2.76	0.81	351.00	<2	5.00	0.16	10.00	1.40	2.00	299.70	7.10	0.67	0.84	137.00	<1	35.00	48.50
17F-R-014	<1	7.85	<30	965.50	<5	<0.1	1.88	0.20	49.60	11.10	17.00	39.00	2.20	5.00	2.37	0.94	1162.00	3.00	6.00	0.13	11.00	2.50	2.00	364.10	5.90	0.69	1.22	137.00	<1	65.00	68.30
17F-R-015	<1	7.15	38.00	859.20	<5	<0.1	1.00	<0.2	46.50	6.60	<10	18.00	1.76	3.48	2.77	0.77	650.00	2.00	<5	0.05	7.00	5.30	1.00	165.40	4.60	0.28	0.72	54.00	<1	42.00	46.40
17F-R-016	<1	7.49	<30	667.30	<5	0.10	2.56	0.30	43.40	8.40	14.00	30.00	1.51	3.40	1.53	1.46	1182.00	2.00	6.00	0.07	18.00	3.70	2.00	208.30	8.50	0.39	1.18	78.00	<1	151.00	44.20
17F-R-017	<1	7.26	<30	871.10	<5	3.10	0.09	<0.2	42.10	2.50	27.00	20.00	1.77	2.68	2.32	0.29	147.00	7.00	<5	0.01	10.00	2.90	2.00	34.30	8.00	0.18	3.45	34.00	<1	30.00	45.50
17F-R-018	<1	9.50	<30	340.30	<5	<0.1	4.77	0.20	30.90	28.40	65.00	68.00	1.41	7.51	0.83	2.68	1280.00	3.00	25.00	0.11	7.00	<0.5	2.00	430.80	2.80	0.75	0.54	284.00	<1	120.00	38.90
17F-R-019	<1	8.03	<30	804.60	<5	<0.1	2.30	0.40	62.30	9.70	<10	23.00	2.26	5.13	2.30	0.70	1499.00	3.00	<5	0.18	15.00	<0.5	2.00	346.60	8.30	0.77	1.51	87.00	<1	125.00	51.00
17F-R-021	<1	8.02	<30	649.90	<5	2.00	0.11	<0.2	34.40	2.90	17.00	42.00	1.36	5.63	3.43	0.71	150.00	5.00	<5	0.08	8.00	3.40	1.00	128.30	6.20	0.20	1.42	88.00	3.00	72.00	56.70
17F-R-022	<1	7.77	<30	690.40	<5	0.20	0.56	<0.2	30.00	9.30	21.00	15.00	1.34	4.70	2.21	1.13	952.00	4.00	<5	0.06	5.00	0.80	2.00	59.20	4.60	0.40	0.87	73.00	1.00	36.00	55.20
17F-R-023	<1	8.15	<30	969.30	<5	0.10	1.64	0.20	31.80	10.00	11.00	30.00	1.60	3.78	2.20	1.61	1061.00	2.00	5.00	0.06	25.00	2.60	2.00	616.10	4.00	0.39	0.83	96.00	<1	112.00	63.70
17F-R-024	<1	8.10	<30	684.40	<5	0.20	1.62	0.30	35.50	10.00	17.00	26.00	1.43	3.44	1.84	1.10	763.00	4.00	6.00	0.05	20.00	2.80	2.00	396.60	4.60	0.35	0.82	96.00	<1	100.00	55.30
17F-R-025	<1	8.14	<30	705.60	<5	<0.1	2.11	0.20	36.70	8.30	19.00	30.00	1.45	3.44	1.65	0.88	648.00	5.00	6.00	0.05	12.00	<0.5	2.00	371.70	5.80	0.37	1.23	86.00	<1	64.00	73.20
17F-R-026	<1	1.15	<30	104.80	<5	0.70	0.61	<0.2	1.30	1.00	29.00	12.00	0.13	1.27	0.04	0.02	85.00	12.00	<5	<0.01	<5	<0.5	1.00	369.40	0.20	0.01	0.10	10.00	<1	8.00	4.40
17F-R-027	<1	1.03	<30	198.20	<5	0.10	0.50	<0.2	1.10	1.00	19.00	16.00	0.20	1.34	0.04	0.03	93.00	6.00	<5	<0.01	18.00	<0.5	<1	414.80	0.10	<0.01	0.10	15.00	<1	31.00	6.20
17F-R-028	<1	7.66	<30	702.10	<5	0.20	1.12	<0.2	38.60	7.30	15.00	24.00	1.47	3.20	1.95	0.63	651.00	4.00	<5	0.05	10.00	0.90	2.00	327.20	4.90	0.31	0.99	77.00	2.00	67.00	68.50
17F-R-029	<1	7.98	<30	553.90	<5	0.20	3.26	0.50	35.20	14.80	29.00	44.00	1.29	4.22	1.22	1.57	759.00	5.00	9.00	0.07	13.00	1.30	1.00	577.10	6.20	0.43	0.99	118.00	1.00	106.00	81.80
17F-R-031	<1	6.94	<30	967.60	<5	<0.1	1.29	0.20	41.30	4.50	25.00	12.00	1.49	2.55	2.22	0.31	440.00	7.00	<5	0.05	13.00	2.70	1.00	317.10	8.90	0.23	2.09	43.00	1.00	54.00	76.10
17F-R-032	<1	6.36	<30	936.40	<5	<0.1	0.42	<0.2	46.60	1.80	12.00	8.00	1.50	1.76	2.93	0.21	516.00	4.00	<5	0.03	13.00	0.60	2.00	273.20	9.70	0.15	2.42	24.00	1.00	54.00	99.40
17F-R-033	<1	6.95	<30	871.50	<5	<0.1	0.96	0.20	38.60	3.70	<10	10.00	1.31	2.19	2.62	0.28	301.00	3.00	<5	0.05	15.00	3.30	2.00	268.10	10.60	0.22	2.49	41.00	1.00	108.00	80.20
17F-R-034	<1	8.64	<30	520.00	<5	<0.1	3.70	0.60	36.50	17.90	20.00	58.00	1.64	6.35	0.74	1.77	1344.00	5.00	8.00	0.11	13.00	1.20	3.00	606.50	2.70	0.76	0.72	214.00	<1	108.00	148.40
17F-R-035	<1	8.60	<30	457.00	<5	0.10	3.69	0.20	33.00	17.10	32.00	56.00	1.54	6.19	0.87	1.76	1305.00	4.00	9.00	0.10	7.00	1.80	2.00	556.90	2.80	0.74	0.69	235.00	<1	94.00	127.60
17F-R-036	<1	8.28	<30	326.90	<5	0.90	1.69	<0.2	25.00	22.10	45.00	7.00	1.08	5.79	0.35	2.50	1921.00	<2	14.00	0.06	5.00	1.70	<1	518.20	2.40	0.36	0.58	189.00	<1	225.00	65.30
17F-R-037	<1	7.17	<30	803.40	<5	<0.1	2.55	<0.2	37.00	5.50	32.00	11.00	1.41	2.77	2.19	0.10	884.00	8.00	7.00	0.04	10.00	13.20	2.00	321.70	6.30	0.25	1.68	52.00	2.00	52.00	82.50
17F-R-038	<1	6.62	<30	784.80	<5	<0.1	1.33	<0.2	36.60	4.40	19.00	9.00	1.19	2.27	1.91	0.51	649.00	4.00	<5	0.04	10.00	0.50	1.00	250.50	9.10	0.19	1.87	41.00	<1	42.00	44.20
17F-R-039	<1	6.69	<30	750.90	<5	<0.1	1.24	<0.2	36.10	4.60	13.00	9.00	1.22	2.26	1.91	0.48	65														

