SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
N° 53

Prospección Geológica-Minera Regional en la Región San Martín

Lima, Perú
2018

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
N° 53

Prospección Geológica-Minera Regional en la Región San Martín

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

Equipo de Investigación:

Michael Valencia Muñoz
Víctor Lozada Valdivia

Lima, Perú
2018

INGEMMET, Boletín Serie B: Geología Económica
N° 53

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-12256

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 17 de agosto 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: Lionel Fídel Smoll, Yorri Carrasco Pinares, Jorge Chira Fernández

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, Lionel Fídel Smoll, Miriam Mamani Huisa.

Revisor Externo: Manuel Rosas Casusol, Juan Navarro Ramírez.

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

Diagramación: Sonia Bermúdez Lozano.

Fotografía de la carátula: Limolitas gris parduscas en finos estratos con leve alteración supérgena por oxidación de la Formación Esperanza, localidad de Alto Piura.

Referencia bibliográfica
Valencia, M. & Lozada, V. (2018) - Prospección geológica-minera regional en la región San Martín. *INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica*, 53, 51 p., 8 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 4

CAPÍTULO II **7**
MARCO GEOLÓGICO REGIONAL 7
2.1 ESTRATIGRAFÍA 7
2.1.1 Proterozoico-Paleozoico 7
2.1.2 Paleozoico Inferior 7
2.1.3 Paleozoico Superior 7
2.1.4 Mesozoico 8
2.1.5 Cretáceo Superior-Cenozoico 9
2.2 ROCAS INTRUSIVAS 9
2.2.1 Intrusivos Carboníferos 9
2.2.2 Intrusivos Permotriásicos 9
2.2.3 Intrusivos Menores 9
2.3 CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES 10

CAPÍTULO III **11**
RECURSOS MINERALES METÁLICOS 11
3.1 FRANJA I.DEPÓSITOS DE AU EN ROCAS METASEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILURO-DEVÓNICO11
3.2 FRANJA II: DEPÓSITOS OROGÉNICOS DE Au-Pb-Zn-Cu RELACIONADOS CON INTRUSIVOS DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO 11
3.3 FRANJA VI: PÓRFIDOS Y SKARNS DE Cu-Au DEL JURÁSICO 11
3.4 FRANJA XVI. DEPÓSITOS TIPO MISSISSIPPI VALLEY (MVT) DE Pb-Zn DEL EOCENO-MIOCENO 11
3.5 ASPECTOS METALOGENÉTICOS 12

CAPÍTULO IV **13**
POTENCIAL MINERO DE LA REGIÒN SAN MARTÌN 13
4.1 GENERALIDADES 13
4.2 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE POTENCIAL EN LA REGIÓN SAN MARTÍN 13
4.2.1 Zonas de potencial minero alto 13
4.2.2 Zonas de potencial minero medio 13

4.2.3 Zonas de potencial minero bajo 14
4.2.4 Zonas de potencial minero muy bajo 14
4.3 EVALUACIÓN GENERAL 14

CAPÍTULO V 15
PROSPECCIÓN MINERA REGIONAL 15
5.1 GENERALIDADES 15
5.2 PROSPECCIÓN PARA DEPÓSITOS METÁLICOS 15
5.3 RESUMEN 39

CONCLUSIONES 41

BIBLIOGRAFÍA 43

ANEXOS 45

RESUMEN

El presente estudio se realizó con la finalidad de determinar áreas de interés prospectivo para depósitos de minerales metálicos y para contribuir con la actualización del Mapa Metalogenético del Perú.

La región San Martín está ubicada en la zona nororiental del territorio peruano. Luego de la revisión de las áreas no concesionadas y de interés geológico, se han determinado tres zonas que abarcaron unos 126.20 km^2, donde se recolectaron unas 44 muestras para estudios geoquímicos y petromineralógicos.

Para realizar una prospección minera más detallada, se hizo el estudio a escala 1:25 000.

En la región se distribuyen rocas del Neoproterozoico en la cordillera Oriental, que conforman el Complejo del Marañón y se relacionarían a la Franja I de depósitos de oro en rocas meta-sedimentarias del Ordovícico y Siluro-Devónico, en donde solo se han reportado pequeñas ocurrencias en vetillas de cuarzo. Así también se las relaciona a la Franja II de Depósitos orogénicos de Au-Pb-Zn-Cu con intrusivos del Carbonífero-Pérmico. Suprayaciendo a este, se tienen rocas del Paleozoico inferior y Paleozoico. En el Permiano se encuentra una distención (deformación tardihercínica) que originó un vulcanismo alcalino (Grupo Mitu). Luego, en el Ciclo Andino, ocurrieron trasgresiones marinas en el Triásico y Jurásico (Grupo Pucará), seguidas de sedimentaciones transicionales marino-continentales en el Cretáceo inferior, en cuya parte oriental alcanza los mayores grosores (Grupo Oriente). Esta se relacionaría con la Franja XVI de depósitos, tipo Mississippi Valley (MVT) de Pb-Zn del Eoceno-Mioceno, que también se emplaza en la Faja Subandina.

De las zonas estudiadas, la ocurrencia Flor del Mayo ha mostrado un valor significativo de oro (38 ppb) en las areniscas cuarzosas de la Formación Aguas Calientes; mientras que en Pueblo Nuevo y Nuevo Belén se tienen valores de U (de 3.27 ppm a 6.67 ppm), Cr (de 469 ppm a 606 ppm) y Pb (72 ppm) en las areniscas cuarzosas de la Formación Cushabatay y en las tobas con lavas andesíticas silicificadas de la Formación Lavasén, en Nuevo Belén, respectivamente. Ninguna de las zonas estudiadas es de interés prospectivo minero.

La región San Martín tiene poco potencial minero metálico; sin embargo, muchas de las zonas presentan algunos indicios mineros metálicos de interés, en especial placeres de oro.

En base al mapa de potencial elaborado, el área total de potencial minero alto comprende el 7.79 % del área total, es decir 3992.6 km^2; por tanto, la Región San Martín tiene un pobre potencial minero metálico, concentrado principalmente en la Cordillera Oriental de la región.

ABSTRAT

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

The San Martín region is located in the northeastern part of the Peruvian territory. After the review zones without denouncements and outside of natural reserves, three zones have been determined of geological interest that covered about 126.20 km^2, in which 44 samples were collected for geochemical and petromineralgic studies. Besides the geologists realized a more detailed prospecting work at a scale of 1: 25,000

In this region, Neoproterozoic rocks are distributed in the Eastern Cordillera, called Marañón Complex and be related to the Metalogenic Belt I «Au deposits in meta-sedimentary rocks of the Ordovician and Siluro-Devonian», where only small occurrences have been reported in quartz veinlets. Besides, they are related to the Metalogenic Belt II of «Orogenic deposits of Au-Pb-Zn-Cu with Carboniferous-Permian intrusives». This rocks are overlying for the Lower Paleozoic and Paleozoic. In the Permian. there is a distension (tardihercínic deformation) that originated an alkaline volcanism (Grupo Mitu). Then, in the Andean Cycle, marine transgressions occurred in the Triassic and Jurassic (Pucará Group), followed by marine-continental transitional sedimentations in the lower Cretaceous. In the Eastern party, there are the reaches the more greatest thicknesses (Oriente Group). This be related to the Metalogenic Belt XVI of deposits, type Mississippi Valley (MVT) of Pb-Zn of the Eocene-Miocene, which is also located in the Sub-Andean Belt.

Based on the anomalies of geochemical prospecting and the geology in this work, Flor del Mayo occurrence has shown a significant gold value (38 ppb) in the quartz sandstones of the Aguas Calientes Formation; while in Pueblo Nuevo and Nuevo Belén there are values of U (from 3.27 ppm to 6.67 ppm), Cr (from 469 ppm to 606 ppm) and Pb (72 ppm) in the quartz sands of the Cushabatay Formation and in the tuffs with silicified andesitic lavas of the Lavasén Formation, in Nuevo Belén, respectively. None of the areas studied is of prospective mining interest.

Based in the Potential Map of San Martín, the total area of high mining potential comprises 7.79% of the total area, that is, 3992.6 km2; therefore, the San Martin Region has a poor metallic mining potential, concentrated mainly in the Eastern Cordillera of the region. However, many of the zones present some metallic mining indications of interest, especially gold plasers.

CAPÍTULO I
GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El estudio tiene por finalidad determinar áreas de interés prospectivo para depósitos de minerales metálicos en una zona de difícil prospección minera, además de contribuir con la actualización del Mapa Metalogenético del Perú y evaluar el potencial para depósitos de minerales metálicos distribuidos en la región de San Martín. Para ello se realizaron estudios y trabajos de campo y se recopiló la información de las bases de datos del INGEMMET.

La región San Martín está ubicada en la zona noroeste del territorio peruano y comprende total y parcialmente 25 cuadrángulos de la Carta Geológica Nacional, a escala 1:100 000. Abarca un área de 51 253.37 km^2 y se distribuye en 10 provincias y 77 distritos. Dentro de la región se encuentran ciudades importantes como Tarapoto y Moyobamba, y localidades como Tocache, Juanjuí, Bellavista, El Dorado, Nueva Cajamarca y San Miguel, donde se desarrollan actividades económicas importantes como turismo, comercio, ganadería, y agricultura. En general, no se cuenta con mucho desarrollo minero, salvo pequeñas zonas al margen de los ríos principales que esporádica y dispersamente lavan oro aluvial.

La región presenta una configuración definida, gracias a que el río Huallaga lo atraviesa de sur a norte y discurre entre las Cordilleras Occidental y Oriental; además, con todos sus tributarios, forma un complejo de valles convergentes a su cuenca hidrográfica. El río más importante es el río Huallaga. Cuenta entre sus afluentes con los ríos Mayo, Huayabamba, Saposoa, Sisa, Tocache, Chontayacu, El Biabo, Aspuzana, Chipurate, Ponaza y Tonchima.

El presente informe es el resultado de trabajos de gabinete y campo efectuados por profesionales de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, quienes realizaron observaciones desde el punto de vista estratigráfico, estructural y económico.

En la región San Martín, se han determinado tres zonas para prospección minera que abarcan unos 126.2 km^2. Allí se recolectaron unas 44 muestras que se analizaron por ICP-Masa para Análisis Multielemental, con fusión de peróxido de sodio que proporcionó la concentración de 55 elementos; estas se analizaron por oro, mediante el método de Ensayo al Fuego en 50 gr, con Absorción Atómica-AAS. De estas muestras, 13 contaron con descripciones petrográficas en sección delgada y solo una con descripciones mineragráficas en sección pulida.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESO

El área de estudio comprende la región San Martín, cuya capital es la ciudad de Moyobamba, a unos 874 msnm. Comprende áreas con altitudes que van desde los 190 msnm, hasta los 3080 msnm. Se ubica al noreste de nuestro territorio patrio, en el flanco oriental del relieve andino, en el sector septentrional y central, entre los paralelos 5° 15' y 8°25'15" de latitud sur, y entre los meridianos 77° 45' 00" y 75° 28' 00", de longitud oeste, a partir del meridiano de Greenwich. Las coordenadas UTM equivalentes son 185000 E-455000 E y 9020000 N-9410000 N, Datum WGS84.

Limita al norte con los departamentos de Amazonas y Loreto; al sur, con los departamentos de Ancash y Huánuco; al este, con el departamento de Loreto; y al oeste, con los departamentos de La Libertad y Amazonas.

El acceso por vía terrestre es amplio a nivel departamental. Los centros poblados se encuentran en su mayoría integrados por carreteras de diferentes niveles. La red vial departamental es de 3318.16 km, de las cuales solo el 7.39 % está asfaltada, el 75 % afirmada y el 17.61 % sin afirmar y en trocha (Figura 1.1).

1.3. GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente, el área de estudio está comprendida por la Cordillera Oriental, la Faja Subandina, por valles, por la depresión intramontañosa y la llanura amazónica.

Las geoformas de la región están controladas por las estructuras resultantes de los procesos tectónicos recientes (Neógeno y Cuaternario), por el tipo de litología, así como por la intensidad con que actúan los procesos geodinámicos externos que se han encargado de darle la configuración actual al relieve de la zona. La morfología abrupta en la zona subandina occidental es el resultado de la deformación que afectó a las rocas mesozoicas y cenozoicas, que dejaron elevaciones y depresiones estructurales, expuestas a una meteorización y erosión intensa por acción de la lluvia, ríos y actividad biológica, que dio lugar a una morfología suave o planicie amazónica.

Se reconocen las siguientes unidades geomorfológicas (Figura 1.2):

1) Cordillera Oriental

Es la unidad más elevada del área comprendida entre los 2400 y 4300 msnm. Presenta superficies heterogéneas, con una morfología agreste. Las geoformas están representadas por una superficie puna, con relieves que van desde crestas ligeramente redondeadas hasta cumbres muy pronunciadas y casi verticales, afectadas por una intensa actividad glaciar. También posee una superficie cordillerana disectada, que presenta una cadena de cerros que van decreciendo progresivamente en altitud y relieve hacia el este; las rocas que predominan son de naturaleza ígnea que intruyen al Complejo Marañón, en cuya extensión son disectadas profundamente por los ríos Huallaga, Abiseo, Túmac, Montecristo, Pajatén, Tocache, etc. El límite altitudinal inferior constituye la zona de transición hacia la Faja Subandina.

2) Faja Subandina

Es una geoforma positiva, constituida por cadenas de cerros alargados y con cumbres continuas entre 600 y 1400 msnm, de rumbo andino. Está conformada por rocas sedimentarias mayormente silicoclásticas del Mesozoico-Cenozoico plegadas y falladas. Presenta cadenas longitudinales alternadas con depresiones intramontañosas, en cuyo centro se ubican los valles con perfiles variados, los mismos que han desarrollado llanuras aluviales; sus flancos laterales marcan el paso a las cadenas de cumbres largas.

3) Valles

Esta unidad se ha desarrollado a través de ríos subandinos y amazónicos, en desniveles que se encuentran entre los 100 y 600 msnm. Se les puede clasificar en *valles de la selva alta*, caracterizados por tener una pendiente ligeramente pronunciada; y *valles de la selva baja*, con formas moderadamente meándricas y con un proceso erosivo más suave. Muchas veces, al cruzar las cadenas montañosas, los valles son estrechos, a modo de gargantas, cañones o pongos, donde el río ocupa todo el lecho.

4) Depresión intramontañosa

Constituida por depresiones estructurales dentro de la Faja Subandina, como resultado de la actividad tectónica que aconteció durante el Neógeno. Generalmente, estas depresiones están limitadas por fallas y acentuadas por los procesos erosivos que actuaron en mayor medida sobre los pliegues sinclinales y sobre rocas más susceptibles a su destrucción, tanto por su naturaleza litológica como por su posición estructural. En la parte central de las depresiones intramontañosas, y entre las cadenas montañosas, se encuentran llanuras aluviales que constituyen extensas áreas de relieve casi llano, y que ocasionalmente presentan algunas colinas y lomadas suaves que alcanzan altitudes de hasta 850 msnm, con pendientes de 10º a 15º.

5) Llanura amazónica

Se trata de una zona plana y baja ubicada al este de la Cadena Longitudinal Subandina. Se considera que esta depresión se originó a fines del Neógeno; desde entonces ha estado en un proceso continuo de subsidencia y relleno sedimentario. Los procesos de compensación isostática, tectónicos, así como la compactación, son los responsables de la subsidencia en las áreas de acumulación. Las geoformas resultantes de la acumulación son las terrazas y las llanuras actuales y pleistocénicas, ubicadas a ambas márgenes del río Huallaga y de los afluentes principales.

1.4 ESTUDIOS PREVIOS

Entre los trabajos de investigación de la región, se cuentan los de Rodríguez & Chalco (1975), Rodríguez (1991) y Vargas (1971). Caracterizaron estructuralmente a la cuenca Huallaga en la región San Martín e hicieron un resumen de su estratigrafía. Asimismo, Caldas et al. (1984) realizaron un estudio potencial petrolífero de la cuenca Huallaga.

Ingemmet también realizó estudios de esta región. En los boletines publicados destacan los de Sánchez et al. (1997), sobre los cuadrángulos de Tarapoto y Utcurarca, y el de Sánchez & Herrera (1998), sobre los cuadrángulos de Moyobamba, Saposoa y Juanjuí.

1.5 AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Directorio del Ingemmet y a la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos por el apoyo brindado en la elaboración del siguiente trabajo.

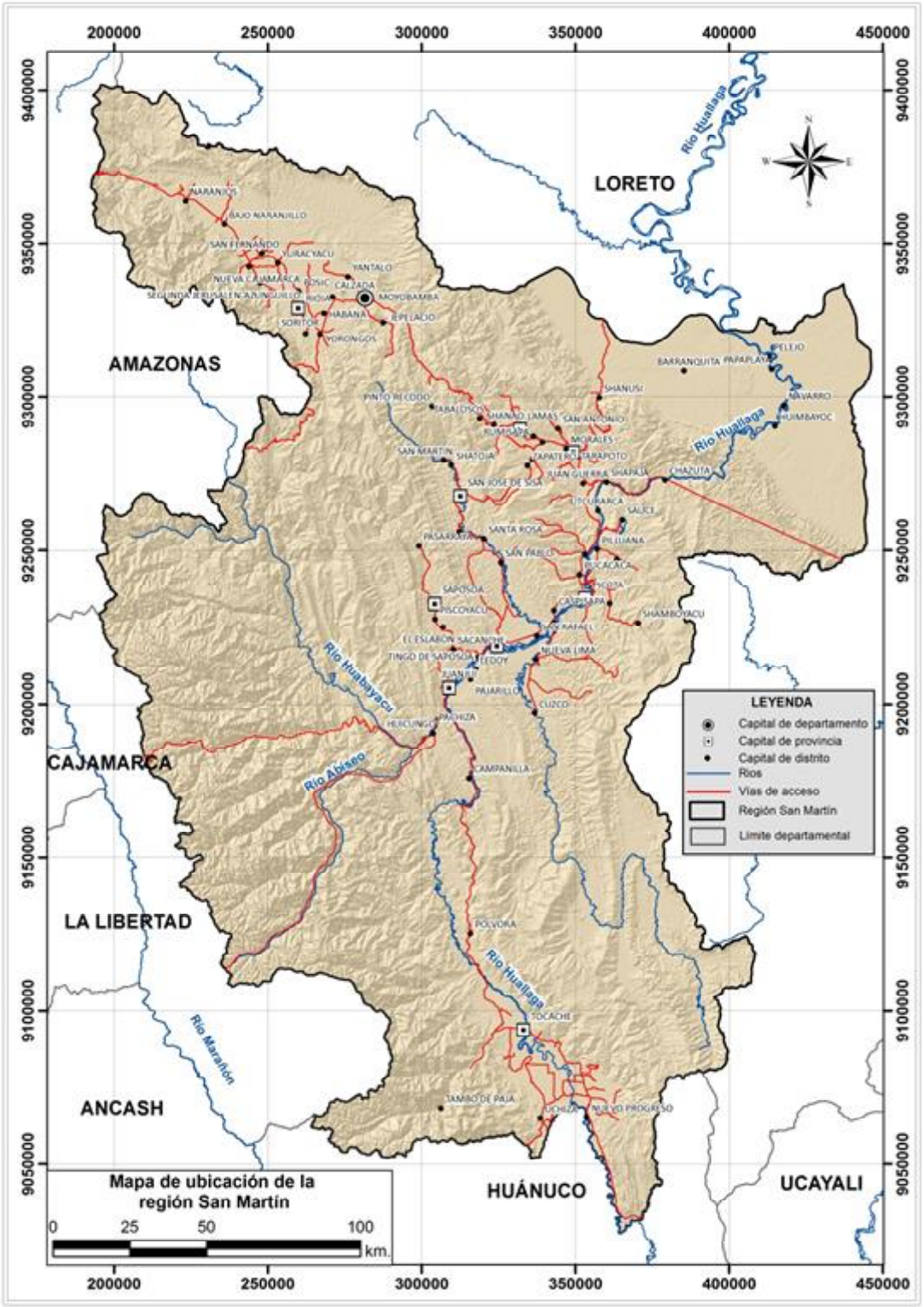


Figura.1.1 Mapa de ubicación de la región San Martín.

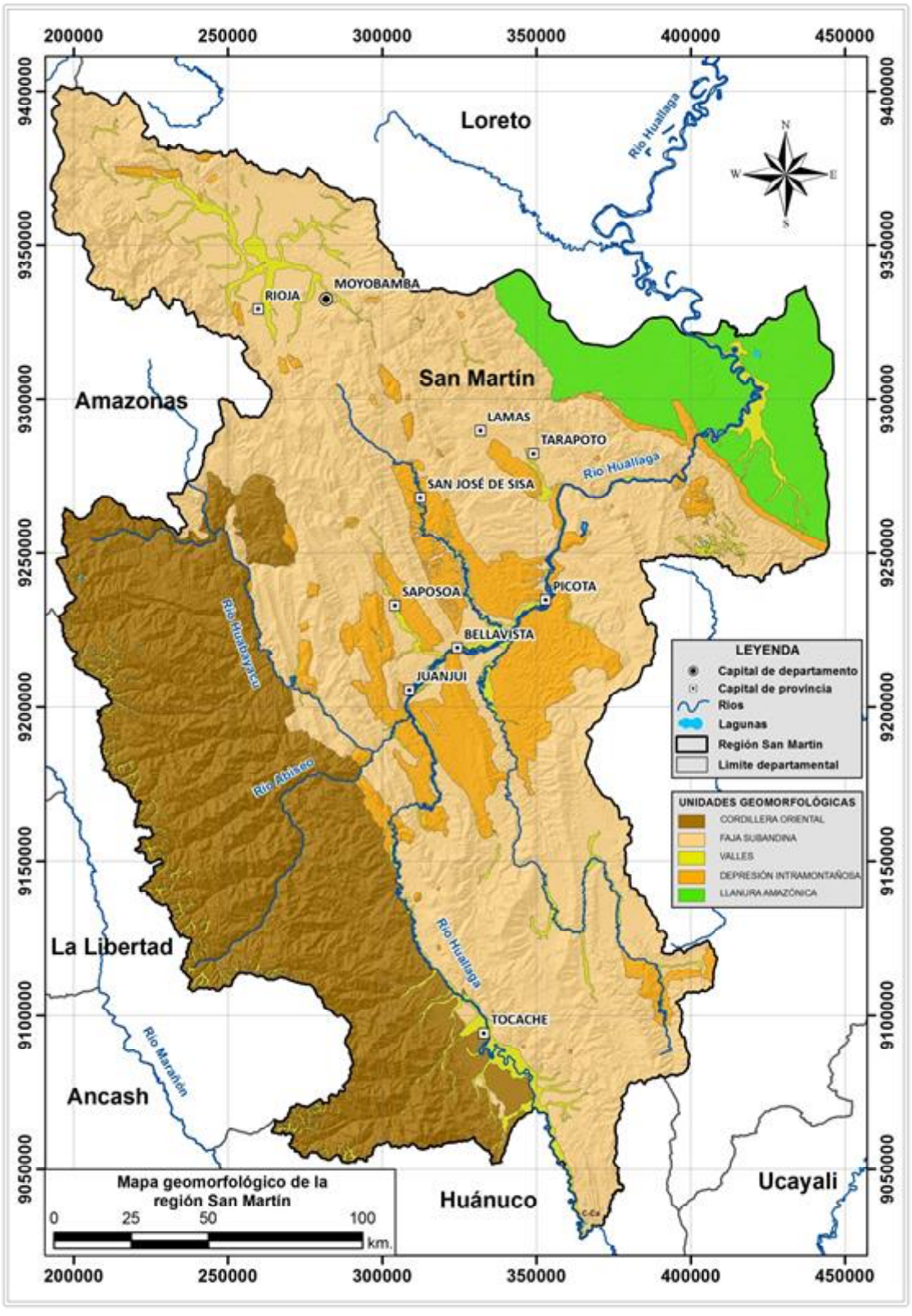


Figura. 1.2 Mapa geomorfológico de la región San Martín.

CAPÍTULO II
MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La Región San Martín se encuentra dentro de dos dominios geotectónicos: la Cordillera Oriental y la Faja Subandina, ambas controladas por sistemas de fallas regionales, con una dirección preferencial NO-SE.

Las rocas más antiguas afloran en la Cordillera Oriental y corresponden al Complejo del Marañón. Le sobreyacen unos volcánicos denominados Formación Lavasén, de probable edad carbonífera, y a las capas rojas del Grupo Mitu, de edad permiana, así como a las secuencias de calizas del Grupo Pucará del Jurásico (Sánchez at al., 1997; Sánchez et al., 1998).

En la denominada Faja Subandina, se distribuye un basamento de rocas cretáceas, conformado por el Grupo Oriente, equivalente oriental del Grupo Goyllarisquizga, sobreyacidas por la Formación Chonta y encima de todas por la Formación Vivian. La estratigrafía termina con una serie de capas rojas que abarcan edades desde el Cretáceo Superior al Cenozoico y que toman diferentes denominaciones como formaciones Huayabamba, Chambira, entre otros.

Sobreyaciendo a todas estas unidades, se emplaza una serie de depósitos de piedemonte de edad neógena a pleistocénica, distribuida principalmente en la llanura amazónica (Sánchez at al., 1997; Sánchez et al., 1998).

La Cordillera Oriental comprende una serie de estructuras de rumbo NO-SE que son controladas por una serie de fallas NE-SO; por otro lado, la Faja Subandina tiene también estructuras de dirección NO-SE, principalmente fallas regionales normales e inversas plurikilométricas.

2.1 ESTRATIGRAFÍA

En la zona de estudio, se pueden encontrar rocas que van desde el Paleozoico hasta secuencias plio-pleistocénicas cubiertas por depósitos cuaternarios, como se aprecia en el mapa geológico generalizado (Sánchez & Jacay, 1997), según su litología y edad (Mapa 1).

2.1.1 Proterozoico-Paleozoico

· **Complejo Metamórfico Paleozoico (Pe-e/gn)**

Esta unidad la conforma el **Complejo del Marañón** que fue reconocido en estos sectores por Kents (1956), en base a lo definido por Broggi (1920) y Steinmann (1929) (citados por Sánchez & Jacay, 1997). Presenta un relieve abrupto y bastante disectado (Sánchez & Herrera, 1998). Consiste en una secuencia de rocas metamórficas que afloran en la zona occidental de la región. Comprende, regionalmente, 4 unidades litológicas (Sánchez, 1995): 1) Esquistos y gneises; 2) Esquistos; 3) Esquistos micáceos; y 4) Metasedimentitas. Las unidades geológicamente más importantes son los esquistos gris verdosos en la parte más occidental (Sánchez, 1995); en la parte central, se describen metavolcanitas, intrusivos gnessificados, filitas y metacuarcitas (Sánchez et al., 1998); mientras que al sur, por Tocache, se tiene la presencia de rocas metamórficas de bajo grado con pizarras y cuarcitas (Díaz et al., 1998). En las zonas más inaccesibles, ocurren esquistos sericíticos cuarzosos cubiertos por exuberante vegetación (Sánchez & Jacay, 1997). Abarca una gran extensión en el sector sudoccidental de la región (Sánchez et al., 1998). El contacto es generalmente fallado con los intrusivos meridionales de la región (Díaz et al., 1998)

2.1.2 Paleozoico inferior (O-ms)

Se han reconocido en la zona lutitas pizarrosas, cuarcitas y hasta niveles de calizas (Sánchez, 1995) y más al centro de la región se presentan pizarras carbonatadas en forma de un gran afloramiento elongado de NO-SE (Sánchez et al., 1998), correlacionables con la **Formación Contaya**.

2.1.3 Paleozoico superior

· **Carbonífero inferior Continental (Ci-c)**

Seguidamente, se han descrito limoarcillitas, areniscas y limolitas pardas y parda verdosas, (Sánchez, 1995), y secuencias de conglomerados polimícticos (Sánchez & Jacay, 1997), areniscas y lutitas negras. El grosor promedio de los afloramientos es de 1000 m. Asimismo, en la parte central, se describen algunos afloramientos con niveles volcánicos gris parduzcos (Sánchez et al., 1998). En base a restos de braquiópodos, bryozoarios y crinoideos, se le asigna una edad mississipiense del Carbonífero inferior, correspondientes al **Grupo Ambo** (Sánchez & Jacay, 1997).

· **Carbonífero Volcánico (CsP-v)**

En el sector suroccidental de la región, se observa un manto de volcánicos, los cuales toman el nombre de **Formación Lavasén**

(Sánchez, 1995), inicialmente definidos por Wilson & Reyes (1964) en otro periodo. Se distribuyen de manera irregular a lo largo de los afloramientos precámbricos (Díaz et al., 1998). Estos volcánicos consisten principalmente en bancos macizos de piroclastos grisáceos, cuya litología predominante es una toba dacítica a riolítica, y en menor proporción de brechas y tobas andesíticas y riodacíticas con coloración gris verdosa (Sánchez & Jacay, 1997). Presenta relieves muy agrestes y conspicuos (Sánchez et al., 1998). Se describen también algunos niveles de areniscas y lodolitas rojas. Se le asume una edad del Carbonífero inferior (Sánchez, 1995).

· **Permiano (CsP-m)**

Contiene calizas grises a beige, en estratos medios de 30 cm, en afloramientos al sector occidental, pero en general sus afloramientos no son cartografiables a la escala 1:100 000 (Sánchez & Jacay, 1997). Muchas de ellas son calizas dolomitizadas, micríticas, fosilíferas (Sánchez, 1995). Se le correlaciona con las calizas del **Grupo Copacabana** definido por Kummel (1953).

· **Permotriásico (Ps-c)**

También en el sector más occidental de la región, se presenta una serie de rocas clásticas continentales, compuestas de areniscas, lodolitas y conglomerados polimícticos rojos, con algunas rocas volcánicas piroclásticas (Sánchez, 1995) y andesitas en la parte central (Sánchez et al., 1998). Las areniscas son generalmente líticas y arcósicas, además son comunes los clastos subredondeados, areniscas, rocas metamórficas, intrusivos graníticos y volcánicos en los conglomerados (Sánchez & Jacay, 1997). Se ha correlacionado con la **Formación Mitu** (Mac Laughlin, 1924) de los Andes Centrales, formación que posteriormente fue elevada a la categoría de Grupo por Newell et al. (1949) (citado por Sánchez, 1995).

2.1.4 Mesozoico

· **Triásico-Jurásico (TsJi-m)**

En el sector occidental, también se presentan extensas zonas de calizas dentro de la denominada Faja Subandina y que se prolongan hasta la cordillera oriental; estas han sido correlacionadas con el **Grupo Pucará** (Mac Laughlin, 1924), que tiene un amplio desarrollo en los Andes centrales. Forman núcleos de anticlinales y sinclinales a manera de fajas, de rumbo NO-SE (Sánchez et al., 1997). Se pueden diferenciar sus tres unidades características, que forman el basamento de la Faja Subandina. La base está comprendida por la **Formación Chambará,** de calizas micríticas en estratos gruesos con abundantes nódulos y abundantes fósiles; sigue la **Formación Aramachay,** de calizas y limoarcillitas marrón oscuras; y finalmente, la **Formación Condorsinga,** de calizas micríticas grises, en estratos delgados (Sánchez, 1995). Las facies más orientales presentan limoarcillitas rojas, correlacionables con la **Formación Chaypaya,** de pozos petroleros del llano amazónico (Zárate et al., 1997). Se caracterizan por presentar una morfología de pendientes abruptas, relieves escarpados y farallones empinados (Sánchez & Jacay, 1997; Sánchez & Herrera, 1998); hacia las partes más orientales presentan geoformas cársticas (Cerrón et al., 1997), mientras que en las zonas más orientales presentan lomadas semialargadas (Zárate et al., 1997).

· **Jurásico (Js-c)**

En la misma Faja Subandina, se aprecia una serie sedimentaria de lutitas arenosas y ocasionales horizontes de conglomerados mal clasificados (Sánchez, 1995); sobreyacen concordantemente a las calizas del Triásico-Jurásico y hasta 1000 m de grosor (Sánchez & Herrera, 1998). Destacan por un relieve suave de pequeñas colinas, formadas por una litología menos resistente a la erosión. Está correlacionada a la **Formación Sarayaquillo** (Sánchez & Jacay, 1997).

· **Cretáceo (Ki-mc, Ki-c).**

Presenta secuencias de areniscas blancas sacaroideas, de grano medio a fino, en parte algo conglomerádicas, con intercalaciones muy delgadas de limoarcillitas grises, y niveles intermedios calcáreos (Sánchez & Jacay, 1997). Es el equivalente al **Grupo Goyllarisquizga (Ki-mc),** o en sus facies más orientales a la denominada **Formación Oriente (Ki-c)**. En el sector occidental, el Grupo Goyllarisquizga es indiferenciado (Sánchez, 1995), pero en el centro de la región, el **Grupo Oriente** está diferenciado en tres unidades: en la base, la **Formación Cushabatay**, conformada por areniscas cuarzosas blancas, con relieve abrupto en las partes más orientales (Cerrón et al., 1997); **Formación Esperanza,** constituida de limoarcillitas verdosas y calizas; y al techo, la **Formación Aguas Calientes**, compuesta de areniscas cuarzosas blancas, las cuales se prolongan al sur de la región (Díaz et al., 1998), que en las facies orientales vuelven con una morfología abrupta (Cerrón et al.,1997). Esta unidad genera relieves fuertes, con enormes estratos tabulares a subtabulares resistentes a la erosión (Sánchez et al., 1998). En la Faja Subandina, hacia la base del Cretáceo inferior, se presenta una secuencia de limolitas rojas denominada **Formación Pumayacu** (Sánchez & Herrera, 1998).

· **Albiano-Cenomaniano (Kis-m, KsP-c)**

Está conformada de calizas areniscosas, limoarcillitas, margas y calizas de edad del Albiano-Cenomaniano, ubicada principalmente en los flancos de los grandes pliegues longitudinales de la Faja Subandina más oriental; hacia los bordes de la Cuenca Huallaga destaca con la denominada **Formación Chonta** (KsP-c) (Sánchez, 1995); en el suroeste de la región, presenta un mayor

desarrollo (Sánchez & Jacay, 1997), y se vuelve más calcárea hacia el sur (Sánchez et al., 1998).

2.1.5 Cretáceo superior-Cenozoico

· **Cretáceo superior-Paleógeno (P-c, PN-c, Po-m)**

Sobreyaciendo a las secuencias predominantemente marinas del albiano, se presentan los sedimentarios del Cretáceo superior-Paléogeno, como la areniscosa **Formación Vivian** y las sobreyacientes capas rojas con lodolitas y areniscas rojas del denominado **Grupo Huayabamba** (Sánchez, 1995). Las areniscas cuarzosas bien seleccionadas de la Formación Vivian (Sánchez et al., 1998) se presentan concordantes con la infrayacente Formación Chonta, en delgados afloramientos; mientras que las capas rojas presentan numerosas unidades que en conjunto abarcan más de 2000 m de grosor (Sánchez & Jacay, 1997) y toman diversas denominaciones como **formaciones Yahuarango, Chambira, Cachiyacu-Huchpayacu**, **Casa Blanca,** entre otros (Cerrón et al., 1997). Al sur de la región, se han reconocido a unas limoarcillitas violáceas identificadas como la **Formación Pozo** (Sánchez et al., 1998; Díaz et al., 1998).

· **Neógeno (Nmp-C).**

Se tienen como unidades más recientes a lodolitas, limolitas y areniscas rojas y abigarradas (Sánchez, 1995) y cremas (Sánchez et al., 1998) interestratificadas, que sobreyacen discordantemente a las unidades anteriores y toman el nombre de **Formación Ipururo,** de probable edad mio-pliocena (Sánchez, 1995). En la parte central, se distribuye la conglomerádica **Formación Tamborapa,** de edad plio-pleistocénica (Sánchez & Jacay, 1997); hacia el sur, toma el nombre de **Formación El Valle** (Sánchez et al., 1998); mientras que en la parte central, se llama **Formación Juanjuí** (Sánchez & Herrera, 1998).

· **Depósitos Cuaternarios (Qpl-c, Qh-c)**

Agrupa a todos los depósitos recientes que se encuentran cubriendo a las formaciones anteriormente descritas y son depósitos del tipo aluvial, fluvial, eólico, con una litología que constituye bancos de limos, arcillas, arenas y conglomerados, y comprende el piedemonte oriental de la faja subandina. Hacia el extremo sur, se torna más arenoso y toma el nombre de **Formación Tocache** (Díaz et al., 1998), pasando progresivamente a la denominada **Formación Ucayali** (Cerrón et al., 1997).

2.2 ROCAS INTRUSIVAS

En la región San Martín, se han determinado unidades intrusivas ubicadas en la Cordillera Oriental (Mapa 2); están comprendidas dentro de los Granitoides de la Cuenca Huallaga superior, denominados así por Miskovic (2009). Abarca las extensiones más orientales del Batolito de Pataz, un complejo de granitos carboníferos calcoalcalinos, probablemente del Permiano temprano.

2.2.1 Intrusivos carboníferos

Intrusivo Granito de Jaipo-Jucusbamba (C-gd/mzg)

Es un sienogranito y granodiorita de grano grueso, con facies porfídicas y de roca afanítica. Está cortado por numerosos diques andesíticos. Se le considera de edad del Carbonífero inferior (Sánchez et al., 1998).

Intrusivo Granito de Sión-Shiote (Ci-gr/to/gd)

Es un granito de grano medio a grueso, de granodiorita y monzodiorita (Sánchez & Herrera, 1998), en partes porfiríticas, con numerosos xenolitos de diferentes tamaños y diques andesíticos de dirección NO-SE. Se emplaza en un amplio sector del suroeste de la región a manera de grandes cuerpos globulares, esparcidos de 15 a 20 km de extensión (Sánchez et al., 1998). Se le considera de edad del Carbonífero inferior (Sánchez & Herrera, 1998).

Intrusivo de Metalpalina (Ci-gr/to/gd)

En el extremo suroccidental, se presenta un gran cuerpo intrusivo de 50 km de extensión, que conforma un complejo intrusivo. Destacan los granitos, granito pegmatítico, granodiorita, cuarzo latita, cuerpos subvolcánicos de latita porfirítica cortados por diques andesíticos. Se le asume la edad del Carbonífero inferior, correlacionable con el batolito de Pataz (Díaz et al., 1998).

2.2.2 Intrusivos permotriásicos

Intrusivo Pajatén-Jelache (Ps-gr)

Entre los ríos Jelache y Pajatén, se tiene un cuerpo plutónico elongado de sur a norte, de 25 km de longitud, al cual se le describe como un cuerpo porfirítico de granodiorita-tonalita y que sería correlacionable con otros plutones graníticos de la Cordillera Oriental de edad permotriásica (Sánchez & Jacay, 1997).

2.2.3 Intrusivos menores

Intrusivos subvolcánicos de Uchiza (Cs-u)

Son cuerpos de cuarzo latita porfirítica, seritizados y epidotizados, que a veces contienen diques andesíticos, ubicados en el extremo sur de la región. Se les asume una edad carbonífera (Martínez et al., 1998).

Intrusivo de Cachicoto (C-ca)

Cuerpo intrusivo de monzogranitos y sienogranitos con cuarzomonzonitas leucócratas, de grano medio a grueso (Martínez et al., 1998).

Intrusivo de Huaynabe (KP-p)

Cuerpo de latita porfirítica, gris clara, sericitizada y epidotizada (Díaz et al., 1998).

Intrusivo subvolcánico de Aguas Claras

Pequeños cuerpos pórfido dioríticos, bastante alterados, con abundantes minerales máficos, con seritización y cloritización (De La Cruz et al., 1998). Está ubicado al extremo norte de la región.

2.3 CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS Y ESTRUCTURALES

La región San Martín está en la parte centro norte del territorio peruano y comprende terrenos Neoproterozoicos en la parte occidental (Cordillera Oriental). Está conformado por el Complejo del Marañón; posteriormente se depositaron las unidades del Paleozoico inferior y Paleozoico superior en ambos flancos de este núcleo precámbrico, y sobre ellas, las unidades Mesozoicas y Cenozoicas (Sánchez et al., 1997).

La Región se encuentra dominada por tres morfoestructuras: 1) la vertiente oriental de la Cordillera Oriental; 2) una depresión en la Faja Subandina denominada Cuenca Huallaga; y 3) una zona más montañosa de esta misma Faja denominada como Cerros Cahuapanas-Cushubatay (Figura2.1).