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000	10000
17F-R-054	<1	8.93	<30	201.90	<5	<0.1	5.43	<0.2	19.10	20.80	25.00	42.00	1.05	5.67	0.27	1.78	1092.00	3.00	16.00	0.08	<5	5.80	1.00	350.30	2.10	0.74	0.56	255.00	<1	64.00	95.60
17F-R-055	<1	8.61	<30	581.70	<5	<0.1	4.12	0.20	21.30	20.10	18.00	48.00	1.61	6.41	0.86	1.86	1330.00	3.00	12.00	0.10	<5	<0.5	1.00	736.80	2.40	0.81	0.83	237.00	<1	104.00	80.00
17F-R-056	<1	6.91	<30	1716.40	<5	<0.1	2.06	0.40	30.20	7.40	11.00	49.00	2.50	4.88	3.67	1.40	823.00	3.00	<5	0.14	8.00	0.80	2.00	299.80	3.30	0.50	1.06	42.00	<1	90.00	94.90
17F-R-057	<1	8.81	<30	381.80	<5	<0.1	7.25	0.20	17.00	23.50	48.00	61.00	1.09	5.27	0.57	1.98	1097.00	<2	27.00	0.07	<5	<0.5	2.00	242.20	2.10	0.62	0.69	265.00	<1	66.00	92.00
17F-R-058	<1	8.25	<30	310.90	<5	<0.1	8.91	0.20	13.60	21.40	52.00	52.00	0.98	4.73	0.78	2.05	1334.00	2.00	29.00	0.07	<5	<0.5	<1	246.10	1.60	0.56	0.57	225.00	<1	58.00	93.80
17F-R-059	<1	8.54	<30	259.40	<5	<0.1	6.86	<0.2	17.30	27.20	51.00	62.00	1.00	6.04	0.57	2.58	1296.00	2.00	38.00	0.06	<5	<0.5	2.00	296.80	2.60	0.61	0.85	259.00	<1	73.00	112.50
17F-R-061	<1	9.16	<30	342.50	<5	<0.1	6.73	0.30	17.90	24.60	56.00	61.00	1.10	5.83	0.69	2.50	1102.00	<2	31.00	0.07	5.00	<0.5	2.00	385.20	2.30	0.66	0.60	207.00	<1	77.00	127.70
17F-R-062	<1	8.00	<30	334.50	<5	<0.1	6.69	0.30	16.10	23.10	35.00	59.00	1.04	4.90	0.59	1.95	1186.00	<2	23.00	0.07	<5	<0.5	1.00	377.40	1.90	0.63	0.93	229.00	<1	68.00	92.20
17F-R-063	<1	8.11	<30	17.20	<5	<0.1	10.48	<0.2	6.40	8.60	28.00	18.00	0.36	2.27	0.04	0.74	570.00	3.00	15.00	0.03	<5	<0.5	<1	34.00	0.90	0.22	0.29	113.00	<1	24.00	66.00
17F-R-064	<1	9.11	<30	125.50	<5	<0.1	2.82	0.40	32.40	17.30	14.00	69.00	1.04	5.49	0.32	2.00	1064.00	<2	10.00	0.12	6.00	<0.5	2.00	564.80	5.40	0.72	1.59	175.00	<1	89.00	149.20
17F-R-066	<1	8.76	<30	72.40	<5	<0.1	4.38	0.30	19.80	29.60	37.00	40.00	0.97	7.09	0.26	2.63	1178.00	<2	25.00	0.09	<5	<0.5	1.00	397.00	2.50	0.85	0.79	285.00	<1	89.00	109.60
17F-R-067	<1	6.71	<30	1034.50	<5	<0.1	1.71	0.60	42.10	7.10	18.00	24.00	2.16	3.86	2.63	0.52	645.00	5.00	27.00	0.11	8.00	<0.5	2.00	67.10	7.00	0.52	1.94	36.00	<1	66.00	142.30
17F-R-068	<1	8.24	<30	492.20	<5	<0.1	6.04	<0.2	19.90	24.00	40.00	52.00	1.28	5.42	1.00	2.61	1232.00	2.00	25.00	0.07	<5	<0.5	1.00	370.80	2.50	0.59	0.96	199.00	<1	71.00	104.30
17F-R-069	<1	7.83	<30	484.60	<5	<0.1	2.82	0.30	31.80	22.10	11.00	94.00	1.66	7.63	0.87	1.98	1409.00	3.00	8.00	0.14	<5	<0.5	2.00	199.70	4.90	1.07	1.67	308.00	<1	103.00	145.40
17F-R-070	<1	6.85	<30	104.00	<5	<0.1	7.30	0.40	12.50	26.00	220.00	110.00	0.82	5.28	0.96	2.42	874.00	<2	86.00	0.08	13.00	<0.5	<1	397.80	0.90	0.54	0.30	186.00	<1	69.00	90.30
17F-R-071	<1	6.41	<30	215.70	<5	<0.1	7.95	0.30	19.60	31.10	314.00	65.00	1.06	4.97	0.74	3.67	1026.00	3.00	178.00	0.09	<5	<0.5	1.00	341.30	1.30	0.73	0.68	202.00	<1	48.00	149.80
17G-R-001	<1	8.88	83.00	527.80	<5	0.60	0.22	<0.2	23.50	3.20	25.00	34.00	0.90	4.66	2.05	0.88	118.00	3.00	<5	0.11	15.00	2.30	1.00	100.60	2.10	0.50	0.65	150.00	<1	45.00	79.10
17G-R-002	<1	8.88	<30	501.90	<5	<0.1	3.89	<0.2	31.40	16.30	26.00	43.00	1.53	5.33	0.89	1.29	1110.00	3.00	13.00	0.12	11.00	<0.5	1.00	726.70	1.50	0.62	0.47	152.00	<1	103.00	120.50
17G-R-003	<1	8.44	<30	776.70	<5	<0.1	3.03	<0.2	33.10	11.90	31.00	39.00	1.45	3.82	2.24	0.96	843.00	3.00	11.00	0.09	9.00	<0.5	<1	571.50	4.90	0.44	1.52	109.00	<1	81.00	99.30
17G-R-004	<1	5.66	<30	859.10	<5	<0.1	0.51	<0.2	55.60	1.50	24.00	9.00	1.48	2.10	3.51	0.09	171.00	8.00	<5	0.02	14.00	1.20	2.00	86.20	13.70	0.17	2.73	23.00	3.00	37.00	116.00
17G-R-006	<1	5.37	<30	663.90	<5	<0.1	0.72	<0.2	46.40	2.80	22.00	13.00	1.24	2.09	5.21	0.65	513.00	5.00	<5	0.03	16.00	3.20	2.00	51.90	11.10	0.22	2.44	30.00	2.00	42.00	121.30
17G-R-007	<1	6.47	<30	851.70	<5	0.20	1.50	<0.2	38.50	3.40	10.00	9.00	1.16	1.62	2.73	0.50	336.00	2.00	<5	0.03	14.00	0.80	1.00	587.20	8.10	0.15	1.50	24.00	<1	46.00	56.90
17G-R-008	<1	8.78	<30	550.30	<5	<0.1	3.88	<0.2	31.50	16.30	21.00	40.00	1.40	5.25	1.15	1.43	1320.00	3.00	10.00	0.12	10.00	<0.5	2.00	699.30	2.70	0.52	0.78	138.00	<1	101.00	134.40
17G-R-009	<1	8.64	<30	697.40	<5	<0.1	3.57	<0.2	34.10	13.00	22.00	52.00	1.49	4.07	1.29	1.27	1083.00	4.00	9.00	0.09	7.00	<0.5	1.00	627.00	4.00	0.41	0.69	65.00	<1	94.00	153.40
17G-R-010	<1	8.38	<30	666.70	<5	<0.1	3.21	<0.2	32.30	13.30	17.00	69.00	1.42	3.93	1.75	0.99	488.00	2.00	9.00	0.09	7.00	<0.5	<1	603.10	3.70	0.40	1.25	119.00	<1	82.00	123.70
17G-R-012	<1	7.62	<30	657.30	<5	0.10	3.09	0.30	31.70	14.30	19.00	55.00	1.46	4.45	1.89	0.99	1110.00	4.00	10.00	0.10	9.00	<0.5	1.00	554.10	3.20	0.46	1.11	104.00	<1	90.00	107.40
17G-R-013	<1	8.21	32.00	795.30	<5	<0.1	2.99	<0.2	31.70	12.10	32.00	58.00	1.34	3.76	1.00	1.31	692.00	2.00	14.00	0.08	8.00	<0.5	3.00	780.70	3.00	0.39	0.69	100.00	<1	73.00	121.30
17G-R-014	<1	9.18	<30	551.00	<5	<0.1	4.15	<0.2	28.20	16.60	29.00	63.00	1.33	5.09	0.98	1.69	817.00	3.00	13.00	0.10	7.00	<0.5	1.00	680.10	2.50	0.55	0.73	161.00	<1	91.00	104.20
17G-R-015	<1	8.37	<30	601.40	<5	<0.1	3.51	<0.2	29.40	13.50	21.00	43.00	1.42	4.80	1.06	1.00	648.00	3.00	10.00	0.10	7.00	<0.5	<1	615.60	2.50	0.47	0.71	124.00	<1	82.00	108.10
16G-R-001	<1	8.39	<30	583.10	<5	<0.1	3.54	<0.2	26.70	17.90	26.00	31.00	1.38	5.37	1.21	1.72	1186.00	4.00	11.00	0.09	9.00	<0.5	2.00	495.70	2.90	0.49	1.01	171.00	<1	117.00	124.40
16G-R-004	<1	8.14	<30	380.00	<5	<0.1	4.00	<0.2	24.30	18.00	38.00	33.00	1.16	5.91	0.97	1.80	1142.00	5.00	8.00	0.08	10.00	<0.5	2.00	449.20	3.30	0.52	0.77	199.00	<1	98.00	44.30
16G-R-005	<1	8.17	<30	590.90	<5	<0.1	3.11	<0.2	32.00	10.90	24.00	20.00	1.21	4.32	1.61	0.97	807.00	7.00	6.00	0.07	14.00	1.00	2.00	438.90	6.20	0.36	1.81	103.00	1.00	84.00	106.60
16G-R-006	<1	8.63	<30	551.10	<5	<0.1	3.71	<0.2	28.70	16.90	37.00	34.00	1.37	5.06	1.02	1.47	622.00	4.00	14.00	0.10	8.00	<0.5	2.00	650.70	2.60	0.53	0.75	157.00	<1	87.00	109.00
16G-R-008	<1	7.29	<30	373.70	<5	<0.1	0.10	<0.2	36.70	7.40	29.00	9.00	0.52	2.12	2.79	0.23	352.00	12.00	<5	0.01	9.00	0.90	3.00	25.70	14.20	0.14	2.20	79.00	1.00	23.00	52.30
16G-R-009	<1	10.19	30.00	585.50	<5	0.20	0.09	0.20	42.10	23.80	29.00	18.00	1.95	4.47	1.15	0.32	502.00	3.00	11.00	0.03	20.00	6.10	6.00	37.20	9.30	0.49	2.13	142.00	3.00	73.00	42.10
16G-R-010	<1	3.66	<30	118.10	<5	<0.1	0.02	<0.2	36.70	1.80	39.00</																				

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000	10000
16G-R-026	<1	8.81	<30	454.40	<5	<0.1	3.53	<0.2	26.50	12.60	56.00	73.00	1.36	6.55	1.08	0.53	672.00	5.00	24.00	0.09	9.00	0.90	5.00	501.10	3.50	0.51	0.85	214.00	<1	81.00	117.10
16G-R-027	<1	8.96	<30	622.60	<5	0.10	2.19	0.20	34.30	10.80	26.00	31.00	1.61	4.11	1.62	0.73	799.00	7.00	8.00	0.07	15.00	0.80	2.00	471.50	4.70	0.35	1.18	75.00	<1	92.00	146.80
16G-R-028	<1	8.38	<30	445.30	<5	<0.1	3.34	<0.2	28.40	15.90	19.00	36.00	1.21	5.13	1.04	1.51	1067.00	3.00	9.00	0.09	9.00	<0.5	1.00	466.20	3.70	0.45	1.10	134.00	<1	92.00	127.20
16G-R-029	<1	8.19	<30	466.10	<5	<0.1	2.86	<0.2	27.50	13.00	21.00	31.00	1.17	4.58	1.18	1.60	861.00	3.00	7.00	0.07	9.00	<0.5	1.00	412.80	3.90	0.40	1.15	122.00	<1	84.00	102.00
16G-R-031	<1	7.84	<30	479.60	<5	<0.1	3.16	<0.2	31.90	12.00	22.00	22.00	1.17	4.59	1.38	1.43	988.00	5.00	6.00	0.07	10.00	<0.5	1.00	489.10	5.50	0.40	1.70	120.00	<1	84.00	128.70
16G-R-032	<1	8.00	<30	504.40	<5	<0.1	3.44	<0.2	28.00	18.60	79.00	57.00	1.29	5.19	1.06	1.99	996.00	5.00	25.00	0.07	7.00	<0.5	2.00	541.60	2.40	0.47	0.61	150.00	2.00	83.00	71.70
16G-R-033	<1	9.21	<30	704.60	<5	<0.1	0.66	1.70	30.10	12.60	<10	24.00	1.64	4.91	0.96	1.19	1174.00	<2	<5	0.11	13.00	<0.5	1.00	128.60	3.40	0.36	1.03	77.00	<1	145.00	145.20
16G-R-034	<1	6.51	<30	250.30	<5	<0.1	0.08	<0.2	61.30	5.20	27.00	17.00	1.68	6.43	0.45	0.11	498.00	5.00	6.00	0.07	20.00	3.10	3.00	55.20	7.40	0.58	0.97	120.00	1.00	88.00	111.70
16G-R-035	<1	7.78	<30	427.60	<5	0.10	2.71	<0.2	26.80	12.50	16.00	28.00	1.13	4.40	1.27	1.25	813.00	3.00	8.00	0.05	12.00	0.70	2.00	409.90	4.20	0.37	1.02	109.00	<1	73.00	114.10
16G-R-036	<1	8.59	<30	474.80	<5	<0.1	3.50	0.30	34.50	9.30	<10	17.00	1.40	4.60	1.21	0.98	874.00	3.00	<5	0.11	11.00	<0.5	2.00	485.60	4.30	0.42	1.14	95.00	<1	122.00	147.80
16G-R-037	<1	8.13	<30	436.10	<5	<0.1	3.25	<0.2	26.40	13.40	33.00	34.00	1.19	4.86	1.11	1.42	1020.00	7.00	8.00	0.07	8.00	<0.5	1.00	550.10	3.30	0.41	0.97	126.00	<1	84.00	82.40
17G-R-018	<1	7.94	<30	242.80	<5	<0.1	0.11	<0.2	27.70	0.60	13.00	9.00	0.58	2.14	0.05	0.02	30.00	<2	<5	0.09	9.00	<0.5	<1	1118.00	6.70	0.31	0.52	88.00	<1	10.00	56.90
17G-R-019	<1	10.30	<30	824.70	<5	<0.1	0.11	<0.2	32.20	<0.5	11.00	14.00	1.11	2.89	0.05	0.01	17.00	3.00	<5	0.10	11.00	2.60	5.00	1107.90	6.20	0.43	1.53	115.00	1.00	13.00	62.70
17G-R-021	<1	7.53	<30	162.80	<5	<0.1	0.04	0.20	32.40	<0.5	<10	8.00	0.69	2.09	1.42	0.25	16.00	<2	<5	0.02	8.00	<0.5	2.00	81.10	2.40	0.54	1.03	117.00	<1	45.00	80.80
17G-R-022	<1	7.83	<30	314.80	<5	<0.1	0.06	<0.2	16.10	2.40	<10	34.00	0.51	3.51	1.00	1.30	43.00	<2	<5	0.02	8.00	<0.5	1.00	13.20	2.90	0.43	1.63	125.00	<1	36.00	93.60
17G-R-023	<1	7.86	<30	594.30	<5	<0.1	2.34	<0.2	30.10	9.40	14.00	25.00	1.26	3.82	1.42	1.26	833.00	3.00	<5	0.07	9.00	<0.5	3.00	390.50	4.50	0.36	1.23	87.00	<1	68.00	71.60
17G-R-024	<1	7.61	183.00	312.30	<5	0.60	0.96	<0.2	34.30	6.50	24.00	27.00	0.90	3.93	1.27	0.64	408.00	8.00	8.00	0.04	14.00	3.10	3.00	344.10	4.40	0.41	0.98	85.00	3.00	82.00	79.10
17G-R-025	<1	7.78	<30	115.60	<5	<0.1	0.03	<0.2	35.00	1.20	25.00	19.00	0.81	1.15	0.10	0.02	55.00	<2	<5	0.05	13.00	35.10	2.00	77.80	6.30	0.39	2.56	79.00	2.00	22.00	71.90
17G-R-026	<1	7.75	<30	824.60	<5	<0.1	1.99	0.40	36.60	7.60	17.00	21.00	1.40	3.26	1.72	0.79	653.00	3.00	7.00	0.07	14.00	0.70	2.00	466.10	7.20	0.31	2.89	75.00	1.00	74.00	92.00
17G-R-027	<1	8.66	<30	681.00	<5	<0.1	2.86	0.40	38.20	9.60	12.00	21.00	1.38	3.75	1.46	1.02	864.00	2.00	6.00	0.12	12.00	0.70	1.00	650.60	4.80	0.42	1.38	125.00	<1	96.00	145.80
17G-R-028	<1	8.41	<30	608.40	<5	<0.1	2.52	<0.2	32.90	6.40	22.00	29.00	1.29	4.98	1.63	0.21	863.00	5.00	10.00	0.08	11.00	0.70	2.00	357.00	4.80	0.39	1.24	93.00	<1	59.00	124.70
17G-R-029	<1	8.55	<30	561.80	<5	<0.1	0.99	<0.2	31.30	10.10	11.00	22.00	1.20	1.45	1.27	0.12	368.00	2.00	<5	0.07	11.00	<0.5	1.00	237.20	4.50	0.38	1.14	98.00	<1	72.00	65.80
17G-R-031	<1	7.99	<30	743.10	<5	<0.1	2.88	<0.2	34.30	9.50	12.00	26.00	1.39	4.02	1.44	1.14	834.00	2.00	6.00	0.09	12.00	<0.5	1.00	426.10	4.50	0.38	1.42	105.00	<1	84.00	88.60
17G-R-032	<1	7.09	<30	550.30	<5	<0.1	5.49	0.30	28.10	10.60	19.00	24.00	1.27	4.19	1.00	0.84	1702.00	4.00	10.00	0.07	11.00	<0.5	1.00	359.00	4.50	0.35	1.35	102.00	<1	87.00	103.60
17G-R-033	<1	7.98	<30	797.50	<5	<0.1	1.80	<0.2	37.10	8.00	26.00	26.00	1.48	3.41	2.25	0.84	743.00	5.00	8.00	0.08	13.00	0.70	1.00	439.20	7.30	0.33	3.01	85.00	2.00	79.00	110.10
17G-R-034	<1	8.31	<30	675.10	<5	<0.1	4.41	0.20	30.60	11.60	<10	17.00	1.35	4.43	1.27	0.72	1532.00	2.00	6.00	0.08	13.00	<0.5	2.00	352.80	5.20	0.37	1.11	99.00	<1	106.00	108.90
17G-R-035	<1	7.44	<30	871.80	<5	<0.1	0.67	<0.2	31.90	1.70	12.00	7.00	1.19	1.32	2.51	0.17	149.00	3.00	<5	0.01	17.00	0.60	1.00	257.30	7.30	0.14	2.92	19.00	<1	59.00	106.90
17G-R-036	<1	8.63	<30	438.90	<5	<0.1	4.13	0.20	32.00	9.30	<10	13.00	1.41	4.15	0.59	1.20	1254.00	2.00	<5	0.09	10.00	<0.5	1.00	673.60	4.30	0.46	1.08	106.00	<1	81.00	132.50
17G-R-037	<1	8.70	<30	539.70	<5	<0.1	3.47	0.20	33.60	9.30	18.00	19.00	1.52	4.39	1.38	1.25	1152.00	5.00	<5	0.10	9.00	<0.5	1.00	421.30	4.50	0.45	1.14	106.00	<1	78.00	132.90
17G-R-038	<1	7.71	<30	464.60	<5	<0.1	1.08	0.90	24.40	10.00	13.00	27.00	1.25	4.19	1.37	0.39	335.00	4.00	6.00	0.06	10.00	0.80	1.00	302.90	4.50	0.42	1.41	71.00	<1	42.00	107.10
17G-R-039	<1	7.64	<30	1958.50	<5	<0.1	0.83	<0.2	25.70	6.90	<10	41.00	2.04	4.13	0.52	0.44	49.00	8.00	<5	0.11	8.00	<0.5	1.00	457.10	3.50	0.49	3.68	264.00	<1	47.00	115.40
17G-R-041	<1	7.93	<30	315.10	<5	<0.1	2.63	<0.2	26.80	16.30	14.00	35.00	1.12	5.40	0.56	2.04	1104.00	2.00	8.00	0.07	7.00	<0.5	2.00	482.10	3.10	0.48	0.73	140.00	<1	79.00	131.30
17G-R-042	<1	7.84	<30	776.90	<5	<0.1	3.00	<0.2	25.10	15.00	<10	39.00	1.42	5.17	1.10	1.51	1024.00	<2	7.00	0.07	8.00	<0.5	2.00	414.40	2.80	0.45	0.72	138.00	<1	77.00	117.20
17G-R-043	<1	8.28	<30	656.70	<5	<0.1	2.36	<0.2	24.90	18.50	17.00	41.00	1.34	5.23	1.83	2.01	1118.00	3.00	18.00	0.08	8.00	<0.5	<1	434.90	2.80	0.44	0.71	134.00	<1	82.00	107.10
17G-R-044	<1	8.15	<30	551.90	<5	<0.1	2.65	<0.2	34.00	9.90	14.00	21.00	1.40	4.85	1.41	0.95	1011.00	5.00	<5	0.08	9.00	<0.5	2.00	391.20	4.50	0.43	1.16	121.00	<1	73.00	152.10
17G-R-045	<1	7.18	<30	45.60	<5	<0.1	3.49	<0.2	28.20	6.10	53.00	23.00	0.84	3.06																	