La región muestra un plegamiento moderado a fuerte con fallas (Mapa 3) que afectan a las rocas sedimentarias del Meso-Cenozoico, con orientación preferente de N330°-310° y localmente N070°-N090°-N290°-N280° (Sánchez et al., 1997).

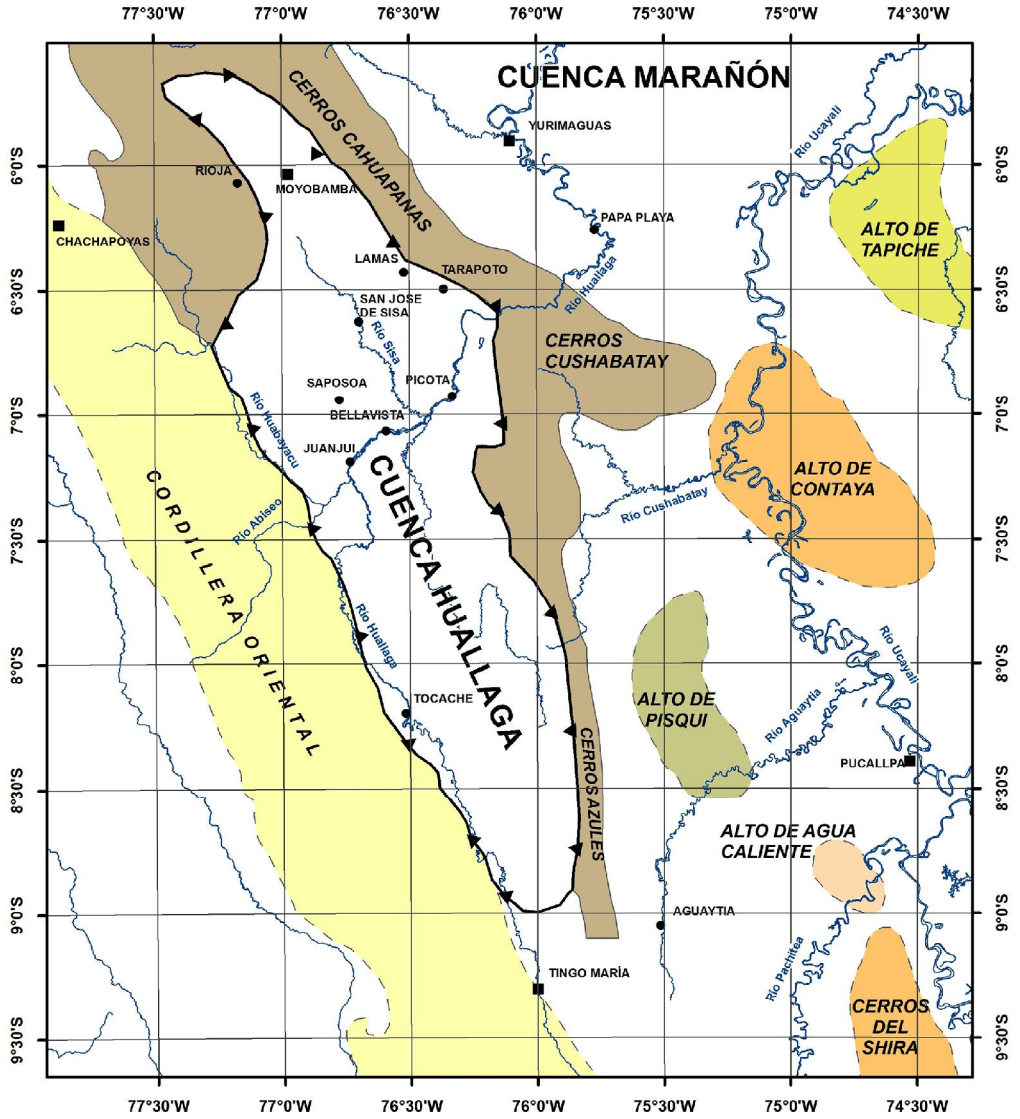


Figura 2.1 Mapa de las principales morfoestructuras en la región San Martín (Tomado de Sánchez et al., 1997).

CAPÍTULO III
RECURSOS MINERALES METÁLICOS

La región San Martín tiene poco potencial minero; sin embargo, son de interés algunas ocurrencias y depósitos minerales metálicos (Anexo 1) que están en directa relación con las Franjas Metalogenéticas (Mapa 4) de esta región. Se presentan 3 franjas (Acosta et al., 2009):

3.1 FRANJA I. DEPÓSITOS DE Au EN ROCAS METASEDIMENTARIAS DEL ORDOVÍCICO Y SILURO-DEVÓNICO

Se localiza a lo largo de la Cordillera Oriental del territorio peruano. Las rocas hospedantes están conformadas por pizarras y esquistos del Paleozoico inferior. Las estructuras mineralizadas están conformadas por vetillas y mantos lenticulares de cuarzo oro, controladas principalmente por fallas inversas NO-SE. La mineralización probablemente está asociada con los eventos magmáticos del Ordovícico y del Siluro-Devónico. Según las últimas investigaciones (Haeberlin, 2002; Chew et al., 2005; Cardona, 2006), esta franja se extendería por todo el denominado Complejo Marañón (6°-10°30'). Según sus historias de sedimentación y metamorfismo, se puede subdividir en tres unidades geológicas: Ordovícico inferior, Ordovícico superior-Silúrico y Carbonífero. Las edades precámbricas solo corresponden a algunos segmentos aislados de migmatitas (Cardona, 2006). Las principales fuentes de oro son los depósitos de placer como en las cuencas de los ríos Tocache y Chontayacu, en especial en sus nacientes, que indican la presencia de depósitos de oro primario (Díaz et al., 1998).

3.2 FRANJA II: DEPÓSITOS OROGÉNICOS DE Au-Pb-Zn-Cu RELACIONADOS CON INTRUSIVOS DEL CARBONÍFERO-PÉRMICO

Se ubica en la Cordillera Oriental del norte del Perú. La mineralización se encuentra asociada con granitoides calcoalcalinos del Carbonífero que pertenecen al Batolito de Pataz y que intruyen a rocas metamórficas del Paleozoico inferior. Las estructuras mineralizadas se encuentran en zonas de cizalla NO-SE, aparentemente desarrolladas a partir de la tectónica eoherciniana. Las estructuras mineralizadas presentan geometrías de vetas y mantos. Las edades de mineralización oscilan entre 315 y 286 Ma. La prolongación de los metalotectos auríferos de la región La Libertad al suroeste de San Martín es evidenciada con la presencia de vetas con pirita aurífera en la zona, principalmente en el Complejo Metamórfico del Marañón, el cual podría contener minerales metálicos como Cu, Ag y Au. Es así que se reporta una mineralización de Au y Ag en la localidad de Culebrillas, relacionada a rocas ígneas intrusivas (Sánchez et al., 1998). Es en esta franja, en su límite con la región La Libertad, donde se evidencia unas vetas de oro en el sector de Tumac.

3.3 FRANJA VI: PÓRFIDOS Y SKARNS DE Cu-Au DEL JURÁSICO

Fue definida inicialmente en el noroeste del Perú, y sus rocas huéspedes están conformadas por secuencias carbonatadas del Grupo Pucará que interactúan con las rocas intrusivas del Paleógeno-Neógeno graníticas, de tendencia alcalina. La mineralización es principalmente de Cu-Au. Se relaciona a los *stocks* intrusivos (Quispe et al., 2008).

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

Se sitúa a lo largo de la Zona Subandina. Sus rocas huéspedes con 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, de cabalgamientos que ponen en contacto la Cordillera Oriental sobre la Zona Subandina. Al Oeste de la franja, se halla un buen prospecto para encontrar depósitos MVT de Pb-Zn (Sánchez et al., 1998), principalmente en anticlinales cerrados que desaparecen debajo de rocas más jóvenes. Una de estas zonas prospectables se presenta al suroeste de Nueva Cajamarca, en las quebradas Aguas Claras y Naranjillo, donde existen afloramientos del Grupo Pucará; allí se han encontrado valores puntuales de 30% de zinc y 10% de plomo, y anomalías geoquímicas de oro (De La Cruz et al., 1998). 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 et al., 2005).

Depósitos de placeres

La llanura amazónica no ha sido determinada para ninguna de las Franjas Metalogenéticas debido a la gran cobertura que presenta, y donde no se ha reportado la presencia de depósitos minerales metálicos. Sin embargo, sí tiene gran potencial por depósitos de oro en placeres. Es el caso de denuncios por placeres en la zona de Rioja y Porvenir, al extremo norte de la región (Sánchez, 1995), y entre Picota hasta Papa Playa, al este, en especial en el sector de Huimbayoc, con 1.7 g/m3 de Au (Sánchez et al., 1997). Asimismo, se han reportado valores de oro de 3 y hasta 0.19 g/m^3 en el sector de Los Colonos (Díaz et al., 1998). Otros placeres de oro reportados son los de concesión al este de Tocache y Víctor Dos.

3.5. ASPECTOS METALOGENÉTICOS

La región San Martín presenta solo tres franjas metalogenéticas. Destaca la franja de depósitos orogénicos Au-Pb-Zn-Cu relacionada a los intrusivos del Carbonífero que se prolonga al extremo SO de la región, y cuyas manifestaciones de placeres serían indicadores potenciales de estos depósitos, pese a que hasta ahora no se ha reportado un depósito de estas características en la región. La presencia de grandes unidades intrusivas carboníferas en los límites a la zona de Pataz y de La Libertad son indicadores de un gran potencial geológico-minero, difícil de definir, por lo inaccesible de la zona.

Lo mismo se puede decir de la franja de depósitos de Au en rocas meta-sedimentarias y también gneis. Allí se han registrado vetillas y mantos lenticulares de cuarzo y también la presencia de oro de tipo placer, cuyas fuentes podrían ser estas vetas.

Finalmente, se encuentra la franja cronológicamente más reciente denominada como *depósitos tipo Mississippi Valley*, en donde no se han reportado ocurrencias de interés, salvo algunos datos puntuales en niveles calcáreos de valores interesantes de Pb y Zn.

CAPÍTULO IV

POTENCIAL MINERO DE LA REGIÓN SAN MARTÍN

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. También su finalidad es ser una guía para los profesionales encargados de elaborar el mapa de recursos y potencial minero de cada región del país, tanto metálicos como no metálicos.

Actualmente, la información considerada para dicha evaluación está a disposición de cualquier usuario a través del INGEMMET (GEOCATMIN y bases de datos).

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

Así, el mapa de potencial minero metálico regional debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Contar con un procedimiento que permita determinar el potencial minero de recursos metálicos a nivel regional.
- Asegurar que los mapas de potencial minero 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 San Martín (Mapa 5).

4.2 CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE POTENCIAL EN LA REGIÓN SAN MARTÍN

En base al «Manual de evaluación de recursos y potencial minero» del INGEMMET (2013), se ha hecho una zonificación de la Región en cuatro rangos: alto, medio, bajo y muy bajo.

4.2.1 Zonas de potencial minero alto

Existen algunas zonas de potencial minero alto de San Martín (Mapa 5):

1) En el extremo noroeste, en el límite con Loreto, cerca de San José, se encuentran las capas rojas de la Formación Sarayaquillo.
2) En el extremo noroeste, en el límite con Amazonas, entre las nacientes del río Serrano y el puente, se aprecia El Afluente, en la carretera Naranjos-Olmos. También se aprecia en las mismas capas rojas de la Formación Sarayaquillo.
3) En los cerros de Tello, al oeste de Nueva Cajamarca y Segunda Jerusalén, se presenta una franja que se prolonga hacia el sur, a la altura de Yorongos-Soritor. Esto, en las calizas del Grupo Pucará.
4) Al norte, cerca a la carretera a Rodríguez de Mendoza, en la quebrada Mashuyacu, se encuentra el afluente del río Huayabamba, correspondiente a las calizas del Grupo Pucará.
5) En la parte oeste de la región, en los flancos orientales de la Cordillera Oriental, se presenta en unidades de diversas litologías: los esquistos y gneises del Complejo del Marañón, las capas rojas del Grupo Mitu, rocas graníticas del Carbonífero y sobre todo los volcánicos carboníferos de la Formación Lavasén, que se prolonga al extremo suroeste de la región en Tocache.
6) Al norte de Pólvora, en las inmediaciones de puente Pulcachi, se encuentran plegadas en las areniscas del Grupo Oriente.
7) Otros cortos afloramientos se encuentran al oeste de Pachiza, cerca de Juanjuí, y al oeste de Agua Blanca, cerca de San José de Sisa, en las areniscas cuarzosas del Grupo Oriente.
8) En la parte oriental, entre el límite de Faja Subandina y el Llano Amazónico, se encuentran en las rocas del Grupo Pucará, al este de Chazuta.

4.2.2 Zonas de potencial minero medio

Entre las zonas de potencial minero medio de San Martín, destacan:

1) Una zona minera en el extremo noroeste, en el límite con Loreto, cerca de San José; también se encuentra en las capas rojas de la Formación Sarayaquillo.
2) Al oeste de Nueva Cajamarca y Segunda Jerusalén, se encuentra una franja que se prolonga en gran parte de la provincia de Rioja, excepto en su límite más occidental. Comprende las litologías de calizas del Grupo Pucará.
3) La ubicada al norte, cerca de la carretera a Rodríguez de Mendoza, en la quebrada Mashuyacu, afluente del río Huayabamba. También se encuentra en las calizas del Grupo Pucará.
4) Diversas litologías al oeste de la región, en los flancos orientales de la Cordillera Oriental: los esquistos y gneises del Complejo del Marañón, las capas rojas del Grupo Mitu, rocas graníticas del Carbonífero. Forman una gran faja casi continua.
5) Depósitos aluviales que presentan potencial de oro aluvial, ubicados en los alrededores de Pólvora..
6) En el extremo sur de la región a lo largo de la carretera Nuevo Progreso a Tingo María tenemos una franja constituida por las calizas del Grupo Pucará.
7) Al extremo este de la región, cerca del Llano Amazónico, en los afloramientos de las calizas del Grupo Pucará.

4.2.3 Zonas de potencial minero bajo

Entre las zonas de potencial minero bajo de San Martín, se encuentran:

A lo largo de toda la Faja Subandina, las secuencias de rocas cretáceas del Grupo Oriente, de amplia distribución, en el centro al norte de la región, con una orientación NO-SE, bastante replegadas y falladas.

El Grupo Oriente está conformado de tres unidades: en la base, conformado por la Formación Cushabatay de areniscas cuarzosas; al medio, conformado por las secuencias de lutitas y calizas de la Formación Esperanza; y al techo, conformado por la también areniscosa Formación Aguas Calientes. Tectónicamente, las zonas se presentan bastante replegadas.

4.2.4 Zonas de potencial minero muy bajo

Las zonas de potencial minero muy bajo en San Martín comprenden grandes fajas representadas por núcleos de anticlinales y anticlinorios de capas rojas cenozoicas de las formaciones Chambira e Ipururo; están constituidas de areniscas y lutitas semiconsolidadas e inconsolidadas.

Una destaca al norte, entre Rioja, Moyobamba y Naranjos; otra destaca al centro y sur, entre Lamas, Picota, Bellavista y Tocache; y otra más al extremo noreste, entre Barranquita y Pelejo, conformada por la llanura amazónica.

4.3 EVALUACIÓN GENERAL

En base al mapa de potencial elaborado y su análisis, se puede concluir en base a un total de 51 253.37 km^2 que comprende aproximadamente del área total de la región San Martín que un 7.79 % corresponde a un potencial minero alto; 20.25 %, a un potencial minero medio; 34.17 %, a un potencial minero bajo; y 37.79 %, a un potencial minero muy bajo. Por tanto, la Región San Martín tiene un pobre potencial minero metálico que se concentra principalmente en la Cordillera Oriental de la región.

CAPÍTULO V
PROSPECCIÓN MINERA REGIONAL

5.1 GENERALIDADES

En la región San Martín, se estudiaron unas 3 áreas prospectivas para depósitos metálicos, áreas que fueron seleccionadas en gabinete en base a su geología regional. Muestra zonas con interés geológico, zonas libres de denuncios y zonas fuera de las reservas naturales.

5.2 PROSPECCIÓN PARA DEPÓSITOS METÁLICOS

1) ÁREA PROSPECTIVA PUEBLO NUEVO

Se ubica en la parte norte y central del departamento de San Martín, provincia de Lamas y distrito de Tabalosos, en la Zona Subandina del norte del Perú (Figura 5.1). Las coordenadas centrales UTM son 310540 E y 9307340 N, Datum WGS84, en la zona 18 sur de la hoja topográfica 13-j (Moyobamba). Sus coordenadas geográficas son 76°42'45.1'' longitud oeste y 6°15'49.2'' latitud sur.

Es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte (vía asfaltada) hasta Corral Quemado; luego se va por la carretera Marginal (asfaltada) hasta Moyobamba; posteriormente, por la misma vía hacia Pueblo Nuevo; y, finalmente, por una trocha a pie al poblado de Alto Progreso de Almendrillo, desde donde es accesible la zona de estudio (Cuadro 5.1).

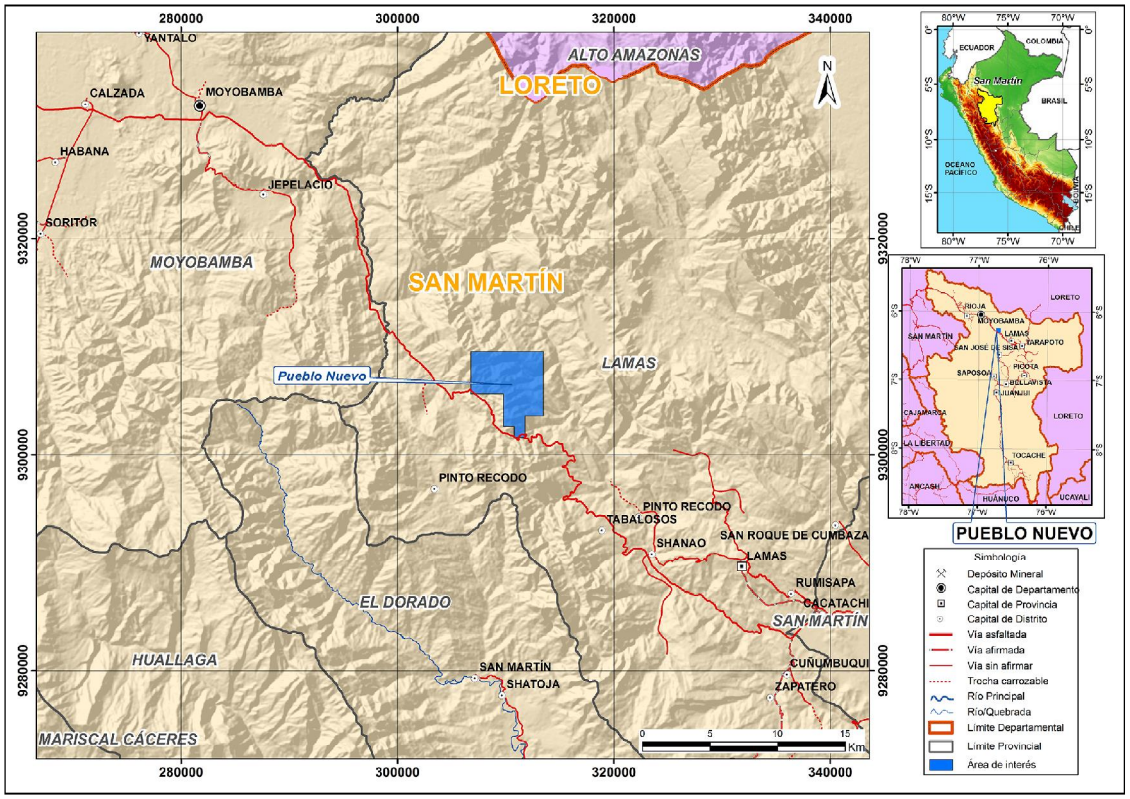


Figura 5.1 Mapa de ubicación de Pueblo Nuevo

Cuadro 5.1
Accesibilidad a Pueblo Nuevo

Acceso	Distancia (Km)	Tiempo
Lima-Corral Quemado	1040	13 h 50 min
Corral Quemado-Moyobamba	266.5	3 h 30 min
Moyobamba-Pueblo Nuevo	48	40 min
Pueblo Nuevo-Alto Progreso	4	1 h 30 min
TOTAL:	1358.5	19 h 30 min

Marco geológico (Mapa 6)

Se han reconocido secuencias de areniscas cuarzosas blancas, sacaroideas, de grano fino a medio, de la Formación Cushabatay (Cretáceo inferior), en estratos gruesos resistentes a la erosión (Fotografía 5.1). Infrayaciendo a esta secuencia tenemos las areniscas cuarzosas, líticas, rojizas, de grano fino, subredondeadas, correspondientes a la Formación Sarayaquillo (Jurásico superior). Hacia el tope, se identificaron unas limolitas gris parduscas, lutitas y limoarcillitas grises de la Formación Esperanza (Cretáceo inferior); areniscas cuarzosas, sacaroideas, en estratos tabulares más delgados, de grano fino a grueso, subredondeadas, de la Formación Aguas Calientes (Cretáceo inferior); finalmente, calizas negras, micríticas, en textura *packstone* y *wackestone* masivas, en estratos subtabulares, casi horizontales, de la Formación Chonta (Cretáceo inferior-superior).