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000	10000
17I-R-002	<1	1.12	<30	126.40	<5	<0.1	22.30	<0.2	9.80	1.30	30.00	<5	0.21	0.27	1.02	3.00	72.00	<2	16.00	0.01	<5	<0.5	<1	215.50	1.40	0.07	1.60	25.00	<1	20.00	64.80
17I-R-003	<1	0.87	<30	62.30	<5	<0.1	28.27	<0.2	12.60	1.70	<10	<5	0.22	0.47	0.51	0.47	142.00	<2	20.00	0.02	<5	<0.5	<1	224.30	1.80	0.09	2.17	32.00	<1	9.00	35.00
17I-R-004	<1	4.63	34.00	581.70	<5	0.30	0.31	<0.2	52.20	10.50	65.00	32.00	1.29	3.60	2.11	0.49	1104.00	9.00	32.00	0.06	<5	0.70	3.00	24.50	8.70	0.07	1.00	67.00	<1	21.00	26.70
17I-R-005	<1	0.20	<30	12.70	<5	<0.1	0.09	<0.2	2.50	2.60	848.00	11.00	0.11	1.08	0.06	0.06	138.00	3.00	18.00	0.02	7.00	0.50	<1	3.40	0.30	<0.01	0.06	17.00	<1	16.00	2.20
17I-R-006	<1	1.09	<30	106.10	<5	<0.1	28.01	<0.2	11.10	2.50	10.00	5.00	0.23	0.55	0.42	0.23	99.00	<2	21.00	0.02	10.00	<0.5	1.00	87.40	2.10	0.09	0.63	27.00	<1	13.00	27.30
17I-R-007	<1	1.94	<30	45.60	<5	<0.1	22.97	<0.2	39.50	4.30	15.00	7.00	0.59	1.61	0.50	1.05	1003.00	<2	23.00	0.29	33.00	<0.5	1.00	375.30	4.10	0.13	2.11	28.00	<1	50.00	38.60
17I-R-008	1.00	7.60	53.00	594.80	<5	1.00	0.57	0.40	57.40	51.50	243.00	18.00	1.35	6.19	2.94	0.39	472.00	4.00	11.00	0.07	234.00	3.10	5.00	98.30	15.00	0.35	7.31	68.00	2.00	236.00	46.40
17I-R-009	<1	7.72	<30	613.40	<5	<0.1	1.12	<0.2	62.70	6.10	33.00	15.00	1.49	3.38	3.20	0.57	536.00	7.00	8.00	0.07	13.00	1.20	5.00	121.00	15.30	0.44	3.72	48.00	1.00	57.00	58.40
17I-R-011	<1	5.82	<30	432.40	<5	0.20	1.06	<0.2	62.30	2.90	25.00	608.00	1.10	3.20	2.60	0.50	387.00	7.00	6.00	0.06	31.00	0.60	4.00	36.80	10.90	0.17	1.40	48.00	2.00	35.00	21.80
17I-R-012	<1	6.87	<30	433.80	<5	<0.1	0.81	<0.2	41.80	4.40	347.00	9.00	1.05	3.04	2.88	0.76	405.00	2.00	12.00	0.07	48.00	1.80	3.00	48.40	13.40	0.16	2.65	58.00	2.00	24.00	38.60
17I-M-013	<1	6.73	<30	100.40	<5	4.70	0.14	<0.2	8.40	26.90	28.00	9.00	0.15	5.58	0.73	0.29	115.00	22.00	<5	0.04	7.00	1.50	2.00	23.70	8.70	0.14	1.17	30.00	2.00	13.00	54.20
17I-R-014	<1	7.80	<30	310.10	<5	0.10	1.95	<0.2	18.10	2.90	36.00	12.00	1.03	2.28	0.85	0.48	421.00	8.00	6.00	0.01	7.00	1.30	2.00	246.10	15.10	0.39	1.06	31.00	<1	30.00	47.50
17I-R-016	<1	7.22	194.00	635.30	<5	0.50	2.19	1.40	50.50	5.60	22.00	22.00	1.15	2.90	3.44	0.65	1045.00	6.00	<5	0.06	93.00	1.10	3.00	40.80	8.90	0.16	1.71	70.00	2.00	187.00	52.70
17I-R-017	<1	8.30	116.00	546.40	<5	0.20	1.23	<0.2	40.90	6.40	23.00	7.00	1.05	3.47	3.11	2.46	1240.00	4.00	<5	0.06	11.00	1.10	2.00	31.20	8.50	0.15	1.51	106.00	3.00	58.00	43.40
17I-R-018	<1	7.19	95.00	386.60	<5	0.20	1.70	<0.2	53.30	5.80	323.00	12.00	0.95	2.97	2.73	0.84	619.00	<2	9.00	0.06	11.00	0.90	3.00	42.20	8.90	0.12	1.85	76.00	7.00	32.00	30.10
17I-R-019	<1	2.65	<30	830.30	<5	<0.1	11.15	0.20	22.90	1.40	17.00	6.00	0.82	1.10	1.95	8.67	1328.00	5.00	10.00	0.02	20.00	1.20	2.00	91.10	4.70	0.03	2.94	34.00	<1	84.00	51.30
17I-M-021	<1	6.90	<30	46.80	<5	<0.1	1.55	<0.2	38.40	0.90	245.00	<5	0.14	0.86	4.21	2.05	223.00	<2	7.00	0.02	18.00	0.80	5.00	19.80	13.80	0.05	4.78	16.00	1.00	127.00	69.70
17I-M-022	<1	0.22	<30	11.20	<5	<0.1	21.25	<0.2	2.30	1.70	<10	22.00	0.14	1.76	0.06	4.95	996.00	<2	18.00	0.04	5.00	<0.5	<1	635.30	0.30	0.04	1.56	26.00	<1	114.00	10.70
17I-R-023	<1	0.48	68.00	10.80	<5	<0.1	16.20	0.70	3.00	2.60	10.00	5.00	0.13	1.14	0.12	12.06	1927.00	5.00	16.00	0.09	26.00	1.70	<1	436.50	0.50	0.04	2.94	32.00	<1	255.00	22.70
17I-R-024	<1	6.45	<30	365.40	<5	0.10	0.76	0.20	66.10	11.10	334.00	13.00	1.20	3.56	1.26	1.17	751.00	<2	28.00	0.09	14.00	3.60	4.00	125.00	11.00	0.40	1.67	108.00	1.00	67.00	35.30
17I-R-025	<1	5.89	<30	260.00	<5	0.10	0.13	<0.2	82.20	0.80	19.00	7.00	0.51	1.75	4.32	0.11	113.00	5.00	<5	0.02	<5	1.60	3.00	21.20	10.90	0.04	2.72	13.00	2.00	13.00	40.90
17I-R-026	<1	8.08	<30	446.30	<5	0.20	1.50	<0.2	66.30	13.20	51.00	38.00	1.25	4.81	2.75	1.13	1369.00	6.00	22.00	0.09	8.00	5.70	6.00	110.90	11.30	0.33	1.55	98.00	10.00	85.00	46.20
17I-R-027	<1	7.54	<30	451.30	<5	<0.1	2.13	<0.2	46.30	9.40	338.00	34.00	1.13	3.69	2.29	1.61	628.00	<2	18.00	0.12	10.00	2.40	4.00	117.60	8.40	0.42	1.22	95.00	1.00	76.00	24.60
17I-R-028	<1	0.24	<30	16.90	<5	<0.1	4.09	0.30	0.60	1.10	30.00	5.00	<0.05	0.66	0.04	1.09	196.00	7.00	8.00	0.02	<5	0.70	1.00	33.40	0.20	<0.01	0.44	24.00	<1	28.00	4.40
17I-M-029	<1	0.84	<30	18.90	<5	<0.1	15.14	<0.2	4.90	2.20	<10	<5	0.13	1.21	0.27	11.69	1993.00	2.00	12.00	0.02	8.00	0.50	<1	91.00	0.60	0.05	1.81	35.00	<1	25.00	41.50
17I-R-031	<1	6.67	<30	4096.50	<5	0.20	0.67	0.30	76.70	0.80	21.00	7.00	3.57	1.34	5.74	0.16	213.00	5.00	<5	0.02	6.00	2.90	2.00	113.80	14.20	0.07	1.89	14.00	1.00	11.00	79.00
17H-R-001	<1	9.17	<30	568.20	6.00	0.10	0.79	<0.2	81.90	6.80	167.00	13.00	1.70	3.81	2.96	0.27	977.00	3.00	7.00	0.19	9.00	0.80	4.00	243.30	11.90	0.40	3.63	56.00	2.00	69.00	49.20
17H-R-002	<1	9.08	<30	884.50	7.00	<0.1	1.60	<0.2	84.50	6.00	20.00	10.00	1.98	3.74	3.27	0.71	953.00	5.00	<5	0.16	9.00	<0.5	8.00	497.30	13.90	0.48	3.55	35.00	1.00	72.00	33.90
16H-R-001	<1	0.22	<30	23.50	<5	<0.1	28.27	<0.2	3.40	1.00	<10	<5	0.06	0.40	0.08	0.30	79.00	<2	21.00	0.05	<5	<0.5	1.00	259.00	0.40	0.04	1.16	23.00	<1	9.00	7.90
16H-R-002	<1	1.49	<30	37.20	<5	<0.1	26.33	<0.2	20.30	3.00	11.00	<5	0.27	0.86	0.41	0.51	236.00	<2	22.00	0.04	<5	<0.5	2.00	426.00	3.10	0.10	0.76	41.00	<1	10.00	32.20
16H-R-003	<1	5.90	135.00	238.90	<5	0.30	0.11	<0.2	52.70	3.70	54.00	25.00	0.83	3.26	0.59	0.17	91.00	5.00	19.00	0.06	24.00	2.50	3.00	162.40	10.40	0.26	2.25	94.00	1.00	57.00	73.90
16H-R-004	<1	5.92	<30	197.40	<5	0.20	0.12	<0.2	97.40	0.80	56.00	11.00	0.75	1.57	0.31	0.06	43.00	6.00	5.00	0.02	24.00	0.90	3.00	97.10	10.30	0.33	1.91	58.00	1.00	12.00	125.50
16H-M-005	<1	9.24	264.00	160.70	<5	0.30	0.12	<0.2	90.10	2.20	440.00	23.00	1.19	9.75	0.21	0.05	59.00	<2	30.00	0.08	20.00	1.30	5.00	212.90	16.60	1.11	2.79	434.00	2.00	48.00	208.00
16H-R-006	<1	0.58	<30	100.00	<5	<0.1	30.14	<0.2	5.80	2.50	<10	<5	0.15	0.39	0.11	0.09	37.00	<2	23.00	0.02	<5	<0.5	<1	87.50	1.10	0.06	0.31	25.00	<1	6.00	12.20
16H-R-007	<1	2.86	<30	219.10	<5	0.10	6.18	0.20	27.80	5.60	31.00	16.00	0.64	2.64	0.74	0.38	482.00	4.00	15.00	0.05	9.00	0.50	<1	105.60	4.80	0.16	1.30	47.00	<1	45.00	42.70
16H-R-008	<1	4.89	<30	235.60	<5	0.20	13.48	0.40	43.40	8.70	161.00	73.00	0.82	2.63	1.15	0.47	611.00	2.00	25.00	0.09	17.00										

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000	10000
16H-R-023	<1	12.97	<30	245.50	<5	0.30	0.11	0.60	74.70	3.90	100.00	16.00	1.82	6.92	1.92	0.31	100.00	2.00	15.00	0.04	36.00	1.20	5.00	290.50	17.30	0.65	3.21	172.00	2.00	51.00	200.60
16H-M-024	<1	6.55	30.00	507.50	6.00	0.30	0.09	2.70	201.60	2.30	143.00	23.00	18.82	12.75	0.80	0.13	98.00	3.00	11.00	0.19	19.00	0.50	3.00	199.00	10.60	0.41	3.08	115.00	1.00	82.00	136.00
16H-M-025	<1	2.40	40.00	88.60	<5	2.50	7.59	<0.2	13.40	39.70	38.00	20.00	0.51	26.37	0.37	1.40	1534.00	9.00	14.00	0.14	12.00	4.00	1.00	100.60	1.50	0.17	2.07	116.00	329.00	60.00	48.40
16H-R-026	<1	5.90	<30	120.10	<5	0.20	11.81	1.20	44.80	9.40	37.00	28.00	0.90	2.92	1.07	0.94	787.00	3.00	28.00	0.08	13.00	0.70	2.00	247.30	7.70	0.30	2.82	202.00	2.00	110.00	69.90
16H-R-027	<1	5.11	<30	479.40	<5	0.20	5.65	<0.2	47.80	4.30	109.00	13.00	1.18	1.94	3.89	2.42	305.00	<2	13.00	0.05	15.00	<0.5	2.00	75.90	9.50	0.26	1.96	57.00	1.00	30.00	81.70
16H-R-028	<1	0.17	<30	8.00	<5	<0.1	29.96	<0.2	4.50	1.00	<10	6.00	0.07	0.30	0.07	0.35	139.00	<2	17.00	0.01	5.00	<0.5	<1	446.10	0.50	0.05	0.61	19.00	<1	13.00	9.00
16H-R-029	<1	0.64	<30	30.80	<5	<0.1	28.68	<0.2	8.60	1.30	<10	5.00	0.13	0.48	0.28	0.47	141.00	<2	17.00	0.01	<5	<0.5	<1	510.30	1.40	0.06	0.78	23.00	<1	6.00	23.50
16H-R-031	<1	0.20	<30	8.40	<5	<0.1	29.15	<0.2	5.70	0.90	<10	<5	0.09	0.30	0.07	0.32	127.00	<2	16.00	0.02	28.00	<0.5	<1	473.10	0.80	0.05	0.49	9.00	<1	11.00	7.80
16H-R-032	<1	10.06	<30	266.30	5.00	0.50	1.39	<0.2	86.70	13.80	72.00	28.00	1.52	5.46	2.45	0.86	2176.00	2.00	25.00	0.12	27.00	0.50	5.00	143.80	20.00	0.53	3.05	131.00	3.00	118.00	122.00
16H-R-033	<1	10.23	<30	243.00	5.00	0.50	2.44	<0.2	112.50	13.30	87.00	23.00	1.47	4.64	2.49	1.06	538.00	<2	26.00	0.10	22.00	<0.5	7.00	177.30	22.10	0.54	3.18	123.00	3.00	109.00	123.50
16H-R-034	<1	0.71	<30	23.00	<5	<0.1	27.31	2.60	10.90	1.60	11.00	<5	0.16	0.60	0.24	0.47	114.00	<2	17.00	0.06	<5	<0.5	1.00	591.00	1.20	0.07	0.60	15.00	<1	491.00	5.70
16H-R-035	<1	2.68	<30	85.70	<5	0.10	21.82	<0.2	30.60	3.70	19.00	16.00	0.46	1.00	0.75	1.25	206.00	<2	18.00	0.07	8.00	<0.5	2.00	589.40	5.50	0.16	1.14	25.00	<1	17.00	33.80
16H-R-036	<1	0.31	<30	11.00	<5	<0.1	28.46	<0.2	3.50	1.00	<10	8.00	0.05	0.48	0.08	1.09	72.00	<2	18.00	0.11	5.00	<0.5	1.00	697.00	0.50	0.05	1.18	7.00	<1	6.00	8.70
16H-R-037	<1	1.79	<30	123.40	<5	0.20	25.61	0.40	21.60	2.80	36.00	9.00	0.35	1.49	0.33	0.94	249.00	3.00	19.00	0.14	9.00	<0.5	1.00	547.50	4.20	0.12	1.82	25.00	<1	132.00	26.90
16H-R-038	<1	0.65	<30	37.70	<5	<0.1	27.38	<0.2	7.80	1.30	<10	6.00	0.12	0.39	0.16	0.59	73.00	<2	17.00	0.07	<5	<0.5	<1	698.10	1.10	0.06	0.80	11.00	<1	12.00	12.80
16H-R-039	<1	0.64	<30	108.70	<5	<0.1	28.41	0.30	9.60	1.90	10.00	<5	0.22	0.67	0.14	0.34	217.00	<2	17.00	0.06	6.00	<0.5	<1	535.40	1.10	0.06	1.36	14.00	<1	79.00	28.10
16H-R-041	<1	0.93	<30	22.20	<5	0.10	27.57	0.30	11.40	1.50	11.00	9.00	0.17	0.73	0.18	0.69	196.00	<2	17.00	0.06	14.00	<0.5	1.00	499.60	1.70	0.07	1.24	21.00	<1	60.00	14.60
16f-R-001	<1	9.65	<30	199.00	<5	<0.1	3.87	<0.2	33.70	14.50	<10	21.00	0.80	5.11	0.91	1.59	940.00	3.00	<5	0.07	10.00	0.70	<1	422.70	2.60	0.34	0.75	144.00	<1	84.00	32.80
16f-R-002	<1	0.34	<30	19.00	<5	<0.1	0.02	<0.2	6.10	2.00	38.00	10.00	0.07	1.18	0.09	0.01	148.00	12.00	<5	<0.01	<5	0.60	<1	4.70	0.50	0.01	0.19	14.00	<1	9.00	7.20
16f-R-003	<1	12.18	<30	330.00	<5	0.30	0.35	<0.2	38.80	21.50	125.00	72.00	0.86	5.12	4.35	0.60	625.00	3.00	37.00	0.03	8.00	0.60	3.00	56.30	9.10	0.75	2.88	165.00	1.00	25.00	150.30
16f-R-004	<1	10.15	<30	434.00	5.00	0.40	0.27	0.40	30.80	14.80	103.00	29.00	1.00	3.36	3.43	0.47	371.00	2.00	18.00	0.04	50.00	1.30	4.00	129.70	8.60	0.79	2.69	150.00	2.00	84.00	164.70
16f-R-005	<1	2.10	<30	49.00	<5	<0.1	0.04	<0.2	7.80	3.20	33.00	7.00	0.10	1.62	0.60	0.11	150.00	6.00	7.00	0.02	<5	<0.5	<1	9.40	1.30	0.21	0.33	20.00	<1	10.00	86.00
16f-R-006	<1	0.51	<30	17.00	<5	<0.1	0.02	<0.2	5.50	2.10	48.00	8.00	0.07	1.47	0.09	0.13	133.00	9.00	8.00	0.02	<5	<0.5	<1	4.80	0.90	0.08	0.25	9.00	<1	16.00	<0.5
16f-R-007	<1	4.08	<30	103.00	<5	0.10	4.42	<0.2	25.30	23.00	44.00	25.00	1.36	17.78	0.19	1.50	4775.00	3.00	47.00	0.12	<5	0.60	1.00	93.60	4.60	0.36	1.13	53.00	<1	82.00	120.40
16f-R-008	<1	6.19	<30	152.00	<5	0.40	0.24	0.20	40.30	26.50	65.00	27.00	0.81	4.55	1.29	0.69	214.00	7.00	71.00	0.06	73.00	0.70	<1	39.30	6.20	0.45	8.57	79.00	1.00	129.00	216.30
16f-R-009	<1	4.26	<30	152.00	<5	0.10	0.07	<0.2	21.40	15.20	63.00	8.00	0.33	2.69	1.08	0.39	145.00	4.00	22.00	0.02	116.00	1.20	1.00	24.60	3.40	0.46	0.84	43.00	1.00	34.00	229.40
16f-R-011	<1	4.25	<30	120.00	<5	0.10	0.55	<0.2	38.30	7.20	52.00	15.00	1.45	3.86	0.82	0.66	348.00	4.00	21.00	0.08	<5	<0.5	1.00	36.00	5.00	0.39	1.34	50.00	<1	22.00	236.90
16f-R-012	<1	0.72	<30	32.00	<5	0.40	0.04	<0.2	7.00	1.60	38.00	9.00	0.11	1.18	0.19	0.04	82.00	10.00	6.00	0.02	<5	<0.5	2.00	11.60	0.90	0.11	0.32	9.00	<1	6.00	24.30
16f-R-013	<1	7.28	<30	193.00	<5	0.20	0.19	<0.2	35.40	23.00	89.00	36.00	0.60	3.53	2.11	0.41	384.00	3.00	29.00	0.03	13.00	0.70	2.00	38.60	7.60	0.80	2.47	85.00	1.00	20.00	242.80
16f-R-014	<1	7.38	<30	134.00	<5	0.20	0.40	<0.2	60.20	24.20	65.00	39.00	1.33	9.95	0.67	1.20	1438.00	3.00	56.00	0.12	11.00	0.60	3.00	57.70	9.90	0.60	1.79	94.00	1.00	109.00	174.60
16f-R-015	<1	2.52	<30	65.00	<5	<0.1	0.07	<0.2	10.60	11.50	51.00	49.00	0.28	3.53	0.44	0.48	326.00	9.00	16.00	0.03	<5	<0.5	2.00	14.90	2.40	0.23	0.83	33.00	<1	16.00	141.70
16f-R-016	<1	1.47	<30	57.00	<5	<0.1	0.09	<0.2	7.40	11.50	39.00	14.00	0.20	3.02	0.17	0.46	253.00	6.00	14.00	0.03	<5	0.50	<1	9.10	1.00	0.23	0.24	22.00	<1	11.00	66.60
16f-R-017	<1	2.15	<30	31.00	<5	<0.1	0.06	<0.2	5.20	5.70	58.00	23.00	0.20	2.65	0.21	0.26	261.00	9.00	14.00	0.01	<5	<0.5	<1	11.10	1.80	0.16	0.34	16.00	<1	15.00	175.00
16f-R-018	<1	2.29	<30	49.00	<5	<0.1	0.26	<0.2	7.40	7.90	34.00	9.00	0.17	3.00	0.43	0.44	205.00	8.00	12.00	0.02	<5	<0.5	<1	7.90	1.00	0.08	0.26	18.00	<1	14.00	8.90
16f-R-019	1.00	9.60	<30	530.00	<5	0.30	3.16	14.30	37.80	12.20	31.00	26.00	0.98	3.86	1.86	1.12	805.00	9.00	9.00	0.07	7.00	<0.5	<1	408.30	5.20	0.30	0.75	92.00	2.00	487.00	31.80
16f-R-021	<1	1.16	<30	21.00	<5	<0.1	0.07	<0.2	14.60	3.40	43.00	10.00	0.14	2.10	0.08	0.11	132.00	11.00	7.00	<0.01	6.00	0									