Estratigrafía

Formación Sarayaquillo (Js-sa)

Esta unidad, mayormente cubierta de densa vegetación, se encuentra atravesando la zona de estudio con rumbo andino e infrayaciendo con ligera discordancia angular a las areniscas de la Formación Cushabatay. Su litología predominante comprende areniscas cuarzosas líticas, de grano fino, con un característico tono rojizo.

Formación Cushabatay (Ki-c)

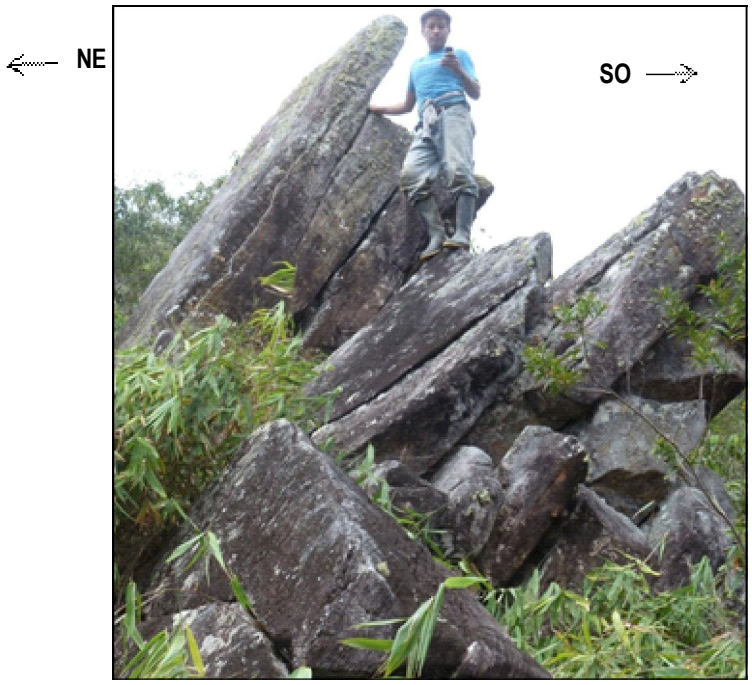
Esta secuencia de areniscas macizas, blancas, sacaroides, de grano fino a medio, con estratificación cruzada, es la de mejor exposición en la zona de trabajo, debido a que aflora en gruesos estratos más resistentes a la erosión (Fotografía 5.2). En la sección delgada, se observa la textura sacaroide granosoportada con granos de cuarzo, plagioclasas y muscovita, en una matriz micácea (Fotografía 5.3).

Formación Esperanza (Ki-e)

Aflora muy restringidamente, en la zona de estudio, como una secuencia clástica mayormente pelítica que se puede diferenciar por su morfología; esta da lugar a depresiones topográficas cubiertas de espesa vegetación, aledañas a los promontorios resistentes de areniscas de las formaciones Cushabatay y Aguas Calientes. Tiene un predominio de limolitas, lutitas y limoarcillitas grises intercaladas esporádicamente con niveles de areniscas finas (Fotografía 5.4).

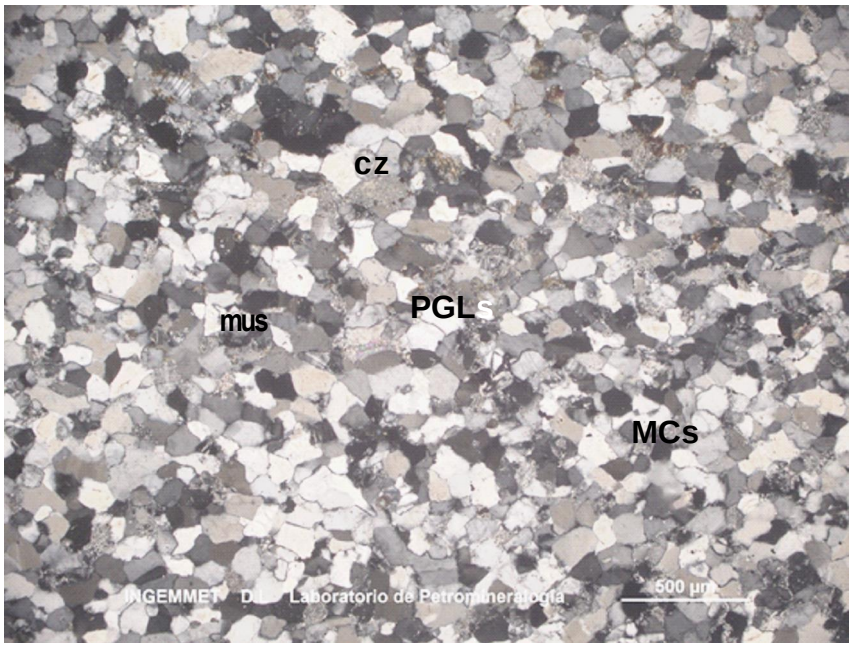
Formación Aguas Calientes (Ki-ac)

Consiste mayormente en areniscas cuarzosas sacaroides, blancas a cremas, de grano fino a medio, con algunos estratos de grano grueso subredondeado. Sus estratos son más delgados comparados con los de la Formación Cushabatay. Son similares en litología, morfología y coloración superficial (Fotografía 5.5), por lo tanto, su composición mineralógica es la misma que la de la Formación Cushabatay (Fotografía 5.6).



Fotografía 5.1 Vista al sureste: arenisca cuarzosa blanca, de grano fino, resistente a la erosión, característica de la Formación Cushabatay, de rumbo N20°O y buzamiento de 60° al NE. Pertenece a la parte alta de la localidad de Wishwincho (cerca de la muestra 13j-R-003).

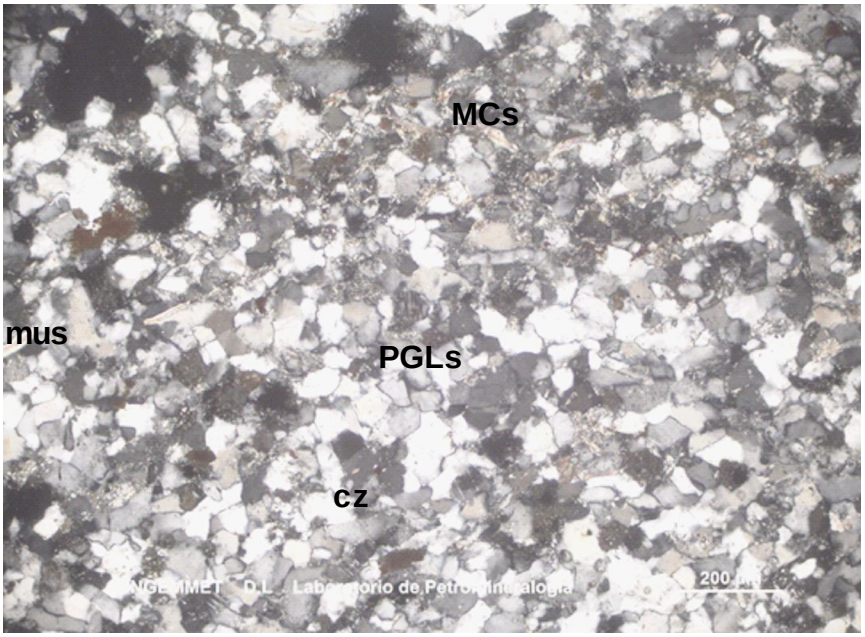
Fotografía 5.2 Arenisca cuarzosa blanquecina, de grano fino a medio, con leve silicificación y leve oxidación supérgena de la Formación Cushabatay. Corresponde a la localidad de Alto Progreso (muestra 13j-R-007).



Fotografía 5.3 Arenisca de la Formación Cushabatay, con granos de cuarzo (cz) subredondeados, plagioclasas (PGL) y muscovita (mus) en matriz micácea (MCs) (muestra 13j-R-012).

Fotografía 5.4 Limolitas gris parduscas, en finos estratos, con leve alteración supérgena por oxidación, de la Formación Esperanza, en la localidad de Alto Piura (muestra 13j-R-027).

Fotografía 5.5 Arenisca cuarzosa sacaroidea de grano fino a medio, con estructuras laminares aparentemente secundarias. Localizada en la quebrada Cashiyayacu (muestra 13j - R-004).



Fotografía 5.6 Arenisca de la Formación Aguas Calientes, con granos de cuarzo (cz) subredondeados a subangulosos, plagioclasas (PGL) y muscovita (mus) con matriz micácea (MCs) (muestra 13j-R-004).

Formación Chonta (Kis-ch)

Se presenta mayormente como calizas micríticas con textura *wackstone* y *packstone* en estratos irregulares, masivos, de color gris oscuro. Morfológicamente, se caracteriza por presentar relieves suaves que son fácilmente erosionables y dan lugar tanto a la formación de suelos como a una cobertura vegetal densa (Fotografía 5.7). Al microscopio, se observa que está formado por minerales de cuarzo y bioclastos reemplazados por calcita esparítica, inmersos en matriz de esparita y micrita (Fotografía 5.8).

Rocas intrusivas

En la zona de estudio, no se ha reconocido la presencia de rocas ígneas.

Geología estructural

Estructuralmente, la zona de estudio está controlada por fallas inversas longitudinales de varios kilómetros, con orientación NO-SE, que controlan un anticlinal y un sinclinal; sus ejes bordean las zonas de montaña y los estratos presentan buzamientos entre 20° y 60° que controlan la pendiente de la ladera. Las quebradas Cashiyayacu, en la parte norte, y Tangarana, en el extremo sur del área de trabajo, son controladas por unas fallas inferidas de orientación ENE-OSO.

Geología económica

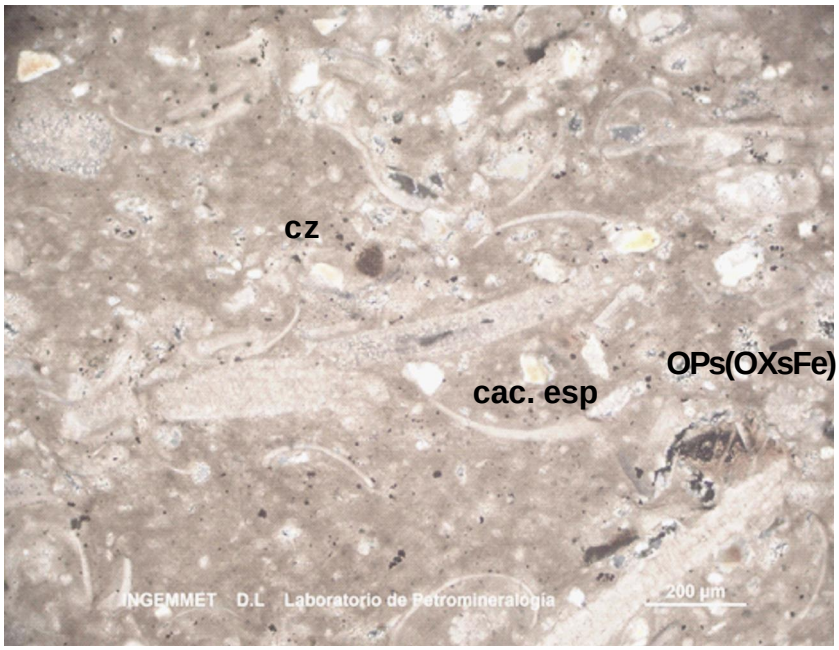
Mineralización y alteración

Se han identificado zonas con leve silicificación en las areniscas cuarzosas de la Formación Cushabatay, en la quebrada Ishichimilco y en las zonas altas de Alto Progreso de Almendrillo, cerca al caserío Wishwincho. Del mismo modo, en la quebrada Ishichimilco, se ha determinado una zona de estratos laminares con presencia de piritas finas cristalizadas y otros óxidos, y otra en las nacientes de la quebrada Cashiyayacu, en donde se tiene 2 % de óxido de hierro diseminado (goethita, hematita), que rellena fracturas en esta misma unidad areniscosa (Fotografía 5.9).

Geoquímica

No se ha reportado valores considerables de los elementos económicos; sin embargo, las areniscas de la muestra 13j-R-027 y limolitas de la muestra 13j-R-004 arrojaron valores levemente significativos de U (3.98 ppm y 3.27 ppm, respectivamente), es decir, cercano al valor *threshold* (umbral geoquímico de un elemento en el medio). De igual forma, según el Cuadro 5.2, las areniscas de las muestras (13j-R-015, 13j-R-017 y 13j-R-018) han reportado valores ligeramente altos de Cr (469 ppm, 606 ppm y 553 ppm) de más de tres *threshold* (en base a las poblaciones estadísticas de las muestras). Lo más probable es que en su composición tengan una presencia considerable de cromo-muscovita (fuchsita).

Fotografía 5.7 Calizas *wackestone* en estratos irregulares de 3 a 4 cm, masivos, color gris, con superficies de oxidación amarillento de la Formación Chonta, en la localidad de Wishwincho (muestra 13j-R-002).



Fotografía 5.8 Granos de cuarzo (cz) con bioclastos, reemplazados por calcita esparítica (cac. esp), inmersos en una matriz esparítica-micrítica. Se observa, además, minerales opacos (OPs) con óxidos de hierro (OXsFe) (muestra 13j-R-008).

Cuadro 5.2
Abundancia de elementos en muestras de roca, zona de Pueblo Nuevo

Elemento / Muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Sb (ppm)	Sn (ppm)	U (ppm)	W (ppm)	Zn (ppm)
13J-R-001	<5	<1	<30	239	<5	<2	6	6	<0.5	1	1.1	<1	6
13J-R-002	<5	<1	<30	21	9	<2	19	20	<0.5	2	1.59	1	60
13J-R-003	<5	<1	<30	151	7	<2	5	17	<0.5	2	2.87	2	13
13J-R-004	<5	<1	<30	89	6	<2	<5	17	<0.5	2	3.27	1	17
13J-R-005	<5	<1	<30	243	<5	<2	8	9	<0.5	1	2.04	<1	11
13J-R-006	<5	<1	<30	201	7	<2	7	11	<0.5	3	1.28	<1	32
13J-R-007	<5	<1	<30	230	5	<2	<5	10	<0.5	<1	2.93	<1	5
13J-R-008	<5	<1	<30	74	10	<2	20	15	<0.5	2	1.77	2	42
13J-R-009	<5	<1	<30	404	<5	<2	9	54	<0.5	1	1.63	<1	14
13J-R-012	<5	<1	<30	332	13	<2	9	16	<0.5	1	1.82	<1	51
13J-R-014	<5	<1	<30	305	<5	<2	8	13	<0.5	<1	0.45	<1	22
13J-R-015	<5	<1	<30	469	11	<2	19	9	<0.5	<1	1.12	<1	24
13J-R-017	<5	<1	<30	606	<5	<2	10	6	<0.5	<1	0.36	<1	<5
13J-R-018	6	<1	<30	553	19	<2	10	6	<0.5	3	0.69	<1	5
13J-R-022	<5	<1	<30	163	8	<2	15	10	<0.5	1	0.92	1	22
13J-R-027	<5	<1	<30	327	8	<2	12	23	<0.5	2	3.98	2	27

Fotografía 5.9 Arenisca cuarzosa blanquecina, de grano grueso, con óxidos de hierro diseminado y que rellena fracturas. Por su posición estratigráfica, correspondería a la Formación Cushabatay, localidad de La Florida-Área Pueblo Nuevo (muestra 13j-R-017).

2) ÁREA PROSPECTIVA FLOR DEL MAYO

Se ubica en la parte norte del departamento de San Martín, provincia de Lamas, distritos de Pinto Recodo, Alonso de Alvarado y Tabalosos, en la Zona Subandina del norte del Perú (Figura 5.2). Las coordenadas centrales UTM son 308770 E y 9317470 N, Datum WGS84, en la zona 18 sur de la hoja topográfica 13-j (Moyobamba). Sus coordenadas geográficas son 76°43'41.6" de longitud oeste y 6°10'19.3" de latitud sur.

Es accesible desde Lima por la carretera Panamericana Norte (vía asfaltada) hasta Corral Quemado; luego se va por la carretera Marginal (asfaltada) hacia Moyobamba; posteriormente, por la misma vía, hasta Ponapaza; y, finalmente, por una trocha carrozable al poblado de San Luis, desde donde es accesible la zona de estudio a pie (Cuadro 5.3).

Marco geológico (Mapa 7)

Se ha identificado en la base, secuencias de areniscas cuarzosas, rojizas, de grano fino subredondeado, correspondientes a la Formación Sarayaquillo (Jurásico superior), seguidas de arenisca blanquecina, cuarzosa, sacaroidea, de grano fino a medio, de la Formación Cushabatay, así como limolitas gris parduscas y limolitas gris oscuras de la Formación Esperanza; hacia el tope, se presenta arenisca cuarzosa sacaroide de grano medio, subangulosa, blanca,

Cuadro 5.3
Accesibilidad a Flor de Mayo

Acceso	Distancia (Km)	Tiempo
Lima-Corral Quemado	1040	13 h 50 min
Corral Quemado-Moyobamba	266.5	3 h 30 min
Moyobamba-Ponazapa	30	25 min
Ponazapa-San Luis	20	1 h 30 min
TOTAL:	1356.5	19 h 15 min

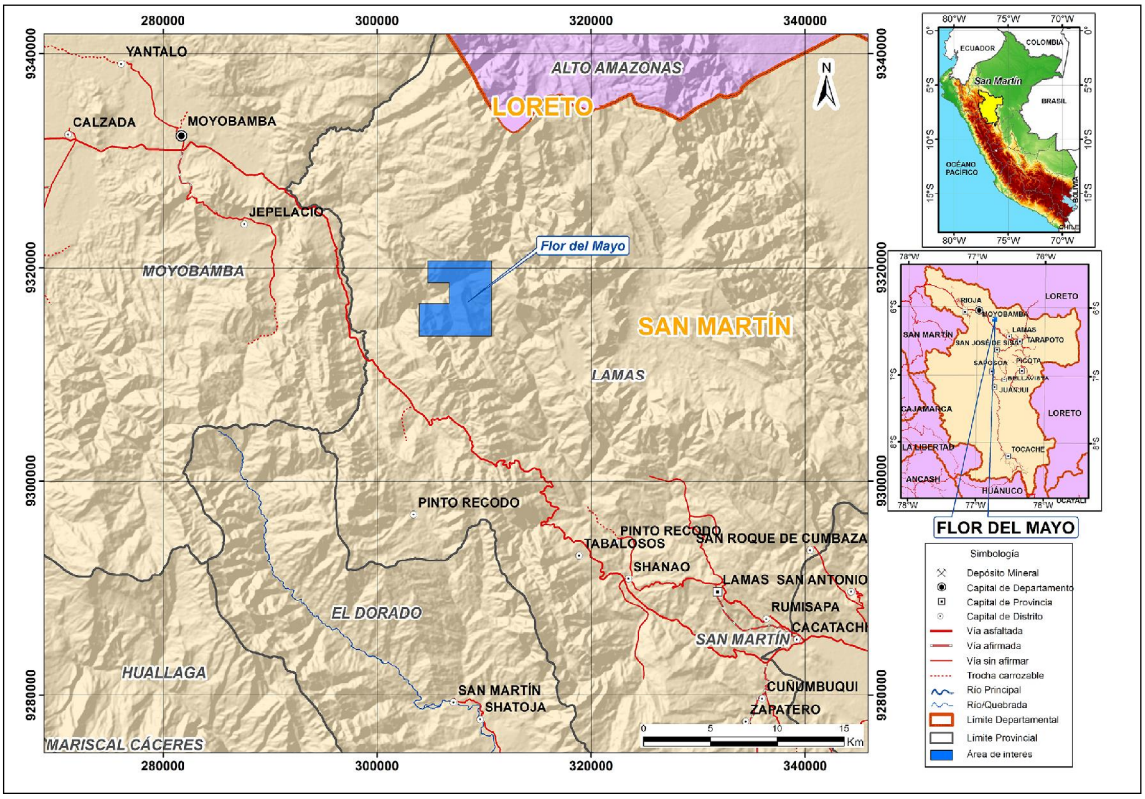


Figura 5.2 Mapa de ubicación de Flor del Mayo

bien seleccionada, de la Formación Aguas Calientes; estas tres últimas pertenecen al Cretáceo inferior. Sobreyaciendo a estas unidades, se encuentra una acumulación de material pelítico-calcáreo durante el Cretáceo inferior a superior. Esta secuencia se describe como Formación Chonta.