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000	10000
15e-R-002	<1	8.83	<30	611.00	<5	0.20	2.94	0.20	54.70	12.20	16.00	8.00	1.87	5.23	2.08	1.15	1156.00	4.00	<5	0.13	29.00	6.70	6.00	404.20	4.30	0.52	1.10	98.00	1.00	93.00	174.20
15e-R-003	<1	7.06	<30	1002.00	<5	<0.1	0.35	0.50	29.20	0.80	16.00	6.00	1.14	1.07	2.90	0.06	553.00	5.00	<5	0.02	130.00	1.10	1.00	94.70	7.80	0.07	2.00	<5	<1	81.00	69.50
15e-R-004	<1	1.45	<30	63.00	<5	<0.1	0.06	<0.2	21.10	5.60	33.00	10.00	0.38	2.53	0.30	0.17	405.00	6.00	11.00	0.01	6.00	<0.5	<1	10.40	2.60	0.14	0.50	8.00	<1	157.00	213.40
15e-R-005	<1	7.31	<30	901.00	<5	<0.1	1.29	<0.2	72.60	1.30	17.00	6.00	1.59	1.16	2.35	0.26	227.00	4.00	<5	0.04	15.00	<0.5	<1	283.90	11.50	0.15	1.80	5.00	1.00	33.00	237.10
15e-R-006	<1	0.40	39.00	18.00	<5	0.40	0.04	0.50	12.80	2.70	28.00	18.00	0.16	2.97	0.02	0.02	274.00	55.00	5.00	<0.01	599.00	15.00	1.00	14.90	1.50	0.10	0.80	31.00	<1	110.00	164.60
15e-R-007	<1	1.54	<30	214.00	<5	0.10	0.05	<0.2	29.70	1.70	26.00	10.00	0.37	0.87	0.58	0.03	86.00	6.00	<5	<0.01	21.00	1.10	<1	12.00	4.50	0.33	0.70	10.00	<1	40.00	659.30
15e-R-008	<1	8.09	41.00	265.00	<5	0.30	0.19	<0.2	121.10	16.00	64.00	46.00	1.50	3.42	2.43	0.21	243.00	4.00	28.00	0.03	8.00	<0.5	2.00	83.00	16.80	0.66	4.90	97.00	2.00	17.00	350.10
15e-R-009	<1	7.03	<30	928.00	<5	<0.1	0.43	<0.2	32.90	0.70	20.00	6.00	1.17	1.07	2.69	0.07	341.00	6.00	<5	0.02	13.00	0.80	<1	67.20	8.10	0.11	1.70	5.00	<1	33.00	132.50
15e-R-011	<1	1.64	<30	61.00	<5	<0.1	0.07	<0.2	22.10	1.10	37.00	7.00	0.34	0.69	0.57	0.03	84.00	6.00	5.00	0.02	<5	<0.5	2.00	26.60	5.40	0.23	1.10	15.00	<1	13.00	523.70
15e-R-012	<1	0.30	<30	49.00	<5	<0.1	>35	0.30	16.20	1.10	16.00	<5	0.40	0.64	0.08	0.18	257.00	<2	17.00	0.04	42.00	<0.5	<1	166.30	2.40	0.12	0.40	31.00	<1	19.00	47.60
15e-R-013	<1	7.65	<30	448.00	<5	<0.1	4.05	<0.2	42.50	14.00	<10	11.00	1.61	6.15	0.90	1.65	1393.00	3.00	<5	0.14	7.00	1.80	2.00	420.60	3.80	0.92	1.20	167.00	<1	132.00	156.50
15e-R-014	<1	8.99	<30	394.00	<5	<0.1	4.23	0.30	60.20	11.60	12.00	10.00	1.74	4.92	1.14	1.65	1130.00	<2	7.00	0.14	18.00	9.20	1.00	484.80	4.40	0.77	1.40	143.00	<1	101.00	345.20
15e-R-015	<1	6.44	<30	852.00	<5	<0.1	0.84	<0.2	31.50	<0.5	18.00	<5	1.13	1.08	2.46	0.05	895.00	5.00	<5	0.02	16.00	0.60	<1	62.60	7.30	0.06	1.50	6.00	<1	42.00	89.20
15e-R-016	<1	7.69	106.00	353.00	5.00	0.10	0.25	0.40	92.20	44.80	76.00	100.00	1.46	2.39	3.62	0.34	466.00	3.00	20.00	0.10	9.00	11.70	4.00	23.60	14.40	0.60	2.50	82.00	1.00	32.00	410.10
15e-R-017	<1	9.35	<30	568.00	<5	<0.1	4.83	0.30	33.40	15.60	29.00	36.00	1.27	5.36	1.40	1.57	1038.00	6.00	9.00	0.07	13.00	0.80	2.00	342.60	6.80	0.47	1.79	174.00	1.00	98.00	65.70
15e-R-018	<1	8.97	34.00	537.00	<5	0.10	5.91	0.30	50.90	28.60	176.00	17.00	1.58	6.64	1.66	3.26	2091.00	<2	91.00	0.16	12.00	5.50	5.00	406.40	1.90	0.74	0.29	205.00	<1	209.00	56.90
15e-R-019	<1	7.11	<30	873.00	<5	<0.1	0.49	0.40	29.20	0.60	25.00	7.00	0.89	1.17	2.61	0.09	274.00	7.00	<5	0.02	13.00	1.20	<1	78.20	7.50	0.03	1.46	6.00	<1	24.00	53.80
15e-R-021	<1	7.19	<30	955.00	<5	<0.1	0.41	<0.2	33.20	<0.5	16.00	<5	1.12	1.08	2.83	0.07	579.00	5.00	<5	0.02	15.00	<0.5	<1	64.40	6.80	0.03	1.53	5.00	1.00	34.00	20.30
15e-R-022	<1	7.55	<30	1062.00	<5	<0.1	0.53	<0.2	30.90	0.60	32.00	5.00	1.25	1.31	3.09	0.06	843.00	9.00	<5	0.02	17.00	0.90	1.00	85.40	7.90	0.04	1.52	6.00	1.00	21.00	36.10
15e-R-023	<1	8.46	<30	974.00	<5	<0.1	2.16	<0.2	41.30	2.30	21.00	7.00	1.36	1.96	2.03	0.45	493.00	6.00	<5	0.05	17.00	0.80	1.00	448.80	6.70	0.14	1.32	29.00	<1	32.00	50.90
15e-R-024	<1	8.69	<30	754.00	<5	0.20	3.70	0.20	41.10	11.20	31.00	23.00	1.25	4.27	1.84	1.26	860.00	6.00	8.00	0.06	11.00	0.80	2.00	334.40	7.60	0.36	1.42	114.00	1.00	74.00	68.30
15e-R-025	<1	0.28	66.00	24.00	<5	2.80	0.04	0.30	18.60	0.70	30.00	28.00	0.10	1.96	0.09	0.01	95.00	10.00	<5	<0.01	24.00	2.30	1.00	7.00	1.00	0.02	0.29	<5	<1	21.00	9.50
15e-R-026	<1	12.55	<30	319.00	<5	0.40	0.45	<0.2	89.70	8.50	65.00	26.00	1.51	6.41	1.80	0.57	400.00	<2	28.00	0.09	9.00	1.20	14.00	187.40	12.80	0.47	1.18	166.00	2.00	76.00	56.60
15e-R-027	<1	10.45	<30	231.00	<5	<0.1	6.89	0.20	27.70	16.20	47.00	23.00	0.92	6.98	0.46	2.57	1142.00	2.00	26.00	0.07	7.00	0.90	1.00	517.10	0.80	0.66	0.21	279.00	<1	85.00	53.80
15e-R-028	<1	7.81	<30	778.00	<5	1.80	2.32	<0.2	44.40	6.60	32.00	40.00	1.09	3.28	2.35	0.78	690.00	6.00	7.00	0.05	11.00	0.80	3.00	278.00	9.60	0.24	1.76	65.00	3.00	55.00	49.10
15e-R-029	<1	9.47	37.00	619.00	<5	0.10	3.44	0.40	81.20	15.70	65.00	13.00	1.65	4.60	2.22	1.34	1250.00	3.00	13.00	0.05	12.00	1.40	12.00	234.80	10.80	0.67	1.80	167.00	1.00	98.00	64.60
15e-R-031	<1	8.71	<30	58.00	<5	<0.1	0.52	0.40	66.70	10.40	19.00	11.00	1.28	5.25	0.09	0.75	1202.00	3.00	<5	0.12	<5	0.60	2.00	61.10	6.90	0.47	1.22	106.00	<1	81.00	91.90
15e-R-032	<1	9.95	<30	864.00	<5	0.30	0.23	<0.2	61.30	7.00	15.00	100.00	1.65	5.45	3.21	1.13	261.00	<2	6.00	0.03	<5	<0.5	5.00	27.50	8.00	0.64	1.28	132.00	2.00	71.00	134.00
15e-R-033	<1	12.52	<30	61.00	<5	<0.1	0.18	<0.2	16.80	12.90	18.00	20.00	0.77	7.12	0.26	0.05	202.00	3.00	7.00	0.04	<5	<0.5	1.00	38.60	3.40	0.58	0.45	216.00	<1	46.00	50.20
15e-R-034	<1	9.91	<30	485.00	<5	<0.1	5.94	<0.2	57.40	34.20	15.00	20.00	1.75	7.47	1.20	3.17	1344.00	<2	24.00	0.17	<5	1.50	5.00	583.60	2.40	1.17	0.48	242.00	<1	89.00	77.80
15e-R-035	<1	8.85	<30	942.00	<5	0.10	3.22	0.30	77.50	13.70	48.00	25.00	1.39	4.11	2.88	1.45	804.00	3.00	20.00	0.10	15.00	0.90	3.00	359.70	12.10	0.52	1.91	126.00	2.00	53.00	58.10
15e-R-036	<1	8.86	<30	905.00	<5	0.10	3.51	0.30	73.20	16.10	56.00	35.00	1.47	4.59	2.93	1.68	881.00	5.00	23.00	0.12	18.00	0.70	3.00	387.70	12.20	0.56	2.89	138.00	1.00	62.00	66.40
15e-R-037	<1	9.13	<30	189.00	<5	0.20	2.76	<0.2	37.50	15.90	27.00	94.00	0.88	5.68	0.72	1.35	1013.00	2.00	14.00	0.12	8.00	4.60	1.00	569.80	2.60	0.64	0.76	221.00	<1	38.00	59.00
15e-R-038	<1	8.91	<30	80.00	<5	0.10	2.88	0.40	37.70	8.30	41.00	614.00	0.87	6.26	0.12	0.71	1455.00	4.00	11.00	0.12	21.00	2.40	1.00	701.90	2.00	0.57	0.75	218.00	<1	24.00	61.60
15e-R-039	<1	9.75	<30	579.00	<5	<0.1	2.89	<0.2	41.50	29.40	87.00	46.00	1.13	6.69	0.97	2.76	1470.00	2.00	46.00	0.14	6.00	0.60	2.00	551.10	2.70	0.70	0.78	252.00	<1	81.00	85.70
15e-R-041	<1	2.15	<30	27.00	<5	0.20	0.59	0.30	37.30	10.60	35.00	21.00	0.48	4.80	0.05	0.19	436.00	5.00	25.00												

Anexo 3
Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cu	Eu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Ni	P	Pb	Sb	Sn	Sr	Th	Ti	U	V	W	Zn	Zr
Unidad	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	%	%	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM	%	PPM	PPM	PPM	PPM	PPM
Metodo	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	ICM90A	
Limite Detec.	1	0.01	30	0.5	5	0.1	0.01	0.2	0.1	0.5	10	5	0.05	0.01	0.01	0.01	10	2	5	0.01	5	0.5	1	0.1	0.1	0.01	0.05	5	1	5	0.5
Limite Superior	1000	25	100000	10000	2500	1000	35	10000	10000	10000	100000	10000	1000	30	25	30	100000	10000	10000	25	10000	10000	10000	10000	10000	1000	25	1000	10000	10000	10000
17g-R-059	<1	3.36	38.00	655.00	<5	0.30	26.68	<0.2	24.30	5.60	<10	21.00	1.02	1.36	0.64	0.23	482.00	6.00	8.00	0.05	8.00	1.70	1.00	224.40	3.30	0.20	1.30	60.00	<1	35.00	75.50
17g-R-061	<1	11.19	<30	106.00	<5	<0.1	0.70	0.30	72.90	12.00	<10	27.00	1.96	3.64	0.41	0.15	1012.00	<2	<5	0.20	17.00	7.00	3.00	29.30	8.50	0.89	3.00	146.00	1.00	107.00	201.40
17g-R-062	<1	8.34	<30	666.00	<5	<0.1	3.66	<0.2	48.10	9.70	27.00	27.00	1.44	3.44	1.88	0.91	518.00	6.00	9.00	0.07	10.00	1.40	3.00	387.10	10.70	0.40	3.00	100.00	2.00	98.00	162.20
17g-R-063	<1	9.61	<30	332.00	<5	<0.1	7.59	<0.2	28.30	26.00	51.00	54.00	1.04	6.76	0.76	2.67	1180.00	3.00	20.00	0.06	6.00	<0.5	1.00	444.00	3.80	0.58	1.10	237.00	<1	96.00	159.20
17g-R-064	<1	6.13	<30	150.00	<5	0.10	0.15	<0.2	39.40	1.30	15.00	6.00	0.60	0.99	2.36	0.34	92.00	6.00	<5	0.01	7.00	1.10	2.00	39.20	10.10	0.14	3.20	17.00	1.00	52.00	61.40
17g-R-065	<1	5.62	<30	187.00	<5	0.10	0.31	<0.2	24.50	2.80	21.00	13.00	0.40	1.24	1.57	0.21	179.00	5.00	<5	<0.01	11.00	1.30	2.00	44.60	6.30	0.17	1.50	30.00	1.00	28.00	55.00
17g-R-066	<1	9.46	<30	376.00	<5	<0.1	7.06	<0.2	29.10	23.20	67.00	55.00	1.16	6.17	0.88	2.47	1080.00	3.00	20.00	0.06	5.00	<0.5	1.00	459.70	4.30	0.54	1.10	236.00	<1	88.00	109.00
17g-R-067	<1	8.57	<30	570.00	<5	<0.1	7.63	<0.2	26.40	18.20	44.00	50.00	1.21	5.03	1.58	1.52	1264.00	3.00	14.00	0.06	27.00	<0.5	2.00	482.10	4.90	0.47	1.50	194.00	<1	75.00	100.90
17g-R-068	<1	8.03	<30	805.00	<5	<0.1	1.88	<0.2	55.20	4.10	15.00	20.00	1.85	3.37	2.15	0.16	483.00	8.00	<5	0.07	12.00	1.00	2.00	257.50	11.10	0.44	3.40	74.00	1.00	83.00	234.00
17g-R-069	<1	8.62	<30	930.00	<5	0.10	3.65	<0.2	57.80	5.00	<10	17.00	2.40	3.01	0.88	0.86	683.00	3.00	<5	0.07	13.00	0.90	2.00	645.40	11.00	0.42	3.20	63.00	1.00	75.00	235.30
17g-R-071	<1	8.44	<30	528.00	<5	<0.1	5.38	<0.2	32.40	20.90	62.00	56.00	1.27	5.57	0.77	1.60	1011.00	3.00	26.00	0.09	8.00	<0.5	1.00	348.60	3.50	0.58	1.00	203.00	<1	101.00	132.00
17g-R-072	<1	8.31	<30	539.00	<5	<0.1	4.88	0.20	55.30	11.50	<10	20.00	1.97	5.59	0.53	1.20	1510.00	4.00	<5	0.14	13.00	<0.5	2.00	2297.50	6.60	0.80	1.90	114.00	<1	122.00	220.90
17g-R-073	<1	9.71	<30	176.00	<5	0.20	0.33	<0.2	40.40	3.80	12.00	22.00	0.82	3.58	2.32	0.45	49.00	3.00	<5	0.05	13.00	1.40	1.00	51.20	14.90	0.34	4.30	75.00	2.00	69.00	177.20
17g-R-074	<1	9.34	<30	433.00	<5	<0.1	6.03	0.30	34.70	22.10	48.00	61.00	1.41	5.79	1.56	1.65	1124.00	2.00	20.00	0.07	9.00	1.80	1.00	344.40	4.60	0.58	1.30	206.00	<1	100.00	153.60
17g-R-075	<1	10.00	30.00	83.00	<5	0.20	0.19	<0.2	42.90	1.00	12.00	17.00	1.02	1.43	0.44	0.07	52.00	4.00	<5	0.05	14.00	3.10	2.00	59.20	6.00	0.61	1.26	97.00	2.00	28.00	152.50
17g-R-076	<1	8.78	<30	527.00	<5	<0.1	5.68	0.80	37.20	24.60	39.00	54.00	1.11	6.90	1.15	2.71	1128.00	3.00	13.00	0.08	19.00	<0.5	2.00	371.90	3.70	0.51	0.77	243.00	<1	105.00	136.00
17g-R-077	<1	8.13	<30	495.00	<5	<0.1	4.18	<0.2	48.30	19.70	<10	55.00	1.29	6.33	1.58	1.44	1212.00	3.00	7.00	0.12	11.00	0.50	2.00	298.00	5.00	0.85	1.16	245.00	<1	103.00	191.00
17g-R-078	<1	7.36	<30	1359.00	<5	<0.1	4.30	<0.2	29.60	9.80	32.00	25.00	1.56	3.70	2.00	0.67	1285.00	3.00	9.00	0.06	11.00	0.80	2.00	207.70	3.70	0.37	0.92	117.00	1.00	85.00	136.60

Análisis: Laboratorios SGS del Perú.

Anexo 4
Análisis Químico de Oro de Muestras Estudiadas

Nº	CÓDIGO	Au g/Tm
1	17f-R-002	<0.005
2	17f-R-009	<0.005
3	17f-R-021	0.018
4	17f-R-025	<0.005
5	17f-R-032	<0.005
6	17f-R-036	<0.005
7	17f-R-041	<0.005
8	17f-R-048	<0.005
9	17f-R-053	<0.005
10	17f-R-054	<0.005
11	17f-R-059	<0.005
12	17f-R-063	<0.005
13	17f-R-068	<0.005
14	17g-R-001	<0.005
15	17g-R-006	<0.005
16	17g-R-014	<0.005
17	16g-R-001	0.046
18	16g-R-004	0.007
19	16g-R-005	<0.005
20	16g-R-006	<0.005
21	16g-R-008	<0.005
22	16g-R-009	<0.005
23	16g-R-010	<0.005
24	16g-R-011	<0.005
25	16g-R-017	<0.005
26	16g-R-018	<0.005
27	16g-R-019	<0.005
28	16g-R-021	<0.005
29	16g-R-022	<0.005
30	16g-R-023	<0.005
31	16g-R-024	<0.005
32	16g-R-025	<0.005
33	16g-R-026	<0.005
34	16g-R-027	<0.005
35	16g-R-028	<0.005
36	16g-R-031	<0.005
37	16g-R-032	<0.005

Nº	CÓDIGO	Au g/Tm
38	16g-R-033	<0.005
39	16g-R-034	<0.005
40	16g-R-035	<0.005
41	16g-R-036	<0.005
42	16g-R-037	<0.005
43	17g-R-019	<0.005
44	17g-R-021	<0.005
45	17g-R-022	<0.005
46	17g-R-024	<0.005
47	17g-R-031	<0.005
48	17g-R-032	<0.005
49	17g-R-033	<0.005
50	17g-R-034	<0.005
51	17g-R-035	<0.005
52	17g-R-037	<0.005
53	17g-R-042	<0.005
54	17g-R-045	<0.005
55	17g-R-047	<0.005
56	17g-R-049	<0.005
57	17g-R-051	<0.005
58	17g-R-054	<0.005
59	17g-R-057	<0.005
60	17i-R-001	<0.005
61	17i-R-002	<0.005
62	17i-R-003	<0.005
63	17i-R-004	<0.005
64	17i-R-005	<0.005
65	17i-R-006	<0.005
66	17i-R-007	<0.005
67	17i-R-008	<0.005
68	17i-R-009	<0.005
69	17i-R-011	<0.005
70	17i-R-012	0.054
71	17i-M-013	<0.005
72	17i-R-014	<0.005
73	17i-R-019	<0.005
74	17i-M-021	<0.005

Nº	CÓDIGO	Au g/Tm
75	17i-M-022	<0.005
76	17i-R-023	<0.005
77	17i-R-024	<0.005
78	17i-R-025	<0.005
79	17i-R-026	<0.005
80	17i-R-027	<0.005
81	17i-R-028	<0.005
82	17i-M-029	<0.005
83	17i-R-031	<0.005
84	17h-R-001	<0.005
85	17h-R-002	<0.005
86	16h-M-005	<0.005
87	16f-R-004	<0.005
88	16f-R-008	<0.005
89	16f-R-015	<0.005
90	16f-R-016	<0.005
91	16f-M-026	<0.005
92	15e-R-001	<0.005
93	15e-R-002	<0.005
94	15e-R-003	<0.005
95	15e-R-006	0.017
96	15e-R-013	<0.005
97	15e-R-024	<0.005
98	15e-R-029	<0.005
99	15e-R-034	<0.005
100	15e-R-038	<0.005
101	15e-R-041	<0.005
102	17g-R-059	<0.005
103	17g-R-061	<0.005
104	17g-R-062	<0.005
105	17g-R-065	<0.005
106	17g-R-071	<0.005
107	17g-R-073	<0.005
108	17g-R-076	<0.005
109	17g-R-078	<0.005