Estratigrafía

Estratigraficamente tenemos (Mapa 6):

Formación Sarayaquillo (Js-sa)

Esta secuencia -que está asociada espacialmente con los domos salinos que existen en la región¯ es descrita como arenisca rojizas de grano fino y estratificación cruzada, que tiene mala exposición en la zona de estudio, pues parcialmente se observa afloramientos en el eje del anticlinal (que limita hacia el oeste con una falla normal), al noreste del poblado de Nuevo Puentecillo.

Formación Cushabatay (Ki-c)

Tiene su mejor exposición cerca del poblado de Dos Unidos, con pequeños afloramientos de areniscas blanco amarillentas a rojizas en superficie meteorizada. Su componente principal es cuarzo hialino de grano medio a grueso, subredondeado; se muestran algo friables y deleznables, y pueden describirse como cuarzoarenitas (Fotografía 5.10).

Formación Esperanza (Ki-e)

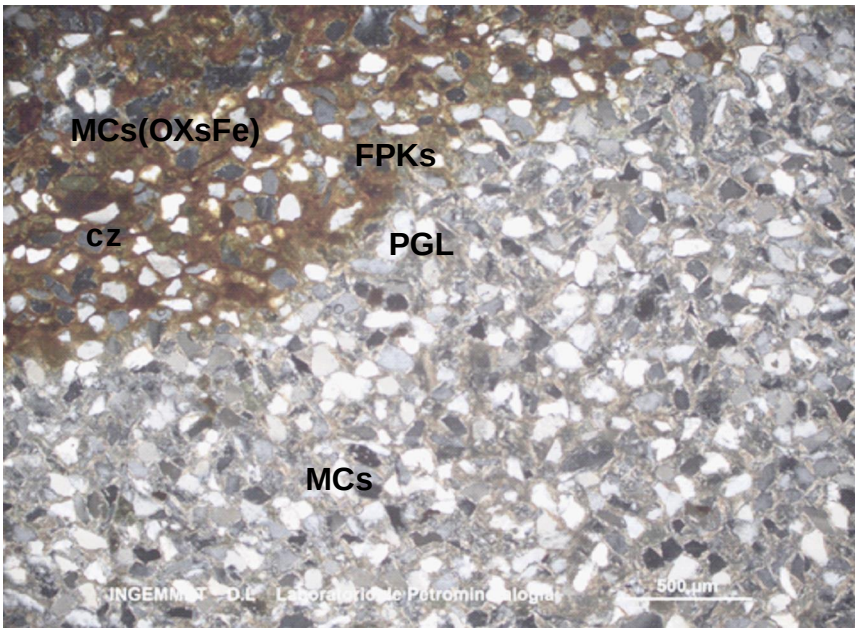
Aflora en la zona de estudio como una unidad de limolitas gris parduscas a oscuras finamente diaclasadas y con moderada alteración supérgena. Se encuentra mayormente bajo cubierta vegetal por ser poco resistente a la erosión. Aflora restringidamente en los alrededores del poblado de Dos Unidos, también con niveles de areniscas (Fotografía 5.11). En la sección delgada, se encuentra principalmente formada por minerales de cuarzo y plagioclasas inmersos en matriz de micas y óxidos de hierro (Fotografía 5.12).

Formación Aguas Calientes (Ki-ac)

Es la secuencia de mayor y mejor exposición en la zona de estudio. Aflora principalmente como areniscas cuarzosas blanquesinas, de grano medio subredondeado, en estratos medianos de 20 cm de promedio y subhorizontales. Se pueden encontrar afloramientos en las afueras de los poblados de San Luis y Dos Unidos, así como en los sectores de Playa Azul y Calampa (Fotografía 5.13).

Fotografía 5.10 Arenisca blanquecina, deleznable, de grano medio y textura sacaroide, con leve a moderada alteración supérgena de la Formación Cushabatay, en la localidad de Dos Unidos (muestra 13j-R-013).

Fotografía 5.11 Limolitas finamente diaclasadas, gris verdosas, con numerosos niveles de óxidos de hierro, de la Formación Esperanza, en la localidad de Nuevo Puentecillo (muestra 13j-R-018).



Fotografía 5.12 Granos de cuarzo (cz) y plagioclasas (PGL) con matriz micácea (MCs) por sectores, con impregnaciones de óxidos de hierro (OXsFe) (muestra 13j-R-028). FPKs: Feldespato Potásico.

Fotografía 5.13 Arenisca cuarzosa de grano medio, en estratos medianos de 20 cm, casi horizontales, de la Formación Aguas Calientes. Óxidos de hierro diseminados en pequeños parches, en la localidad de Calampa (muestra 13j-R-021).

Formación Chonta (Kis-ch)

Aflora únicamente en el extremo sur occidental de la zona de estudio, como una secuencia de calizas micríticas, masivas, de color gris, en las afueras del poblado de Nuevo Puentecillo. Una falla normal de rumbo NO-SE la pone en contacto con las limolitas de la Formación Esperanza.

Cuaternario (Q)

Gran parte del área de estudio es inaccesible por vía terrestre, debido a lo accidentado del terreno y a la densa cobertura vegetal; sin embargo, se ha diferenciado del Cuaternario por acumulaciones sucesivas de depósitos aluviales en los flancos del río Mayo, y como depósitos de gravas, arenas y limos en las terrazas y llanuras de inundación.

Rocas intrusivas

En la zona de estudio no se ha reconocido la presencia de rocas ígneas.

Geología estructural

Estructuralmente, la zona está controlada por una falla de rumbo dextral kilométrica, paralela al río Mayo, de orientación NE-SO, que corta un gran sinclinal y atraviesa el área de estudio con un eje de dirección casi N-S; su núcleo son las areniscas de la Formación Aguas Calientes. También se identificó un anticlinal que tiene como núcleo a las areniscas de la Formación Sarayaquillo, con un eje de dirección NO-SE. Finalmente, se identificó una falla normal de orientación NO-SE en el extremo suroeste de la zona de estudio, que pone en contacto las calizas de la Formación Chonta con las limolitas de la Formación Esperanza.

Geología económica

Mineralización y alteración

En las areniscas cuarzosas de la Formación Aguas Calientes, se ha identificado pequeñas concentraciones irregulares («parches») de óxidos de hierro en el sector de Calampa, en donde una muestra de arenisca dio un valor significativo de oro (Fotografía 5.14). En la sección delgada, se puede apreciar granos de cuarzo subredondeados (Fotografía 5.15) con minerales de plagioclasa y esfena en una matriz micácea. En las zonas de Dos Unidos, al norte, y Nuevo Puentecillo, en el extremo suroccidental del área de estudio, se encuentran limolitas finamente diaclasadas, gris verdosas, de la Formación Esperanza, con numerosos niveles de óxidos de hierro que reportaron valores débiles de uranio. Al igual que en la zona de estudio de Pueblo Nuevo, se registraron valores ligeramente altos de cromo en las areniscas cercanas a Playa Azul y Dos Unidos, posiblemente debido a una mayor presencia de cromo-muscovita (fuchsita).

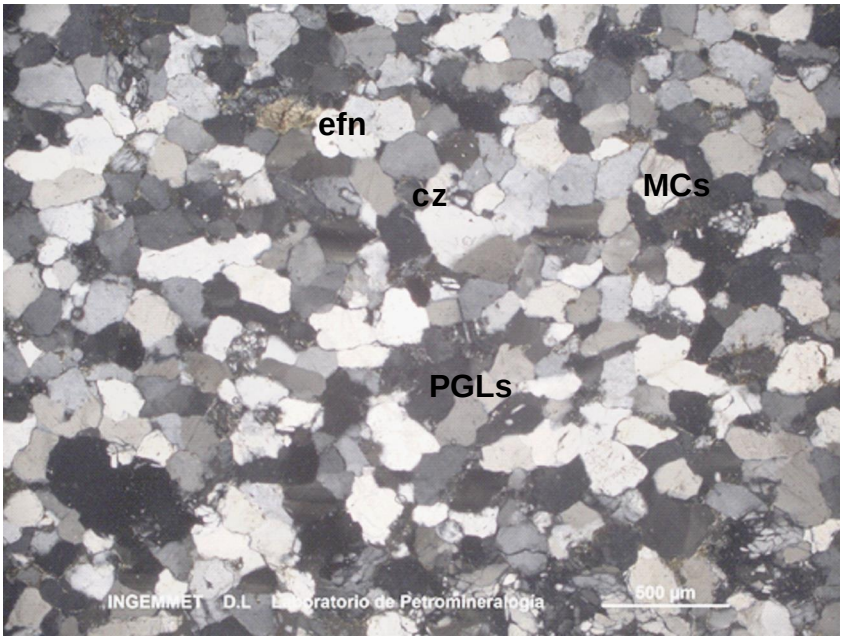
Geoquímica

La muestra de arenisca 13j-R-023 de la Formación Aguas Calientes reportó una anomalía débil de Au (38 ppb), es decir, entre uno y dos *threshold* estadísticos del muestreo; mientras que las limolitas de las muestras 13j-R-016 (Fotografía 5.16) y 13j-R-028 de la Formación Esperanza reportaron anomalías débiles de U (6.37 ppm y 3.81 ppm), tal como se aprecia en la Cuadro 5.4.

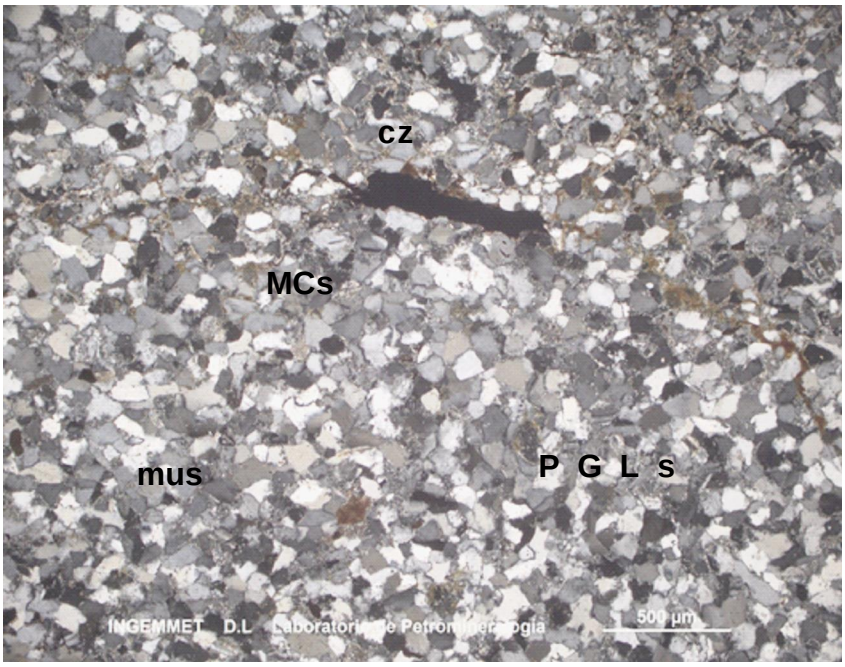
Cuadro 5.4
Concentración de elementos en muestras de roca, en la zona de Flor del Mayo

Elemento / Muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Sb (ppm)	Sn (ppm)	U (ppm)	W (ppm)	Zn (ppm)
13J-R-011	<5	<1	<30	229	<5	<2	5	27	1.2	<1	0.73	<1	65
13J-R-013	<5	<1	<30	474	<5	<2	10	8	<0.5	<1	0.71	<1	11
13J-R-016	<5	<1	<30	240	10	<2	9	25	<0.5	3	6.37	2	43
13J-R-021	<5	<1	<30	345	<5	<2	9	9	<0.5	<1	1.17	<1	13
13J-R-023	38	<1	<30	271	<5	<2	6	9	<0.5	<1	0.97	<1	9
13J-R-024	<5	<1	<30	323	<5	<2	8	11	<0.5	1	1.36	<1	18
13J-R-025	<5	<1	<30	405	<5	<2	7	<5	<0.5	<1	0.43	<1	5
13J-R-026	<5	<1	<30	206	<5	<2	<5	5	<0.5	<1	0.42	<1	<5
13J-R-028	<5	<1	<30	366	14	<2	14	40	<0.5	4	3.81	2	24
13J-R-029	<5	<1	<30	80	<5	<2	14	9	<0.5	2	3.08	1	28

Fotografía 5.14 Arenisca cuarzosa blanquecina, de la Formación Aguas Calientes, de grano medio, con leve alteración supérgena por oxidación en la localidad de Calampa (muestra 13j-R-023).



Fotografía 5.15 Granos de cuarzo (cz) subredondeados a subangulosos con cristales de plagioclasas (PGLs) y esfena en matriz micácea (MCs) (muestra 13j-R-023). efn: esfena.



Fotografía 5.16 Limolita con granos de cuarzo (cz), plagioclasas (PGLs) alterándose a sericita (ser) y muscovita (MCs) en matriz micácea (muestra 13j-R-016).

3) ÁREA PROSPECTIVA NUEVO BELÉN

Se ubica en la parte sur del departamento de San Martín, provincia de Tocache, distritos de Shunte y Tocache, en la Zona Subandina del norte del Perú (Figura 5.3). Las coordenadas centrales UTM son 311680 E y 9079350 N, Datum WGS84, en la zona 18 sur de la hoja topográfica 17-j (Tocache Nuevo). Sus coordenadas geográficas son 76°42'36.2'' de longitud oeste y 8°19'30.5'' de latitud sur.

Es accesible desde Lima por la carretera Central (asfaltada) hasta Huánuco. Posteriormente, por la vía asfaltada, pasando Tocache, se llega a un desvío desde donde empieza una carretera afirmada que lleva al poblado de Montecristo, accesible a la zona de estudio (Cuadro 5.5).

Marco geológico (Mapa 8)

Se ha cartografiado una secuencia de lavas andesíticas y latiandesíticas, cuarzosas, porfiríticas y afaníticas, gris verdosas y violáceas, de aspecto masivo, que en la base se presenta con niveles de brechas craqueladas. Se les asigna edades equivalentes a los volcánicos Lavasén del Carbonífero superior al Pérmico. Todas estas secuencias volcánicas están cortadas por un gran cuerpo intrusivo que presenta facies de tonalita granular porfiroide de grano medio, de diorita de grano medio a grueso con abundantes máficos (hornablendas verdosas) y un granito a granodiorita granular de grano grueso. En la facie diorítica, se ha identificado una zona pórfido diorítica en contacto con los volcánicos latiandesíticos. Por correlaciones con el Complejo Intrusivo Metalpalina (Díaz et al., 1998) y relaciones de campo, se le asigna a este cuerpo intrusivo una edad del Carbonífero inferior.

Estratigrafía

Formación Lavasén (CsP-vl)

En el área de estudio se encuentran afloramientos a lo largo de la quebrada Buenos Aires y en los alrededores del poblado de Nuevo Belén; está cubierta mayormente por densa cobertura vegetal. Su litología predominante consta de tobas de cristales de composición latiandesita, en estratos masivos con fenocristales de plagioclasas, inmersos en una matriz de cuarzo, vidrio y arcillas (Fotografías 5.17 y 5.18); también de andesita afanítica que presenta silicificación como alteración principal (Fotografías 5.19 y 5.20); y andesita porfirítica y tobas de cristales inmersas en matriz cuarzo feldespática y vidrio (Fotografías 5.21 y 5.22). Estos volcánicos se determinan en base a correlaciones con áreas adyacentes en los cuadrángulos de Tayabamba y Pataz, y hacia el norte en los cuadrángulos de

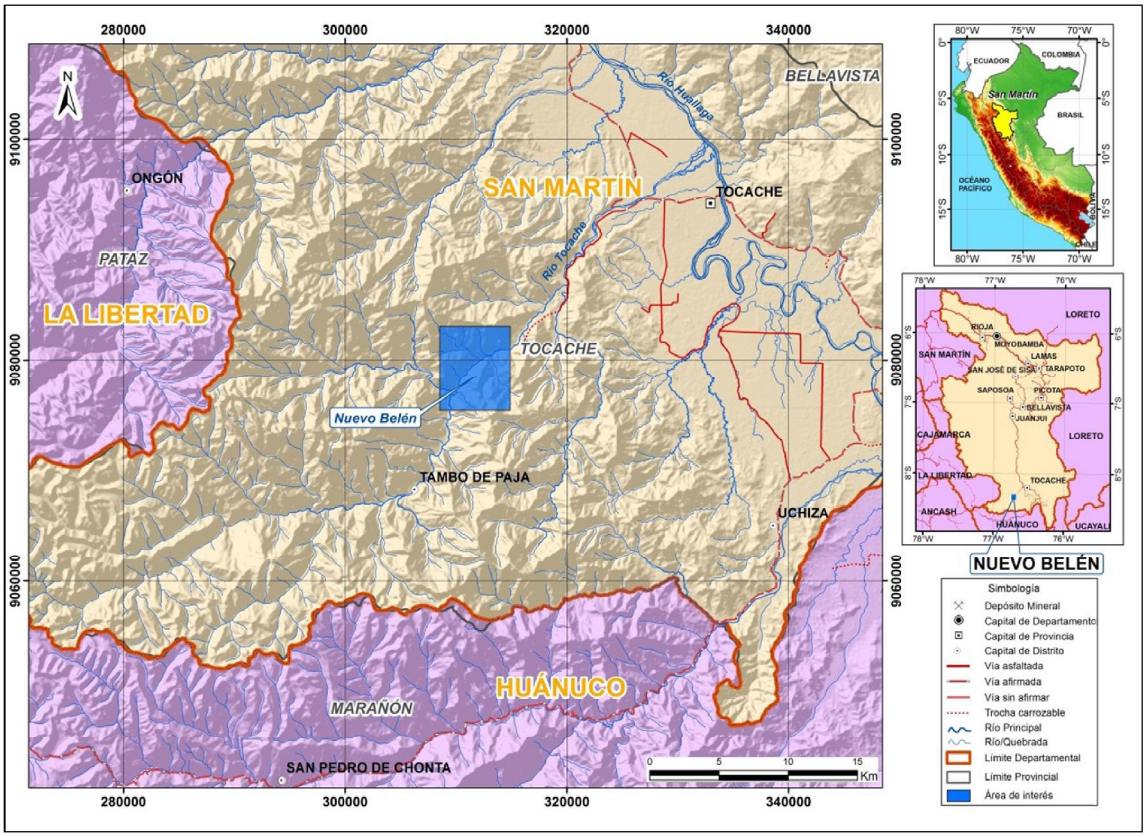


Figura 5.3 Mapa de ubicación de Nuevo Belén

Cuadro 5.5
Accesibilidad a Nuevo Belén

Acceso	Distancia (Km)	Tiempo
Lima-Huánuco	415	8 h
Huánuco-Tocache	290.6	3 h 50 min
Tocache-Montecristo	35	2 h
TOTAL:	740.6	13 h 50 min

Bolívar y Leimebamba donde Sánchez et al. (1995) observaron esta secuencia infrayaciendo al Grupo Mitu. Se le asigna una edad correspondiente al Carbonífero-Pérmico.

Depósitos cuaternarios (Q-al)

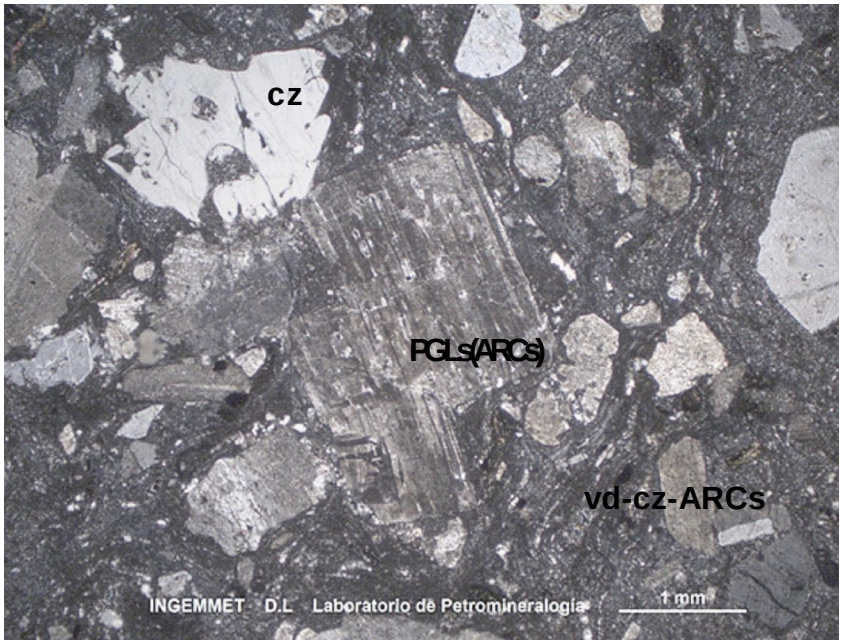
Están representados por depósitos aluviales distribuidos en las márgenes de los ríos Tocache y Belén. Forman terrazas de superficie plana y pendiente suave, y están constituidos por clastos heterogéneos subredondeados de composición intrusiva.

Rocas intrusivas

Estas rocas de naturaleza plutónica de variada composición se distribuyen en la mayor parte de la zona de estudio en forma discordante, bajo las unidades volcánicas carboníferas-pérmicas, y se les asume una edad del Carbonífero inferior. Se ha reconocido tres facies litológicas que van desde un granito en la parte norte hasta una diorita hacia el sur de la zona.

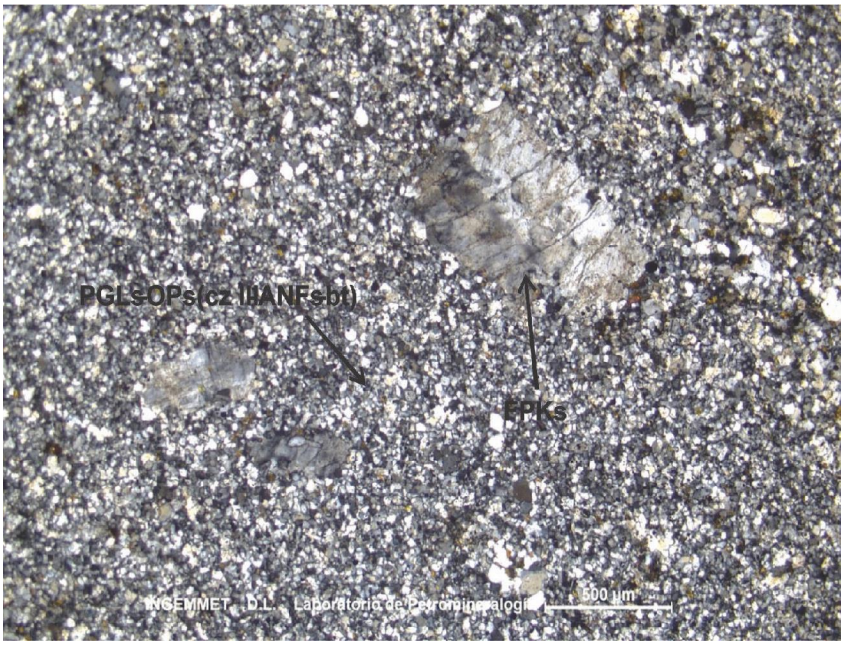
Diorita (Ci-di).- Cuerpo intrusivo que aflora en la zona sur del área de estudio, cortado por los ríos Calabaza y Belén, de grano medio a grueso, melanócrata, y con abundantes máficos de homablendas verdosas.

Fotografía 5.17 Toba de cristales de composición latiandesítica de textura porfirítica en estratos masivos, en la localidad de Naranjito (muestra 17j-R-006).



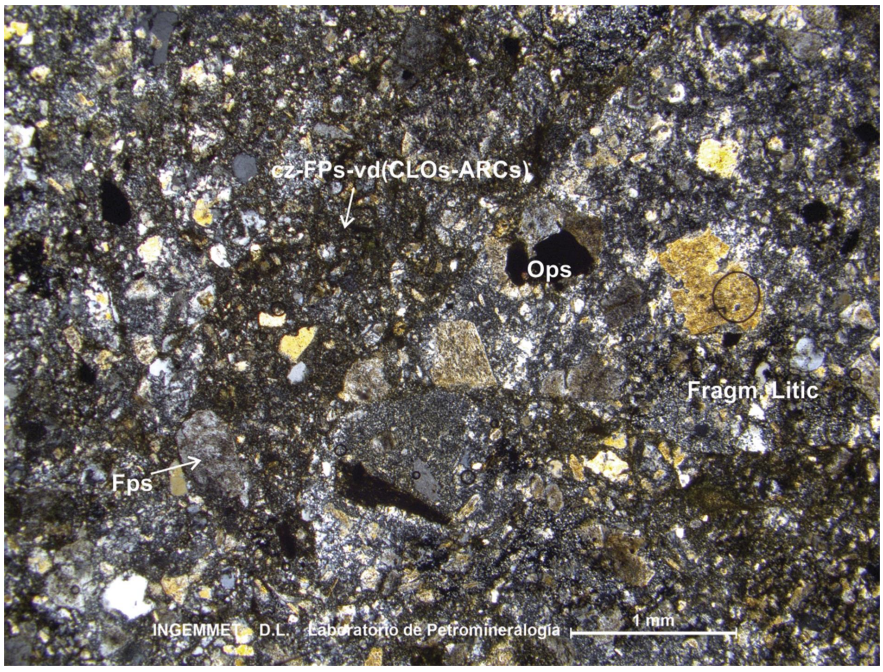
Fotografía 5.18 Cristales de plagioclasas (PGLs) alterados por arcillas (ARCs), cuarzo (cz), inmersos en una matriz, constituida por vidrio cuarzo y arcillas (muestra 17j-R-006).

Fotografía 5.19 Volcánico andesítico de textura afanítica silicificado e intemperizado. Óxido de manganeso (pirolusita 5 %) diseminado en fracturas. Se reportó trazas de oro (7 ppb) en la localidad de Buenos Aires (muestra 17j-R-009).



Fotografía 5.20 Cristales de feldespatos potásicos (FPKs) alterados a arcillas, dispuestos sobre una matriz intensamente silicificada por cuarzo (cz) secundario de tercera generación, anfíboles (ANF) y biotita (bt), con algunas plagioclasas (PGLs) y minerales opacos (OPs) (muestra 17j-R-009).

Fotografía 5.21 Aparente andesita porfirítica silicificada y con leve alteración argílica supérgena, de aspecto masivo, con fina pirita cúbica diseminada, y zona craquelada y brechada, con abundantes diaclasas y estructuras lenticulares de óxidos de hierro, en la localidad de Nuevo Belén (muestra 17j-R-019).



Fotografía 5.22 Fragmentos líticos de naturaleza volcánica, fragmentos de cristales de feldespatos potásicos (FPs) y minerales opacos, dispuestos sobre una matriz constituida por fragmentos de cuarzo (cz), feldespatos y vidrio, alterada a cloritas (CLOs) y arcillas (ARCs) (muestra 17j-R-014).Micas (MCs), Sericita (Ser).

Cerca al contacto con los volcánicos Lavasén, se identificó una facie de andesita microporfirítica (Fotografía 5.23) y una zona pórfido dacítica de grano medio, dispuesta en bloques subtabulares. En nícoles cruzados se observa el pórfido dacítico formado por cristales de plagioclasa en matriz cuarzo feldespática (Fotografía 5.24).

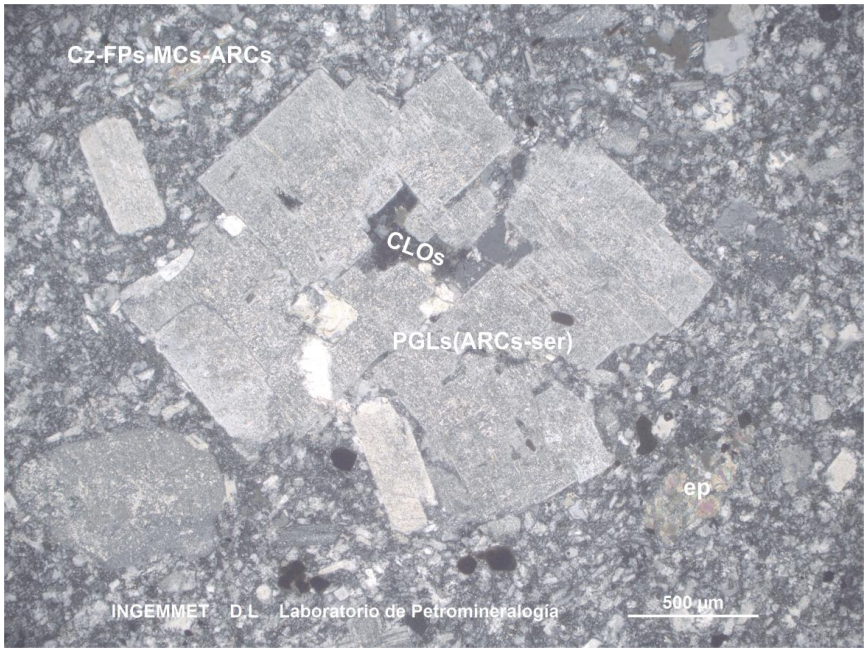
Tonalita (Ci-to).- Esta facie aflora en el extremo suroccidental del área de estudio y tiene sus mejores exposiciones en los alrededores del poblado de Pampa Hermosa y en los cortes de los ríos Tocache y Cocalito (Fotografía 5.25). Esta masa ígnea de textura porfirítica, de grano medio a fino, presenta cristales de plagioclasa, feldespato potásico y cuarzo inmersos en matriz cuarzo feldespática con biotita (Fotografía 5.26). A orillas del río Tocache, bajo el puente que une los poblados de Montecristo y Pampa Hermosa, el intrusivo presenta fina diseminación de pirita con óxidos de hierro, tal como lo muestra la vista al microscopio en nícoles paralelos (Fotografía 5.27).

Granito/Granodiorita (Ci-gr/gd).- Estas rocas de naturaleza félsica se distribuyen en la parte norte de la zona de estudio. También afloran en el extremo oriental, en donde se exponen pobremente, como una roca granuda de grano medio a grueso, oxidada, diaclasada, y con moderada alteración supérgena (Fotografía 5.28).

Geología estructural

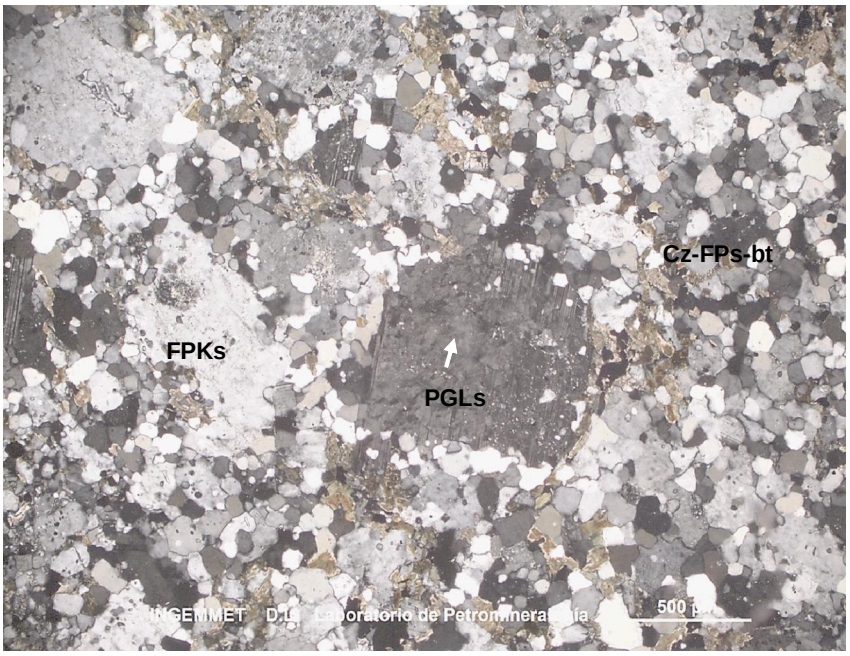
En el contexto estructural, el área de estudio se localiza en el flanco este de la Cordillera Oriental, próxima a las estribaciones occidentales de la Faja Subandina. De las observaciones de campo y el análisis de las imágenes satelitales, se ha determinado que se encuentra dentro de una zona de bloques, controlada por movimientos verticales. Las estructuras se presentan como bloques hundidos y levantados de rumbo preferencial NO-SE y en menor proporción NNO-SSE. Su origen se explicaría en razón a los desplazamientos del basamento cristalino constituido por las rocas intrusivas de edad paleozoica.

Fotografía 5.23 Cuerpo subvolcánico de andesita porfirítica gris con 60 % de matriz y fenos euhedrales milimétricos, en la localidad de Naranjito (muestra 17j-R-002).

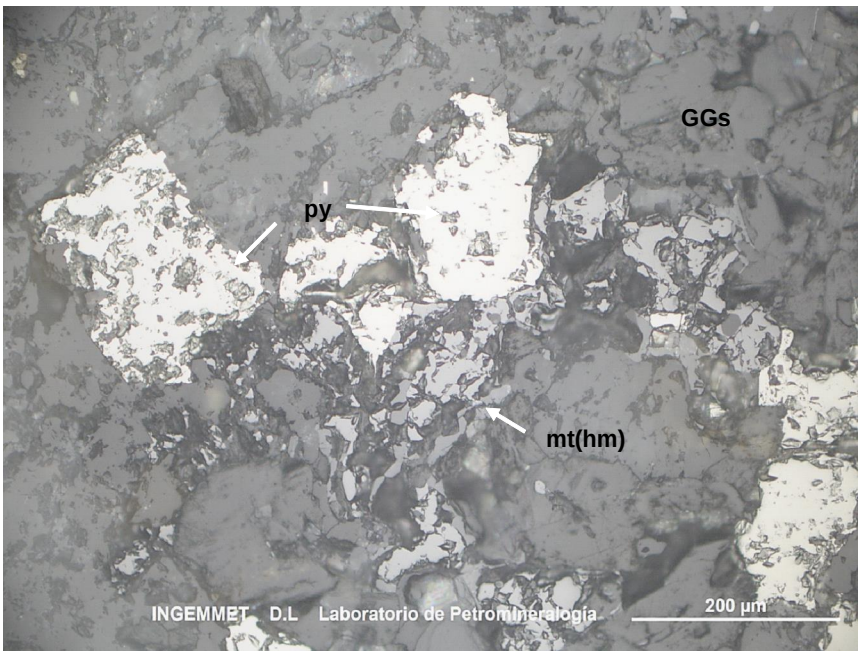


Fotografía 5.24 Cristales de plagioclasa alterados por arcillas (ARCs) y sericita. La matriz está constituida por cuarzo (cz), feldespatos (EPs), micas y arcillas. Las cloritas (CLOs) están como relleno de intersticios y la epidota como alteración (muestra 17j-R-002). Minerales Opacos: OPs, Fermentos Líticos, Fragmentos Líticos.

Fotografía 5.25 Tonalita de textura porfirítica fina que aflora al borde del río Tocache. Presenta pirita 0.5%, finamente diseminada, con óxidos en fracturas, en la localidad de Pampa Hermosa (muestra 17j-R-005).



Fotografía 5.26 Cristales de feldespatos potásicos (FPKs) y plagioclasas (PGLs). La matriz está constituida por cuarzo (cz), feldespatos (FPs) y biotita (bt) (muestra 17j-R-005).



Fotografía 5.27 Cristales de pirita (py), magnetita (mt) reemplazada por hematita (hm). Gangas: GGs (muestra 17j-R-005).

Fotografía 5.28 Intrusivo félsico de grano medio a grueso, con fracturas oxidadas a manera de venillas con cuarzo. Presenta óxidos de manganeso y moderada alteración supérgena, aledaño al río Belén (muestra 17j-R-012).

Geología económica

Mineralización y alteración

Se tiene tonalitas levemente intemperizadas, con óxidos de hierro en fracturas. Asimismo, sobre el río Tocache, cerca de Montecristo, se presentan tonalitas con pirita finamente diseminada, óxidos en las fracturas y leve alteración propilítica con minerales de clorita, epidota y cuarzo, en venillas menores de 5 mm; se reportaron débiles valores significativos de uranio. Para los volcánicos de la Formación Lavasén, a lo largo de toda la quebrada Buenos Aires, se tiene óxido de manganeso (con pirolusita al 5 %) en las fracturas. Aguas arriba de esta quebrada, las muestras presentan silicificación y propilitización, y reportan anomalías débiles de plomo y uranio.

En las nacientes del río Belén, se presentan venillas con cuarzo y óxido de manganeso. En el mismo Nuevo Belén, en los volcánicos andesíticos silicificados masivos, se evidencia la presencia de pirita fina, cúbica, diseminada, y niveles de brecha craquelada con abundantes diaclasas y estructuras lenticulares de óxidos de hierro con alteración argílica supérgena que reportó una anomalía débil en molibdeno (Fotografías 5.29 y 5.30). Finalmente, la zona pórfido diorítica -cerca al contacto con los volcánicos andesíticos- reportó una anomalía débil a moderada de molibdeno (Fotografía 5.31 y 5.32).

Geoquímica

La anomalía más interesante se reportó en la muestra 17j-R-016 del pórfido diorita, con un valor de 11 ppm de Mo. En los volcánicos de la Formación Lavasén de textura porfirítica, se registraron anomalías débiles de Mo (4ppm) y Pb (72 ppm); es decir, entre uno y dos *threshold* estadísticos, de las muestras 17j-R-018 y 17j-R-013, respectivamente. Además, se tiene una anomalía débil de U (6.67 ppm) en la muestra 17j-R-015.

Finalmente, las tonalitas reportaron unos valores ligeramente significativos de U en las muestras 17j-R-003 (3.87 ppm) y 17j-R-005 (3.83 ppm), tal como se muestra en el Cuadro 5.6.