L.D.M.:	0.005
---------	-------

MÉTODO: DL-ME-007 ANÁLISIS DE ORO POR ENSAYO AL FUEGO Y DETERMINACION ANALÍTICA POR AAS-FLAMA Y GRAVIMETRÍA EN INGEMMET

Anexo 5
Análisis de Roca Total de Muestras por MétodoXRF

Código	Ubicación		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI
	Este	Norte	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
17g-R-033	804619.00	9104576.00	64.40	0.50	16.20	4.94	0.08	1.48	3.24	3.92	2.93	0.17	2.68
16g-R-005	785820.00	9124000.00	61.10	0.54	16.70	6.37	0.09	1.74	5.85	3.27	2.03	0.17	3.30
16g-R-023	789678.00	9124902.00	56.20	0.77	17.70	8.37	0.16	3.89	7.43	3.20	1.40	0.20	1.32
16g-R-018	788420.00	9127486.00	55.60	0.80	17.80	9.14	0.14	3.29	7.42	2.94	1.07	0.21	2.60
16g-R-031	783096.00	9121236.00	57.30	0.63	16.20	6.76	0.10	2.92	6.11	2.97	1.82	0.17	4.25
17g-R-028	807236.00	9105574.00	59.60	0.60	17.50	7.04	0.10	0.39	4.67	3.04	2.11	0.18	5.51
17g-R-031	807567.00	9104449.00	54.40	0.62	17.30	6.12	0.11	2.15	5.58	3.35	1.99	0.22	9.21
17g-R-046	781277.00	9088946.00	57.90	0.67	16.10	6.81	0.13	2.68	4.69	3.49	1.97	0.15	6.13
17g-R-036	779498.00	9097384.00	57.40	0.72	18.40	6.27	0.16	2.40	7.96	2.99	0.78	0.23	2.80
17g-R-037	779417.00	9097440.00	58.50	0.70	18.60	6.58	0.14	2.25	6.72	3.73	1.73	0.23	1.91
17f-R-051	772150.00	9082923.00	66.40	0.31	13.50	3.34	0.07	0.92	3.98	3.11	2.24	0.09	6.65
17f-R-042	773341.00	9085944.00	70.20	0.37	15.00	3.73	0.03	0.55	1.48	3.16	3.58	0.11	3.15
17f-R-046	767803.00	9085750.00	54.00	1.16	17.60	8.84	0.19	3.42	6.58	3.58	1.63	0.25	3.44
17f-R-034	769513.00	9083625.00	53.60	1.19	17.90	9.36	0.17	3.27	6.90	3.70	0.89	0.27	3.24
17f-R-035	769915.00	9083551.00	53.90	1.17	17.90	9.18	0.16	3.25	7.04	4.10	1.17	0.23	2.11
17f-R-043	769560.00	9083960.00	54.20	1.18	18.10	8.90	0.15	2.92	7.06	3.67	1.49	0.27	2.71
17f-R-044	769945.00	9083686.00	54.50	1.16	17.60	8.92	0.15	3.26	5.48	5.50	1.26	0.25	2.84
17g-R-015	802179.00	9088796.00	56.60	0.79	18.20	7.45	0.08	1.90	6.86	3.47	1.46	0.25	3.82
17g-R-007	799922.00	9087984.00	67.40	0.24	13.60	2.38	0.02	0.95	2.79	1.44	3.66	0.07	8.62
17g-R-008	801979.00	9089935.00	56.50	0.79	18.40	7.71	0.15	2.71	7.23	3.78	1.42	0.27	1.84
17g-R-010	801043.00	9090762.00	60.60	0.70	17.40	6.10	0.05	1.72	6.06	3.59	2.23	0.21	2.00
17h-R-002	214756.00	9114516.00	62.90	0.71	16.90	5.44	0.12	1.13	2.90	5.20	4.28	0.34	0.77
17i-R-009	241065.00	9071246.00	67.10	0.64	14.30	4.77	0.05	0.92	1.89	4.60	4.01	0.15	1.10
17i-R-014	243200.00	9068870.00	70.30	0.62	14.60	3.29	0.04	0.78	3.49	5.92	1.02	0.02	0.85
17f-R-008	757806.00	9106277.00	58.80	1.12	16.10	8.35	0.21	2.87	6.40	2.80	1.58	0.33	2.10
17f-R-016	759445.00	9104574.00	62.20	0.63	15.20	4.93	0.15	2.62	4.71	0.37	1.97	0.16	7.69
17f-R-003	756388.00	9102552.00	56.10	0.73	17.70	6.85	0.05	3.72	5.92	2.95	0.24	0.16	6.01
17f-R-005	756835.00	9104260.00	48.10	1.06	20.20	9.84	0.15	3.76	8.07	3.31	0.77	0.23	4.77
17f-R-029	758200.00	9103780.00	59.50	0.65	16.70	6.15	0.09	2.89	6.11	1.60	1.62	0.16	5.18
17f-R-018	758550.00	9105270.00	53.00	1.06	18.50	10.50	0.15	4.62	8.39	2.79	1.01	0.24	0.83
17f-R-019	758090.00	9105520.00	63.50	1.14	15.50	7.20	0.17	1.22	4.02	3.88	2.83	0.40	0.45
17f-R-011	756895.00	9105643.00	53.30	0.99	19.50	8.60	0.16	2.78	8.82	3.01	0.88	0.23	2.35
15e-R-018	676486.00	9217572.00	52.10	1.19	17.00	8.02	0.25	6.06	8.03	2.95	2.06	0.37	0.69
17f-R-057	747546.00	9084770.00	45.60	0.91	18.00	7.65	0.13	3.63	13.60	2.82	0.73	0.17	7.48
17f-R-058	747458.00	9084265.00	40.30	0.82	16.50	6.76	0.15	3.71	16.70	2.43	0.98	0.17	12.80
16f-R-019	760372.00	9164195.00	65.30	0.50	16.20	4.85	0.09	1.96	4.32	3.48	1.82	0.17	0.78
15e-R-019	676481.00	9217572.00	75.60	0.06	13.30	1.39	0.02	0.14	0.60	4.99	3.06	0.06	0.61
15e-R-022	677905.00	9220180.00	75.20	0.05	13.40	1.55	0.08	0.10	0.60	4.87	3.54	0.05	0.13
15e-R-001	679309.00	9219735.00	76.00	0.05	13.50	1.05	0.02	0.10	0.66	5.10	3.32	0.05	0.73
15e-R-002	679258.00	9219859.00	61.00	0.83	16.30	6.51	0.13	1.91	3.72	4.42	2.50	0.29	1.54
15e-R-013	683149.00	9221964.00	56.00	1.28	16.00	8.53	0.18	3.10	5.67	4.09	1.22	0.36	2.70
15e-R-014	678067.00	9217841.00	56.30	1.11	17.60	6.32	0.13	2.88	5.74	5.23	1.46	0.34	1.52
15e-R-015	676844.00	9218571.00	75.50	0.05	13.40	1.49	0.11	0.10	1.22	4.71	3.36	0.05	0.78
15e-R-035	691194.00	9175209.00	62.70	0.75	15.60	4.85	0.08	2.39	4.46	3.81	3.70	0.23	0.79
15e-R-017	677998.00	9216693.00	60.20	0.73	17.20	6.42	0.12	2.81	6.24	3.46	1.74	0.16	0.54
15e-R-023	689891.00	9174107.00	70.20	0.22	15.00	2.29	0.04	0.73	2.77	4.26	2.35	0.11	0.70
15e-R-024	689581.00	9173500.00	64.50	0.54	15.70	4.98	0.09	2.22	4.69	3.55	2.22	0.14	0.74
15e-R-027	691098.00	9172674.00	51.10	1.14	19.50	8.44	0.13	4.71	9.06	3.01	0.55	0.16	1.24
15e-R-028	690185.00	9173720.00	67.80	0.36	14.50	4.01	0.07	1.41	3.11	3.40	2.90	0.11	1.07
16f-R-001	770015.00	9163170.00	56.00	0.59	17.00	6.17	0.12	2.62	5.18	4.13	1.02	0.15	5.36
17i-R-025	224520.00	9086050.00	76.20	0.09	11.60	2.70	0.01	0.18	0.11	2.28	6.11	0.05	1.21
17i-R-031	224640.00	9089615.00	73.80	0.15	12.30	1.97	0.02	0.26	0.94	1.09	7.56	0.03	2.47
17i-R-018	226793.00	9112567.00	65.50	0.54	14.30	4.44	0.07	1.48	3.23	2.14	3.63	0.12	3.56
17i-R-026	224987.00	9085738.00	62.30	0.76	14.70	6.95	0.16	1.74	2.65	0.09	3.47	0.19	8.38

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapas

Mapa 1	Mapa de los principales depósitos metálicos de la región La Libertad
Mapa 2	Mapa de franjas metalogenéticas de la región La Libertad
Mapa 3	Mapa Potencial minero metálico de la región La Libertad
Mapa 4	Mapa Geológico de Paybal
Mapa 5	Mapa Geológico de Pampa Grande
Mapa 6	Mapa Geológico de Campo Alegre
Mapa 7	Mapa Geológico de Vira Vira
Mapa 8	Mapa Geológico de San José
Mapa 9	Mapa Geológico de Alto del Zorzal
Mapa 10	Mapa Geológico de Calamarca (Sector Norte)
Mapa 11	Mapa Geológico de Calamarca (Sector Sur)
Mapa 12	Mapa Geológico de Baños Chimú (Sector Oeste)
Mapa 13	Mapa Geológico de Baños Chimú (Sector Este)
Mapa 14	Mapa Geológico de Órganos
Mapa 15	Mapa Geológico de La Cruz del Valle
Mapa 16	Mapa Geológico de Mitumba
Mapa 17	Mapa Geológico de la Calera
Mapa 18	Mapa Geológico de Hacienda Rucos
Mapa 19	Mapa Geológico de Maraibamba
Mapa 20	Mapa Geológico de Marcabal

Figuras

Figura 1.1	Mapa de ubicación de la región La Libertad.
Figura 1.2	Mapa geomorfológico de la región La Libertad (Basado en Geomorfología de Medina <i>et al.</i> , 2012).
Figura 2.1	Mapa Geológico de la región La Libertad (Basado en Boletines de la Carta Geológica del Ingemmet).
Figura 2.2	Ubicación de las muestras de rocas intrusivas de la región La Libertad analizadas por fluorescencia de Rayos X. Intervalos de muestras de 17f-R-003/005 es 17f-R-003 al 17f-R-005.
Figura 2.3	Clasificación geoquímica de las rocas volcánicas intrusivas de la región La Libertad.
Figura 2.4	Clasificaciones petroquímicas de las rocas intrusivas de la región La Libertad (véase leyenda de Figura 2.3).
Figura 2.5	Aluminosidad de las rocas de la región La Libertad (véase leyenda de Figura 2.3).

- Figura 2.6** Mapa de rocas intrusivas de la región La Libertad.
- Figura 2.7** Mapa estructural de la Región La Libertad.
- Figura 2.8** Ambiente tectónico relacionado con las diferentes unidades geológicas de rocas ígneas.
- Figura 3.1** Mapa de ubicación de Buldibuyo.
- Figura 3.2** Plano geológico regional de la Franja de Pataz (Hoyos, 2003).
- Figura 3.3** Plano geológico regional de la Región Pataz en donde se aprecia la mina Poderosa y El Gigante. (Villanes, 2006).
- Figura 3.4** Mapa de ubicación de Poderosa.
- Figura 3.5** Control estructural en Poderosa (Tomado Villanes, 2006).
- Figura 3.6** Mapa de ubicación de Pataz.
- Figura 3.7** Mapa de ubicación de Parcoy.
- Figura 3.8** Mapa estructural de la zona de Parcoy en Pataz (tomado de Maque, 2007).
- Figura 3.9** Mapa de ubicación de El Gigante.
- Figura 3.10** Mapa de ubicación de Salpo.
- Figura 3.11** Mapa de ubicación El Toro.
- Figura 3.12** Mapa de ubicación Tres Cruces.
- Figura 3.13** Mapa de ubicación Alto Dorado.
- Figura 3.14** Mapa de ubicación Quirivilca.
- Figura 3.15** Mapa de ubicación Igor.
- Figura 3.16** La Bola de Igor. Tomado de Noble & Montoya (2005).
- Figura 3.17** Mapa de ubicación Soyapullo.
- Figura 3.18** Mapa de ubicación Lagunas Norte.
- Figura 3.19** Mapa de ubicación La Arena.
- Figura 3.20** Mapa de ubicación La Virgen.
- Figura 3.21** Mapa de ubicación Santa Rosa.
- Figura 3.22** Mapa de ubicación Rosario de Belén.
- Figura 3.23** Mapa de ubicación Callullin.
- Figura 3.24** Mapa de ubicación Machasen.
- Figura 3.25** Mapa de ubicación Pachagón.
- Figura 3.26** Diagrama de Sr/Y vs. Th. Franja I: Complejo del Maraño e intrusivos del Precámbrico (Proterozoico); Franja II: Batolito de Pataz; Franja III: Lavas del Grupo Mitu; Franja VI: Intrusivos del Eoceno; Franja VIII: Volcánicos y tobas del Grupo Casma; Franja X: Volcánico Oyotún; Franja XX-B: Subvolcánicos y vetas, Batolito de la Costa, Pórfido de Cuarzo y Monzonita, Diques en rocas sedimentarias del Cretáceo; Franja XX-A: Volcánicos Calipuy.
- Figura 3.27** Diagrama de FeO Total vs Eu/Eu*. Símbolos de la Figura 3.47.
- Figura 5.1** Mapa de ubicación Paybal.
- Figura 5.2** Mapa de ubicación Pampa Grande.
- Figura 5.3** Mapa de ubicación Campo Alegre.
- Figura 5.4** Mapa de ubicación Villa Viva.
- Figura 5.5** Mapa de ubicación San José.
- Figura 5.6** Mapa de ubicación Alto del Zorzal.

- Figura 5.7** Mapa de ubicación Calamarca.
- Figura 5.8** Mapa de ubicación Baños Chim{u.
- Figura 5.9** Mapa de ubicación Órganos.
- Figura 5.10** Mapa de ubicación Cruz del Valle.
- Figura 5.11** Mapa de ubicación Mitubamba.
- Figura 5.12** Mapa de ubicación La Calera.
- Figura 5.13** Mapa de ubicación Hacienda Rucos.
- Figura 5.14** Mapa de ubicación Maraibamba.
- Figura 5.15** Mapa de ubicación Marcabal.