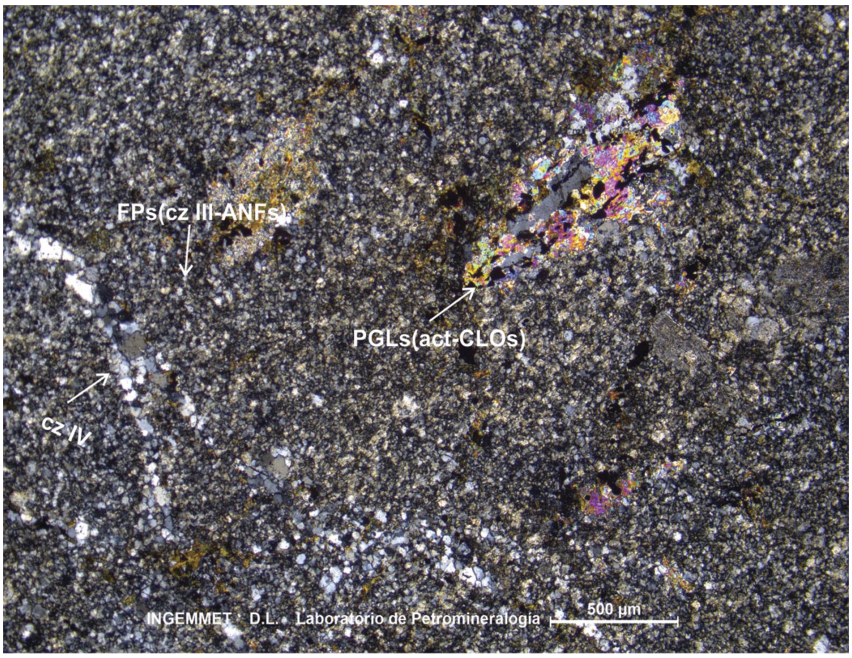
Cuadro 5.6
Concentración de elementos en muestras de roca, zona de Nuevo Belén

Elemento / Muestra	Au (ppb)	Ag (ppm)	As (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Mo (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Sb (ppm)	Sn (ppm)	U (ppm)	W (ppm)	Zn (ppm)
17J-R-001	<5	<1	<30	136	7	<2	12	18	1.4	4	3.51	3	65
17J-R-002	<5	<1	<30	135	6	<2	<5	34	<0.5	3	3.53	2	40
17J-R-003	<5	<1	<30	202	<5	<2	6	35	4.2	4	3.87	2	67
17J-R-004	6	<1	<30	70	<5	<2	13	5	0.6	2	3.13	3	35
17J-R-005	38	<1	<30	110	29	2	7	22	1.5	4	3.83	2	103
17J-R-006	<5	<1	<30	172	<5	<2	5	21	<0.5	4	2.65	1	29
17J-R-007	<5	<1	<30	130	12	<2	6	8	<0.5	1	1.9	<1	49
17J-R-008	<5	<1	<30	341	21	<2	21	13	1	2	2.19	3	153
17J-R-009	7	<1	<30	58	<5	<2	<5	15	<0.5	4	2.46	<1	55
17J-R-011	<5	<1	<30	178	<5	<2	<5	19	0.7	4	2.67	<1	70
17J-R-012	<5	<1	<30	318	5	<2	8	14	0.7	2	2.62	<1	27
17J-R-013	6	<1	<30	199	<5	<2	6	72	<0.5	4	2.77	2	38
17J-R-014	<5	<1	<30	167	5	<2	5	12	0.8	4	3.4	2	40
17J-R-015	<5	<1	<30	143	<5	<2	<5	11	1.4	4	6.67	2	50
17J-R-016	<5	<1	<30	97	7	11	<5	18	0.5	3	2.77	2	55
17J-R-017	<5	<1	<30	191	<5	<2	5	17	1.3	4	3.89	2	46
17J-R-018	<5	<1	<30	212	5	4	5	16	0.7	4	3.74	1	29
17J-R-019	<5	<1	<30	140	<5	2	<5	10	<0.5	4	3.47	2	27

Fotografía 5.29 Andesita porfirítica silicificada de aspecto masivo, con presencia de fina pirita cúbica diseminada (muestra 17j-R-018).

Fotografía 5.30 Cristales de plagioclasas (PGLs) alterados por cloritas (CLOs). La matriz se encuentra constituida por feldespato (FPs) y cuarzo (cz), y alterada a cloritas (CLOs) y arcillas (ARCs) (muestra 17j-R-018).

Fotografía 5.31 Intrusivo pórfido diorita de grano medio a fino, color gris violáceo, en bloques subtabulares y cerca al contacto con los volcánicos andesíticos porfiríticos Lavasén (muestra 17j-R-016).



Fotografía 5.32 Cristales de plagioclasas (PGLs) reemplazados por actinolita (act) y cloritas (CLOs). La matriz se encuentra reemplazada por cuarzo secundario de tercera generación (czIII) y anfíboles (ANFs), con algunos cristales de feldespatos (FPs). Asimismo, presenta microfracturas rellenas por cuarzo secundario de cuarta generación (czIV) (muestra 17j-R-016).

5.3 RESUMEN

En la región San Martín, se estudiaron unas 3 áreas prospectivas por depósitos metálicos, las cuales mostraron «bajo» a «muy bajo» interés prospectivo, como se resume en el Cuadro 5.7.

El área en conjunto comprende 126.20 km^2. Esto representa el 0.2 % del área total de la región San Martín.

Cuadro 5.7
Áreas prospectivas de la Región San Martín

N°	Zona de estudio	Área (km^2)	Interés prospectivo	Elemento anómalo
1	Pueblo Nuevo	38	Bajo a muy bajo	U,Cr
2	Flor de Mayo	39.8	Bajo a muy bajo	Au,U
3	Nuevo Belén	48.4	Bajo a muy bajo	Cr,Au

CONCLUSIONES

- De las tres zonas estudiadas en la región, la única que tiene algo de interés geoeconómico es Flor del Mayo, que muestra un valor significativo de oro (38 ppb), en las areniscas cuarzosas de la Formación Aguas Calientes. Pueblo Nuevo y Nuevo Belén arrojan valores interesantes de U (3.98 ppm, a 6.67 ppm, respectivamente), Cr (469 ppm a 606 ppm) y Pb (72 ppm), en las areniscas cuarzosas de la Formación Cushabatay y en las tobas con lavas andesíticas silicificadas de la Formación Lavasén en Nuevo Belén, respectivamente. Ninguna sería recomendable para considerarse como prospecto de interés.
- En Flor del Mayo, en las areniscas cuarzosas de la Formación Aguas Calientes, se ha identificado pequeñas concentraciones irregulares («parches») de óxidos de hierro en el sector de Calampa, donde una muestra de arenisca arrojó un valor significativo de oro (38 ppb).
- En Pueblo Nuevo, se han identificado zonas con leve silicificación en las areniscas cuarzosas de la Formación Cushabatay, en la quebrada Ishichimilco, y en las zonas altas de Alto Progreso de Almendrillo, con valores levemente significativos de U (3.98 ppm y 3.27 ppm) y valores ligeramente altos de Cr (469 ppm a 606 ppm).
- En Nuevo Belén, en las tobas con lavas andesíticas silicificadas de la Formación Lavasén, se tiene la presencia de pirita fina cúbica diseminada, niveles de brecha craquelada con abundantes diaclasas, y estructuras lenticulares de óxidos de hierro con alteración argílica supérgena, que reportó una anomalía débil en molibdeno (4ppm) y Pb (72 ppm), además de una anomalía débil de U (6.67 ppm).
- El mapa de potencial elaborado en un total de 51 253.37 km^2, comprende aproximadamente el área de 7.79 % de potencial minero alto; 20.25 % de potencial minero medio; 34.17 % de potencial minero bajo; y 37.79 % de potencial minero muy bajo; por tanto, la región San Martín tiene un pobre potencial minero metálico concentrado, principalmente, en la Cordillera Oriental de la Región.

BIBLIOGRAFÍA

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>

Cerrón, F.; Atencio, E. & Quispe, L. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Río Biabo, Manco Capac y Vencedor. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 97, 155 p.

De La Cruz, J.; Lara, M. & Raymundo, T. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Cahuapanas y Nueva Cajamarca. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 115, 125 p.

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.

Kents, P. (1956) - Reconocimiento geológico de la región del Alto Marañón. Boletín Sociedad Geológica del Perú, (30): 211-216.

Martínez, W.; Valdivia, E. & Cuyubamba, V. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Aucayacu, Río Santa Ana y Tingo María. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 112, 204 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.

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.

Sánchez, A.; Chira, J. & Valencia, M. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcurarca y Yanayacu. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional,* 94, 253 p.

Sánchez, A. & Herrera, I. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Moyobamba, Saposoa y Juanjui. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 122, 271 p.

Sánchez, J. & Jacay, J. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Huayabamba y Río Jelache. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 87, 226 p.

Sánchez, J., Alvarez, D., Lagos, A. (1998) - Geología de los Cuadrángulos de Juscusbamba y Pólvora. *INGEMMET*, *Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional,* 119, 262 p.

Zárate, H.; Galdos, J. & Ticona, P. (1997) - Geología de los cuadrángulos de San Rafael, Río Cushabatay e Inahuaya. *INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional*, 100, 191 p.

ANEXOS

Anexo 1: Muestras de Zonas Prospectivas de la Región San Martín

Anexo 2: Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Anexo 1
Muestras de Zonas Prospectivas de la Región San Martín

Muestras	Ubicación		Unidad Geológica	Zona de estudio	Descripción
Código	Este	Norte			
13j-R-001	311004	9304964	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, deleznable, blanquecina, de la Fm. Cushabatay. Leve oxidación supérgena.
13j-R-002	311581	9306342	Fm. Chonta	Pueblo Nuevo	Calizas micríticas en textura wackestone en estratos irregulares de 3 a 4 cm, masivos, de color gris marrón oscuro y superficies de oxidación amarillento.
13j-R-003	311060	9305003	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca de grano fino, levemente alterada, con óxidos en fracturas menores de 1mm y levemente silicificada.
13j-R-004	311606	9307774	Fm. Aguas Calientes	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, sacaroidea, con muscovita en matriza de grano fino a medio con estructuras laminares aparentemente secundarias.
13j-R-005	311511	9304240	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, de grano fino a medio, blanquecina e inalterada, con leve intemperismo.
13j-R-006	311705	9308808	Fm. Aguas Calientes	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, sacaroidea, en estratos tabulares de grano medio a grueso subredondeado, masivo.
13j-R-007	311580	9303955	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa blanquecina, de grano fino a medio, con leve silicificación y leve oxidación supérgena.
13j-R-008	311492	9306516	Fm. Chonta	Pueblo Nuevo	Calizas negras, micríticas, en textura packstone con granos de cuarzo y bioclastos, en estratos masivos subtabulares casi horizontales.
13j-R-009	311260	9303960	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, de grano medio, disturbada en medio del monte. Se presenta inalterada y con moderado intemperismo.
13j-R-011	307422	9319918	Fm. Aguas Calientes	Flor del Mayo	Arenisca blanquecina, de grano fino, inalterada y levemente intemperizada, posiblemente de la Fm. Aguas Calientes.
13j-R-012	311094	9306423	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, sacaroidea, con muscovita en matriz de grano fino, subangulosa, en estratos finos de 4-5cm y con presencia de niveles laminares piritizados y otros oxidados.
13j-R-013	305548	9320458	Fm. Cushabatay	Flor del Mayo	Arenisca blanquecina con leve a moderado alteración supérgena. Afloramiento cortado por camino.
13j-R-014	311278	9305713	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, sacaroidea, de grano grueso, color blanco rosáceo en estratos gruesos.
13j-R-015	307465	9307815	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, inalterada, de grano medio, con leve intemperismo. Aflora en quebrada.
13j-R-016	306627	9319673	Fm. Esperanza	Flor del Mayo	Limolitas gris oscuras con matriz micáceo de muscovita en estratos medios 15-40 cm subparalelos y subtabulares masivos y textura sacaroidea.
13j-R-017	307032	9308013	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa, blanquecina, de grano grueso, inalterada, con óxido de hierro (goethita, hematita) 2 % diseminada y rellenando fracturas. Leve intemperismo. Posiblemente de Fm. Aguas Calientes. N340°/80°NE
13j-R-018	308694	9310064	Fm. Cushabatay	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzosa sacaroidea, de grano grueso subredondeado a redondeado, en laminaciones finas paralelas con niveles de capas rojas.
13j-R-021	307849	9318280	Fm. Aguas Calientes	Flor del Mayo	Arenisca cuarzosa, de grano medio, inalterado, en estratos medianos de 20 cm aproximadamente, casi horizontales. Óxidos de hierro diseminados en pequeños parches.
13j-R-022	307310	9308635	Fm. Sarayaquillo	Pueblo Nuevo	Arenisca cuarzo lítica, rojiza, de grano fino, subredondeado, en estratos de 5-20 cm tabular.
13j-R-023	307558	9318162	Fm. Aguas Calientes	Flor del Mayo	Arenisca cuarzosa, blanquecina, de grano medio, de una matriz micácea con leve alteración supérgena. Se ha reconocido grano de esfena.
13j-R-024	307696	9318159	Fm. Aguas Calientes	Flor del Mayo	Arenisca cuarzosa, sacaroide, en estratos gruesos y de aspecto masivo.
13j-R-025	308474	9316266	Fm. Aguas Calientes	Flor del Mayo	Arenisca cuarzosa, blanquecina, de grano medio inalterada.
13j-R-026	309952	9313984	Fm. Aguas Calientes	Flor del Mayo	Arenisca cuarzosa, sacaroide, de grano medio subangulosa blanco bien seleccionada en numerosos bloques.
13j-R-027	313343	9308939	Fm. Esperanza	Pueblo Nuevo	Limolitas gris parduscas, inalteradas, cortadas por carretera.
13j-R-028	304097	9314270	Fm. Esperanza	Flor del Mayo	Limolitas de granos de cuarzo y plagioclasa en una matriz micácea finamente diaclasadas, gris verdosas, con numerosos niveles de impreganciones de óxidos de hierro.
13j-R-029	304370	9313740	Fm. Esperanza	Flor del Mayo	Limolita gris pardusca con moderada alteración supérgena.
17j-R-001	309170	9076900	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Tonalita de textura porfiroide y grano medio a fino inalterada, con cristales de plagioclasas, feldespato potásico y cuarzo. Se observa algunos xenolitos.
17j-R-002	311553	9078644	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Intrusivo subvolcánico, pórfido dacita, de matriz al 60 % gris plomiza, de fenos eudrales milimétricos, de plagioclasas alteradas a arcillas y sericitas con una matriz con micas con cloritas y epidotas de alteración.
17j-R-003	308440	9077260	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Roca intrusiva tonalita, masiva, de textura porfiritica fina, con cristales de cuarzo, feldespatos y micas. Levemente intemperizada con óxidos de hierro en fracturas.
17j-R-004	311995	9078154	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Diorita de grano medio a grueso con abundantes máficos (40 %) de hornblendas verdosos.
17j-R-005	309270	9076000	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Tonalita con biotitas de textura porfirítica fina que aflora al borde del río Tocache. Presenta pirita 0.5 % finamente diseminada, magnetita reemplazada por hematita con óxidos en fracturas.
17j-R-006	311291	9078808	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Toba de cristales de composición latiandesitica, porfiritica, plagioclasa alteradas por arcillas en estratos masivos en los afloramientos. Presencia de vidrio en la matriz.
17j-R-007	309500	9075022	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Tonalita de textura porfirítica fina. Presenta alteración propilítica leve con minerales de clorita, epidota y cuarzo en venillas < 5mm venilla de cuarzo
17j-R-008	314456	9077884	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Roca granuda granitica de grano fino a medio, bastante oxidado y diaclasados en pequeños afloramientos.
17j-R-009	310050	9080867	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Andesita de textura afanítica con escasos fenos de feldespatos potásicos alterados a arcillas en una matriz silicificada con cuarzo, anfíboles y biotita. Óxido de manganeso (pirolusita 5%) en fracturas.
17j-R-011	310640	9081200	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Volcánico andesítico de textura afanítica en matriz cuarzo feldespática. Moderada silicificación, roca dura muy compacta. Aflora como un gran bloque de 40x40 m al borde de quebrada Buenos Aires.
17j-R-012	314230	9078132	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Intrusivo granítico granular de grano grueso, con diaclasas oxidadas a manera de venillas con cuarzo y óxido de manganeso.
17j-R-013	311262	9080659	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Volcánico de textura porfirítica fina, con fenos de cuarzo y plagioclasas, algunos máficos alterados a clorita. Moderada silicificación y propilitización. Afloramiento cortado por quebrada Buenos Aires.
17j-R-014	312968	9078061	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Toba de cristales y líticos sobre una matriz al 80 % de fragmentos de cuarzo, feldespato y vidrio con cloritas y arcillas.
17j-R-015	311364	9080458	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Volcánico gris violáceo compacto con fenos de cuarzo y plagioclasas en matriz fina. Moderada silicificación y propilitización.
17j-R-016	313179	9078395	Intrusivo de Nuevo Belén	Nuevo Belén	Pórfido diorita de grano medio con cristales de actinolita y clorita reemplazando a las plagioclasas en una matriz de cuarzo, feldespato y anfíboles.
17j-R-017	311851	9079651	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Roca volcánica masiva compacta, color violáceo, con cristales de cuarzo y plagioclasas en matriz cuarzo feldespática. Aflora al borde de carretera.
17j-R-018	313335	9080529	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Andesita porfirítica silicificadas con plagioclasas alteradas a cloritas en una matriz de feldespato y cuarzo de aspecto masivo con presencia de fina pirita cúbica diseminada.
17j-R-019	313335	9080529	Fm. Lavasén	Nuevo Belén	Roca brechada, craquelada, con abundantes diaclasas y estructuras lenticulares de óxidos de hierro y presencia de una alteración argílica supérgena.