Fotos

- Fotografía 5.1** Toba de cenizas y cristales con óxidos en pátinas y fuertemente argilizada, perteneciente a la secuencia Nm-que/1 (17g-R-029; coord.: 9104825, 807342).
- Fotografía 5.2** Toba de cenizas, cristales y bloques con moderada argilización y silicificación, perteneciente a la secuencia Nm-qui/3 (17g-R-018; coord.: 9107608, 806212).
- Fotografía 5.3** Vista panorámica mirando al NO del afloramiento de Pórfido Andesita cortado por la quebrada Huacamarcanga.
- Fotografía 5.4** Zona de falla afectando la secuencia volcánica Nm-to/2. Se observa el techo inalterado en contacto con el piso fuertemente argilizada y oxidado.
- Fotografía 5.5** Toba de cristales y cenizas de textura obliterada producto de la fuerte alteración argílica y óxidos en pátinas.
- Fotografía 5.6** Goethita, jarosita y hematita relleno de fracturas y diseminado en las tobas volcánicas de cristales y cenizas.
- Fotografía 5.7** Tobas de cristales inalterado, con cenizas y pómez de la secuencia PoNm-pay/3 (16g-R-033; coord.: 9116712, 782981).
- Fotografía 5.8** Tobas de cristales con cenizas y líticos de la secuencia Nm-pay/6 (16g-R-024a; coord.: 9121008, 783499).
- Fotografía 5.9** Lavas andesíticas de la secuencia Nm-pay/7 englobando clastos de tobas de cenizas y cristales (16g-R-013; coord.: 9128996, 785803).
- Fotografía 5.10** Tobas de cristales y ceniza con leve alteración supérgena de la secuencia Nm-pay/8.
- Fotografía 5.11** Intrusivo subvolcánico pórfido cuarcífero con moderada argilización y óxidos en forma diseminada.
- Fotografía 5.12** Tobas de cristales, cenizas y pómez con fuerte argilización. Los óxidos están como limonitas y trazas de malaquita finamente diseminada.
- Fotografía 5.13** Lavas andesíticas alteradas y arenosas gris verdosas.
- Fotografía 5.14** Facie oriental bien estratificada de la secuencia PoNm-pau/2 conformada por tobas volcánicas de cristales y líticos (17g-R-078; coord.: 9105766, 788385).
- Fotografía 5.15** Brechas volcánicas con clastos volcánicos en la base.
- Fotografía 5.16** Veta argilizada de dirección N248° y buzamiento emplazada dentro de las tobas de cristales de la secuencia Po-cal (17g-R-059; coord.: 9104717, 784488).
- Fotografía 5.17** Tobas volcánicas de cristales y líticos levemente propilitizadas y argilizadas de la secuencia PoNm-pau/2 (17g-R-076; coord.: 9102354, 787256).
- Fotografía 5.18** Lavas volcánicas de la secuencia Nm-ur degradándose a suelo y con moderada alteración supérgena.
- Fotografía 5.19** Afloramiento de lavas andesíticas con trazas de óxidos de hierro (hematita) y moderado magnetismo de la secuencia Po-tor/3-A.

- Fotografía 5.20** Depósito de flujo de cenizas, cristales, pómez y lahares. Presenta leve a moderada oxidación superficial de la secuencia Po-cu/3 (17g-R-002; coord.: 9090249, 803424).
- Fotografía 5.21** Dique andesítico con fenos de anfíboles, cuarzo y feldespato. Se presenta como un crestón con azimut y buzamiento: N 210°/85° (17g-R-003, coord.: 9089750, 803237).
- Fotografía 5.22** Afloramiento de flujos de ceniza gris claro, levemente argilizada y con trazas de óxidos de hierro (goethita, hematita).
- Fotografía 5.23** Flujos volcánicos moderadamente silicificados, con venillas milimétricas de sílice con óxidos (hematita, limonita).
- Fotografía 5.24** Vista panorámica mirando al SE del Cerro Represa, compuesto de areniscas cuarzosas de la Formación Tinajones, con moderada alteración supérgena.
- Fotografía 5.25** Flujo de lava andesítica color gris oscuro con cristales muy finos de plagioclasas y máficos, con leve silicificación y magnetismo de la secuencia Pe-sj/1-A (17f-R-003; coord.: 9102552, 756388).
- Fotografía 5.26** Depósito de flujo de piroclásticos de cristales y líticos con alteración supérgena de la secuencia Po-car/2 (17f-R-017; coord.: 9104734, 759058).
- Fotografía 5.27** Detalle de dacita porfirítica con fenos de cuarzo, feldespato y anfíboles. Presenta leve magnetismo (17f-R-023; coord.: 9104073, 758333).
- Fotografía 5.28** Flujo de lava andesítica fuertemente alterada (argilizada), con patinas de óxidos de hierro (limonita y jarosita).
- Fotografía 5.29** Flujo de lava andesítico color gris con fuerte propilitización, leve alteración supérgena y leve oxidación (hematita diseminada) en secuencia de Po-sp/2-A (17f-R-035; coord.: 9083551, 769915).
- Fotografía 5.30** Toba volcánica de cristales con ojos de cuarzo y líticos. Moderada alteración supérgena y leve oxidación (goethita en fracturas) en la secuencia Po-car/2 (17f-R-042; coord.: 9085944, 773341).
- Fotografía 5.31** Vista panorámica del Cerro Colorado mirando al NO.
- Fotografía 5.32** Toba de cristales (con ojos de cuarzo). Presenta moderada argilización y débil silicificación, además moderada oxidación (hematita 3%, goethita 1%, jarosita 1%, en fracturas y diseminado).
- Fotografía 5.33** Toba de cristales con fuerte propilitización, cortado por venillas de cuarzo y epidota, menores de 2mm, débil oxidación (hematita 0.5% diseminada).
- Fotografía 5.34** Flujo de lava andesítica alterado con fina piritita diseminada y en parches.
- Fotografía 5.35** Toba de cristales con líticos cortado por venillas milimétricas de anhidrita y levemente propilitizadas.
- Fotografía 5.36** Toba de cristales con cenizas cortado por venillas milimétricas de anhidrita y calcita hasta de 1 mm. Leve propilitización en la secuencia de Po-cal (17g-R-041; coord.: 9094920, 781080).
- Fotografía 5.37** Vista panorámica mirando al oeste del afloramiento de *stock* dacítico con textura porfirítica cortando las secuencias de tobas volcánicas.
- Fotografía 5.38** Toba de cenizas alterada de aspecto blanco terroso, con minerales de anhidrita y yeso diseminado, y en venillas entrecruzadas.
- Fotografía 5.39** Toba de cenizas alterada por óxidos (hematita, goethita, jarosita) en microfracturas.
- Fotografía 5.40** Cuarcitas gris claros de la Formación Chimú en estratos tabulares casi horizontales.
- Fotografía 5.41** Nivel inferior de la Formación Santa-Carhuaz compuesto de lutitas intercalado con areniscas en la quebrada Higuierón.
- Fotografía 5.42** Cuarcitas de la Formación Farrat presentado estructuras producto de un dinometamorfismo en la quebrada Simbrón.
- Fotografía 5.43** Cuarcita gris pardo de grano fino en estratos de 15 cm intercalado con limolitas oscuras. Cortado por venillas de sílice de hasta 1 mm (Estratificación: N310°/50°NE).
- Fotografía 5.44** Pliegues tumbados en las areniscas intercaladas con limolitas (16f-R-014; coord.: 9164252, 768267) de la Formación Santa-Carhuaz en la quebrada Simbrón.
- Fotografía 5.45** Estructuras silíceas (16f-M-024; coord.: 9164358, 768290) en las areniscas de la Formación Farrat, cerca de eje anticlinorio tumbado de la quebrada Simbrón.

- Fotografía 5.46** Limolitas gris-claras amarillentas friables (15e-R-008; coord.: 9219130, 682030) y en finas capas de la Formación Santa-Carhuaz.
- Fotografía 5.47** Niveles inferiores de las areniscas de la Formación Farrat en estratos finos en la quebrada Higuérón.
- Fotografía 5.48** Vista panorámica mirando al sur de lutitas rojas (15e-R-033; coord.: 9172204, 691954) del Grupo Mitu debajo de los derrames volcánicos andesíticos del Grupo Oyotún.
- Fotografía 5.49** Derrames volcánicos silicificados color gris azulados de composición andesítica de la Formación Oyotún.
- Fotografía 5.50** Areniscas cuarzosas (16e-R-001; coord.: 9170154, 691866) de la Formación Chimú en el cerro Cuatro Picos, rodeado de depósitos eólicos de arenas.
- Fotografía 5.51** Monzonita (15e-R-035; coord.: 9175209, 691194) perteneciente al Batolito de la Costa que aflora cerca a la quebrada Caña Brava.
- Fotografía 5.52** Secuencias del volcánico Oyotún en contacto con las areniscas Chimú por una falla normal. Se observa atrás de estos un extenso afloramiento de granodiorita perteneciente al Batolito de la Costa.
- Fotografía 5.53** Areniscas cuarcíticas disturbadas del Chimú con fuerte oxidación (hematita) diseminado y en fracturas.
- Fotografía 5.54** Granito gneisificado (17i-R-011; coord.: 9070468, 240810) de edad Paleozoica.
- Fotografía 5.55** Lavas andesítica y moderada a fuerte propilitización (17f-R-067; coord.: 9086069, 747065).
- Fotografía 5.56** Lavas andesíticas con trazas y microvenillas de clorita. Presenta piritita muy fina diseminada y en microvenillas (17f-R-053; coord.: 9086031, 751553).
- Fotografía 5.57** Vista mirando al sur de una veta de calcita (N230°/ 78°NO/ 1.5 m de potencia) cortando las tobas volcánicas de cenizas y cristales.
- Fotografía 5.58** Flujos de lava color marrón rojizo con óxidos (hematita, goethita) y sulfuros (pirita, trazas de calcopirita) diseminado y en fracturas.
- Fotografía 5.59** Clastos y líticos de sílice con clorita (17i-M-021; coord.: 9088210, 229306) del conglomerado del Grupo Mitu.

Cuadro

- Cuadro 3.1** Acceso y distancia a la mina Buldibuyo.
- Cuadro 3.2** Acceso y distancia a la mina Poderosa.
- Cuadro 3.3** Acceso y distancia a la mina Pataz.
- Cuadro 3.4** Acceso y distancia a la mina Parcoy.
- Cuadro 3.5** Acceso y distancia a la mina El Gigante.
- Cuadro 3.6** Acceso y distancia a la mina Salpo.
- Cuadro 3.7** Acceso y distancia a la mina El Toro.
- Cuadro 3.8** Cuadro de accesibilidad Tres Cruces.
- Cuadro 3.9** Acceso y distancia a la mina Alto Dorado.
- Cuadro 3.10** Cuadro de accesibilidad Quiravilca.
- Cuadro 3.11** Acceso y distancia a la mina Igor.
- Cuadro 3.12** Acceso y distancia a la mina Soyapullo.
- Cuadro 3.13** Acceso y distancia a la mina Lagunas Norte.
- Cuadro 3.14** Acceso y distancia a la mina La Arena.
- Cuadro 3.15** Acceso y distancia a la mina La Virgen.
- Cuadro 3.16** Acceso y distancia a la mina Santa Rosa.

Cuadro 3.17	Acceso y distancia a la mina Rosario de Belén por Angasmarca.
Cuadro 3.18	Acceso y distancia a la mina Rosario de Belén por Tablachaca.
Cuadro 3.19	Acceso y distancia a la mina Callullin.
Cuadro 3.20	Acceso y distancia al yacimiento Machasen.
Cuadro 3.21	Acceso y distancia al yacimiento Pachagón.
Cuadro 5.1	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Paybal.
Cuadro 5.2	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Pampa Grande.
Cuadro 5.3	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Campo Alegre.
Cuadro 5.4	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Villa Viva.
Cuadro 5.5	Acceso y distancia a la zona prospectiva De San José.
Cuadro 5.6	Acceso y distancia a la zona prospectiva ed Alto del Zorzal.
Cuadro 5.7	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Calamarca.
Cuadro 5.8	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Baños Chimú.
Cuadro 5.9	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Órganos.
Cuadro 5.10	Cuadro de accesibilidad de Cruz del Valle.
Cuadro 5.11	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Mitubamba.
Cuadro 5.12	Acceso y distancia a la zona prospectiva de La Calera.
Cuadro 5.13	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Hacienda Rucos.
Cuadro 5.14	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Maraibamba.
Cuadro 5.15	Acceso y distancia a la zona prospectiva de Marcabal.
Cuadro 5.16	Zonas de interés prospectivo estudiadas.

Anexos

Anexo 1	Depósitos minerales metálicos de la región la libertad
Anexo 2	Muestras de zonas prospectivas de la región la libertad
Anexo 3	Análisis químicos de muestras estudiadas
Anexo 4	Análisis químico de oro de muestras estudiadas
Anexo 5	Análisis de roca total de muestras por método XRF



Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú
Teléfono: 051 - 1- 618 9800
Fax: 051-1-225-3063 | 051-1-225-4540
www.ingemmet.gob.pe
comunicacion@ingemmet.gob.pe