Anexo 2

Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

Elemento	Au	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	PPB	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	FAA515	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.	5	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	5000	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
13J-R-001	<5	<1	0.63	<30	15.00	<5	<0.1	0.05	<0.2	20.50	0.70	239.00	<5	0.47	0.28	0.23	0.03	30.00	<2	6.00	<0.01	6.00	<0.5	1.00	8.10	3.30	0.10	1.10	7.00	<1	6.00	114.90
13J-R-002	<5	<1	3.67	<30	170.00	<5	0.20	17.10	<0.2	49.80	5.70	21.00	9.00	0.79	1.17	0.91	0.51	709.00	<2	19.00	0.03	20.00	<0.5	2.00	275.80	9.20	0.19	1.59	30.00	1.00	60.00	59.60
13J-R-003	<5	<1	3.01	<30	187.00	<5	0.20	0.04	<0.2	54.80	2.30	151.00	7.00	1.00	1.16	1.63	0.11	75.00	<2	5.00	<0.01	17.00	<0.5	2.00	36.00	16.80	0.26	2.87	29.00	2.00	13.00	353.60
13J-R-004	<5	<1	3.85	<30	388.00	<5	0.20	0.06	<0.2	30.00	1.00	89.00	6.00	1.01	0.70	2.52	0.07	34.00	<2	<5	<0.01	17.00	<0.5	2.00	65.70	9.90	0.18	3.27	17.00	1.00	17.00	328.00
13J-R-005	<5	<1	2.74	<30	28.00	<5	<0.1	0.06	<0.2	22.90	1.30	243.00	<5	0.93	0.67	0.74	0.07	39.00	<2	8.00	0.01	9.00	<0.5	1.00	26.80	7.40	0.11	2.04	7.00	<1	11.00	301.00
13J-R-006	<5	<1	1.70	<30	24.00	<5	<0.1	0.02	<0.2	19.40	1.20	201.00	7.00	0.42	0.62	0.28	0.03	30.00	<2	7.00	<0.01	11.00	<0.5	3.00	20.50	5.40	0.09	1.28	<5	<1	32.00	301.70
13J-R-007	<5	<1	1.61	<30	202.00	<5	<0.1	0.02	<0.2	18.30	0.80	230.00	5.00	0.65	0.37	1.28	0.03	47.00	<2	<5	<0.01	10.00	<0.5	<1	30.10	10.40	0.15	2.93	6.00	<1	5.00	603.30
13J-R-008	<5	<1	4.21	<30	74.00	<5	0.20	13.52	<0.2	57.80	6.90	74.00	10.00	1.08	1.89	0.98	0.71	822.00	<2	20.00	0.09	15.00	<0.5	2.00	277.80	9.90	0.17	1.77	37.00	2.00	42.00	101.70
13J-R-009	<5	<1	1.56	<30	107.00	<5	<0.1	0.03	<0.2	15.40	1.40	404.00	<5	0.51	0.62	0.80	0.03	41.00	<2	9.00	0.01	54.00	<0.5	1.00	20.40	5.20	0.08	1.63	7.00	<1	14.00	222.80
13J-R-011	<5	<1	2.24	<30	427.00	<5	<0.1	0.05	0.20	13.10	0.90	229.00	<5	0.67	0.42	2.19	0.02	38.00	<2	5.00	<0.01	27.00	1.20	<1	39.50	2.90	0.04	0.73	<5	<1	65.00	95.40
13J-R-012	<5	<1	3.32	<30	358.00	<5	0.10	0.04	0.30	27.00	4.20	332.00	13.00	0.85	0.87	2.51	0.05	54.00	<2	9.00	<0.01	16.00	<0.5	1.00	41.20	6.50	0.10	1.82	11.00	<1	51.00	225.70
13J-R-013	<5	<1	0.78	<30	17.00	<5	<0.1	0.01	<0.2	20.70	1.10	474.00	<5	0.18	0.48	0.09	<0.01	35.00	<2	10.00	<0.01	8.00	<0.5	<1	15.50	1.90	0.06	0.71	8.00	<1	11.00	93.60
13J-R-014	<5	<1	0.33	<30	19.00	<5	<0.1	0.05	<0.2	20.60	0.90	305.00	<5	0.49	0.37	0.10	0.01	41.00	<2	8.00	<0.01	13.00	<0.5	<1	27.80	2.30	0.02	0.45	<5	<1	22.00	45.00
13J-R-015	<5	<1	3.17	<30	426.00	<5	<0.1	0.17	<0.2	27.90	4.80	469.00	11.00	1.35	2.34	1.73	0.22	131.00	<2	19.00	0.05	9.00	<0.5	<1	106.90	3.20	0.24	1.12	55.00	<1	24.00	294.80
13J-R-016	<5	<1	4.64	<30	345.00	<5	0.20	0.02	<0.2	68.60	2.30	240.00	10.00	1.03	0.71	2.55	0.11	41.00	<2	9.00	0.01	25.00	<0.5	3.00	99.10	23.00	0.33	6.37	26.00	2.00	43.00	914.90
13J-R-017	<5	<1	0.52	<30	10.00	<5	<0.1	0.01	<0.2	16.40	1.10	606.00	<5	0.12	0.64	0.05	<0.01	42.00	<2	10.00	<0.01	6.00	<0.5	<1	17.60	2.20	0.03	0.36	23.00	<1	<5	27.00
13J-R-018	6	<1	0.80	<30	10.00	<5	<0.1	0.01	<0.2	11.00	1.20	553.00	19.00	0.28	3.00	0.14	<0.01	47.00	<2	10.00	0.01	6.00	<0.5	3.00	12.40	2.20	0.09	0.69	28.00	<1	5.00	128.90
13J-R-021	<5	<1	1.60	<30	264.00	<5	<0.1	0.01	<0.2	30.80	1.60	345.00	<5	0.57	0.60	1.42	0.02	61.00	<2	9.00	<0.01	9.00	<0.5	<1	42.50	5.70	0.07	1.17	<5	<1	13.00	205.80
13J-R-022	<5	<1	4.10	<30	411.00	<5	<0.1	0.17	<0.2	32.30	7.70	163.00	8.00	0.97	1.44	1.76	0.65	211.00	<2	15.00	0.04	10.00	<0.5	1.00	91.50	3.70	0.17	0.92	38.00	1.00	22.00	143.80
13J-R-023	38	<1	0.78	<30	116.00	<5	<0.1	0.01	<0.2	22.00	0.90	271.00	<5	0.43	0.44	0.51	0.02	42.00	<2	6.00	0.01	9.00	<0.5	<1	37.90	2.50	0.06	0.97	<5	<1	9.00	126.90
13J-R-024	<5	<1	2.00	<30	299.00	<5	<0.1	0.02	<0.2	26.60	1.00	323.00	<5	0.80	0.51	1.55	0.02	43.00	<2	8.00	0.01	11.00	<0.5	1.00	59.20	5.10	0.08	1.36	<5	<1	18.00	212.40
13J-R-025	<5	<1	0.39	<30	627.00	<5	<0.1	0.02	<0.2	21.30	1.00	405.00	<5	0.46	0.39	0.17	0.01	52.00	<2	7.00	<0.01	<5	<0.5	<1	29.10	3.00	0.03	0.43	<5	<1	5.00	42.50
13J-R-026	<5	<1	0.83	<30	67.00	<5	<0.1	0.01	<0.2	22.20	0.50	206.00	<5	0.17	0.23	0.44	0.01	48.00	<2	<5	<0.01	5.00	<0.5	<1	25.50	3.00	0.02	0.42	<5	<1	<5	35.20
13J-R-027	<5	<1	6.10	<30	317.00	<5	0.20	0.02	<0.2	66.80	2.60	327.00	8.00	1.51	1.29	2.27	0.24	51.00	<2	12.00	0.02	23.00	<0.5	2.00	74.70	14.60	0.26	3.98	31.00	2.00	27.00	595.10
13J-R-028	<5	<1	9.34	<30	244.00	<5	0.40	0.02	<0.2	118.10	3.30	366.00	14.00	2.15	2.68	3.49	0.39	52.00	<2	14.00	0.10	40.00	<0.5	4.00	164.20	23.00	0.29	3.81	63.00	2.00	24.00	339.30
13J-R-029	<5	<1	4.57	<30	66.00	<5	0.20	0.02	<0.2	45.80	4.30	80.00	<5	0.81	3.09	1.33	0.14	306.00	<2	14.00	0.04	9.00	<0.5	2.00	60.80	11.30	0.17	3.08	19.00	1.00	28.00	439.60
17J-R-001	<5	<1	7.99	<30	1234.00	<5	<0.1	1.52	<0.2	75.40	11.00	136.00	7.00	2.12	3.12	3.41	0.54	897.00	<2	12.00	0.06	18.00	1.40	4.00	314.20	12.50	0.34	3.51	66.00	3.00	65.00	213.60
17J-R-002	<5	<1	7.07	<30	1545.00	<5	0.30	0.37	<0.2	75.90	6.90	135.00	6.00	2.80	1.37	3.57	0.31	264.00	<2	<5	0.03	34.00	<0.5	3.00	182.80	12.60	0.20	3.53	29.00	2.00	40.00	177.70
17J-R-003	<5	<1	6.71	<30	1418.00	<5	0.30	0.30	<0.2	85.50	0.90	202.00	<5	1.82	1.11	3.62	0.10	464.00	<2	6.00	0.01	35.00	4.20	4.00	155.60	15.10	0.12	3.87	11.00	2.00	67.00	152.60
17J-R-004	6	<1	8.38	<30	1319.00	<5	<0.1	1.28	<0.2	72.30	6.60	70.00	<5	2.31	1.96	4.13	1.09	196.00	<2	13.00	0.02	5.00	0.60	2.00	203.00	10.70	0.34	3.13	82.00	3.00	35.00	212.00
17J-R-005	<5	<1	8.03	<30	1089.00	<5	0.20	2.24	<0.2	80.60	8.70	110.00	29.00	2.29	2.83	2.39	0.69	964.00	2.00	7.00	0.07	22.00	1.50	4.00	371.50	13.20	0.36	3.83	62.00	2.00	103.00	238.50
17J-R-006	<5	<1	7.29	<30	1405.00	<5	0.20	0.99	<0.2	101.70	2.70	172.00	<5	2.41	1.35	3.27	0.25	341.00	<2	5.00	0.03	21.00	<0.5	4.00	328.80	14.50	0.18	2.65	16.00	1.00	29.00	194.50
17J-R-007	<5	<1	6.88	<30	756.00	<5	<0.1	0.73	<0.2	72.10	4.60	130.00	12.00	1.42	1.78	2.35	0.54	392.00	<2	6.00	0.03	8.00	<0.5	1.00	199.40	11.00	0.16	1.90	28.00	<1	49.00	171.30
17J-R-008	<5	<1	6.02	<30	677.00	<5	0.20	0.14	<0.2	68.00	9.90	341.00	21.00	1.54	3.13	1.36	0.61	463.00	<2	21.00	0.02	13.00	1.00	2.00	84.40	10.40	0.35	2.19	72.00	3.00	153.00	212.00
17J-R-009	7	<1	6.90	<30	856.00	<5	0.30	0.42	<0.2	44.80	0.70	58.00	<5	1.72	1.40	2.73	0.07	303.00	<2	<5	<0.01	15.00	<0.5	4.00	67.10	11.40	0.07	2.46	<5	<1	55.00	220.90
17J-R-011	<5	<1	6.23	<30	769.00	<5	0.10	0.75	<0.2	63.40	1.10	178.00	<5	2.01	1.48	2.49	0.09	415.00	<2	<5	<0.01	19.00	0.70	4.00	70.60	10.40	0.07	2.67	<5	<1	70.00	183.80
17J-R-012	<5	<1	7.10	<30	1032.00	<5	0.20	0.08	<0.2	56.20	1.20	318.00	5.00	1.17	0.82	3.48	0.06	241.00	<2	8.00	<0.01	14.00	0.70	2.00	54.90	10.90	0.07	2.62	<5	<1	27.00	106.90
17J-R-013	6	<1	6.39	<30	904.00	<5	0.60	0.36	<0.2	73.90	1.20	199.00	<5	0.98	1.04	3.22	0.12	353.00	<2	6.00	0.02	72.00	<0.5	4.00	111.20	16.20	0.08	2.77	8.00	2.00	38.00	97.20
17J-R-014	<5	<1	6.89	<30	1115.00	<5	0.30	0.90	<0.2	64.80	2.80	167.00	5.00	1.86	1.77	2.79	0.25	406.00	<2	5.00	0.03	12.00	0.80	4.00	233.10	11.50	0.20	3.40	29.00	2.00	40.00	164.40
17J-R-015	<5	<1	6.43	<30	1233.00	<5	0.20	0.13	<0.2	66.60	0.80	143.00	<5	1.51	0.93	3.53	0.14	273.00	<2	<5	<0.01	11.00	1.40	4.00	91.70	17.40	0.09	6.67	7.00	2.00	50.00	105.80
17J-R-016	<5	<1	6.47	<30	1106.00	<5	0.40	0.43	<0.2	53.90	2.20	97.00	7.00	2.21	1.40	3.16	0.31	611.00	11.00	<5	0.02	18.00	0.50	3.00	182.40	10.00	0.18	2.77	16.00	2.00	55.00	179.40
17J-R-017	<5	<1	6.40	<30	1012.00	<5	0.30	0.12	<0.2	83.20	1.50	191.00	<5	1.40	1.12	3.69	0.14	371.00	<2	5.00	0.01	17.00	1.30	4.00	112.80	16.90	0.08	3.89	11.00	2.00	46.00	122.30
17J-R-018	<5	<1	6.99	<30	744.00	<5	0.10	0.24	<0.2	58.60	1.50	212.00	5.00	1.39	1.16	2.73	0.09	316.00	4.00	5.00	<0.01	16.00	0.70	4.00	47.90	11.80	0.08	3.74	<5	1.00	29.00	148.80
17J-R-019	<5	<1	6.37	<30	962.00	<5	0.10	0.10	<0.2	47.00	1.00	140.00	<5	1.32	1.01	3.18	0.08	196.00	2.00	<5	<0.01	10.00	<0.5	4.00	50.40	11.00	0.07	3.47	5.00	2.00	27.00	140.70

RELACIÓN DE MAPAS E ILUSTRACIONES

Mapas

Mapa 1 Mapa Geológico de San Martín
Mapa 2 Mapa de rocas intrusivas de San Martín
Mapa 3 Mapa Estructural de San Martín
Mapa 4 Mapa Metalogenético de San Martín
Mapa 5 Mapa Potencial minero metálico de la región de San Martín
Mapa 6 Mapa Geológico de Pueblo Nuevo
Mapa 7 Mapa Geológico Flor del Mayo
Mapa 8 Mapa Geológico de Nuevo Belén

Figuras

Figura 1.1 Mapa de ubicación de la región San Martín.
Figura 1.2 Mapa geomorfológico de la región San Martín.
Figura 2.1 Mapa de las principales morfoestructuras en la región San Martín (Tomado de Sánchez et al., 1997).
Figura 5.1 Mapa de ubicación de Pueblo Nuevo
Figura 5.2 Mapa de ubicación de Flor del Mayo
Figura 5.3 Mapa de ubicación de Nuevo Belén

Fotografías

Fotografía 5.1 Vista al sureste: arenisca cuarzosa blanca, de grano fino, resistente a la erosión, característica de la Formación Cushabatay, de rumbo N20°O y buzamiento de 60° al NE. Pertenece a la parte alta de la localidad de Wishwincho cerca de la muestra 13j-R-003).
Fotografía 5.2 Arenisca cuarzosa blanquecina, de grano fino a medio, con leve silicificación y leve oxidación supérgena de la Formación Cushabatay. Corresponde a la localidad de Alto Progreso (muestra 13j-R-007).
Fotografía 5.3 Arenisca de la Formación Cushabatay, con granos de cuarzo (cz) subredondeados, plagioclasas (PGL) y muscovita (mus) en matriz micácea (MCs) (muestra 13j-R-012).
Fotografía 5.4 Limolitas gris parduscas, en finos estratos, con leve alteración supérgena por oxidación, de la Formación Esperanza, en la localidad de Alto Piura (muestra 13j-R-027).
Fotografía 5.5 Arenisca cuarzosa sacaroidea de grano fino a medio, con estructuras laminares aparentemente secundarias. Localizada en la quebrada Cashiyayacu (muestra 13j - R-004).
Fotografía 5.6 Arenisca de la Formación Aguas Calientes, con granos de cuarzo (cz) subredondeados a subangulosos, plagioclasas (PGL) y muscovita (mus) con matriz micácea (MCs) (muestra 13j-R-004).
Fotografía 5.7 Calizas *wackestone* en estratos irregulares de 3 a 4 cm, masivos, color gris, con superficies de oxidación amarillento de la Formación Chonta, en la localidad de Wishwincho (muestra 13j-R-002).
Fotografía 5.8 Granos de cuarzo (cz) con bioclastos, reemplazados por calcita esparítica (cac. esp), inmersos en una matriz esparítica-micrítica. Se observa, además, minerales opacos (OPs) con óxidos de hierro (OXsFe) (muestra 13j-R-008).

Fotografía 5.9 Arenisca cuarzosa blanquecina, de grano grueso, con óxidos de hierro diseminado y que rellena fracturas. Por su posición estratigráfica, correspondería a la Formación Cushabatay, localidad de La Florida-Área Pueblo Nuevo (muestra 13j-R-017).

Fotografía 5.10 Arenisca blanquecina, deleznable, de grano medio y textura sacaroide, con leve a moderada alteración supérgena de la Formación Cushabatay, en la localidad de Dos Unidos (muestra 13j-R-013).

Fotografía 5.11 Limolitas finamente diaclasadas, gris verdosas, con numerosos niveles de óxidos de hierro, de la Formación Esperanza, en la localidad de Nuevo Puentecillo (muestra 13j-R-018).

Fotografía 5.12 Granos de cuarzo (cz) y plagioclasas (PGL) con matriz micácea (MCs) por sectores, con impregnaciones de óxidos de hierro (OXsFe) (muestra 13j-R-028). FPKs: Feldespato Potásico.

Fotografía 5.13 Arenisca cuarzosa de grano medio, en estratos medianos de 20 cm, casi horizontales, de la Formación Aguas Calientes. Óxidos de hierro diseminados en pequeños parches, en la localidad de Calampa (muestra 13j-R-021).

Fotografía 5.14 Arenisca cuarzosa blanquecina, de la Formación Aguas Calientes, de grano medio, con leve alteración supérgena por oxidación en la localidad de Calampa (muestra 13j-R-023).

Fotografía 5.15 Granos de cuarzo (cz) subredondeados a subangulosos con cristales de plagioclasas (PGLs) y esfena en matriz micácea (MCs) (muestra 13j-R-023). efn: esfena.

Fotografía 5.16 Limolita con granos de cuarzo (cz), plagioclasas (PGLs) alterándose a sericita (ser) y muscovita (MCs) en matriz micácea (muestra 13j-R-016).

Fotografía 5.17 Toba de cristales de composición latiandesítica de textura porfirítica en estratos masivos, en la localidad de Naranjito (muestra 17j-R-006).

Fotografía 5.18 Cristales de plagioclasas (PGLs) alterados por arcillas (ARCs), cuarzo (cz), inmersos en una matriz, constituida por vidrio cuarzo y arcillas (muestra 17j-R-006).

Fotografía 5.19 Volcánico andesítico de textura afanítica silicificado e intemperizado. Óxido de manganeso (pirolusita 5 %) diseminado en fracturas. Se reportó trazas de oro (7 ppb) en la localidad de Buenos Aires (muestra 17j-R-009).

Fotografía 5.20 Cristales de feldespatos potásicos (FPKs) alterados a arcillas, dispuestos sobre una matriz intensamente silicificada por cuarzo (cz) secundario de tercera generación, anfíboles (ANF) y biotita (bt), con algunas plagioclasas (PGLs) y minerales opacos (OPs) (muestra 17j-R-009).

Fotografía 5.21 Aparente andesita porfirítica silicificada y con leve alteración argílica supérgena, de aspecto masivo, con fina pirita cúbica diseminada, y zona craquelada y brechada, con abundantes diaclasas y estructuras lenticulares de óxidos de hierro, en la localidad de Nuevo Belén (muestra 17j-R-019).

Fotografía 5.22 Fragmentos líticos de naturaleza volcánica, fragmentos de cristales de feldespatos potásicos (FPs) y minerales opacos, dispuestos sobre una matriz constituida por fragmentos de cuarzo (cz), feldespatos y vidrio, alterada a cloritas (CLOs) y arcillas (ARCs) (muestra 17j-R-014).Micas (MCs), Sericita (Ser).

Fotografía 5.23 Cuerpo subvolcánico de andesita porfirítica gris con 60 % de matriz y fenos euhedrales milimétricos, en la localidad de Naranjito (muestra 17j-R-002).

Fotografía 5.24 Cristales de plagioclasa alterados por arcillas (ARCs) y sericita. La matriz está constituida por cuarzo (cz), feldespatos (EPs), micas y arcillas. Las cloritas (CLOs) están como relleno de intersticios y la epidota como alteración (muestra 17j-R-002). Minerales Opacos: OPs, Fermentos Líticos, Fragmentos Líticos.

Fotografía 5.25 Tonalita de textura porfirítica fina que aflora al borde del río Tocache. Presenta pirita 0.5 %, finamente diseminada, con óxidos en fracturas, en la localidad de Pampa Hermosa (muestra 17j-R-005).

Fotografía 5.26 Cristales de feldespatos potásicos (FPKs) y plagioclasas (PGLs). La matriz está constituida por cuarzo (cz), feldespatos (FPs) y biotita (bt) (muestra 17j-R-005).

Fotografía 5.27 Cristales de pirita (py), magnetita (mt) reemplazada por hematita (hm). Gangas: GGs (muestra 17j-R-005).

Fotografía 5.28F Intrusivo félsico de grano medio a grueso, con fracturas oxidadas a manera de venillas con cuarzo. Presenta óxidos de manganeso y moderada alteración supérgena, aledaño al río Belén (muestra 17j-R-012).

Fotografía 5.29 Andesita porfirítica silicificada de aspecto masivo, con presencia de fina pirita cúbica diseminada (muestra 17j-R-018).

Fotografía 5.30 Cristales de plagioclasas (PGLs) alterados por cloritas (CLOs). La matriz se encuentra constituida por feldespato (FPs) y cuarzo (cz), y alterada a cloritas (CLOs) y arcillas (ARCs) (muestra 17j-R-018).
Fotografía 5.31 Intrusivo pórfido diorita de grano medio a fino, color gris violáceo, en bloques subtabulares y cerca al contacto con los volcánicos andesíticos porfiríticos Lavasén (muestra 17j-R-016).
Fotografía 5.32 Cristales de plagioclasas (PGLs) reemplazados por actinolita (act) y cloritas (CLOs). La matriz se encuentra reemplazada por cuarzo secundario de tercera generación (czIII) y anfíboles (ANFs), con algunos cristales de feldespatos (FPs). Asimismo, presenta microfracturas rellenas por cuarzo secundario de cuarta generación (czIV) (muestra 17j-R-016).

Cuadros

Cuadro 5.1 Accesibilidad a Pueblo Nuevo
Cuadro 5.2 Abundancia de elementos en muestras de roca, zona de Pueblo Nuevo
Cuadro 5.3 Accesibilidad a Flor de Mayo
Cuadro 5.4 Concentración de elementos en muestras de roca, en la zona de Flor del Mayo
Cuadro 5.5 Accesibilidad a Nuevo Belén
Cuadro 5.6 Concentración de elementos en muestras de roca, zona de Nuevo Belén
Cuadro 5.7 Áreas prospectivas de la Región San Martín

Anexos

Anexo 1 Muestras de Zonas Prospectivas de la Región San Martín
Anexo 2 Análisis Químicos de Muestras Estudiadas

INGEMMET

Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima 41, Perú
Teléfono: 051 - 1- 618 9800
Fax: 051-1-225-3063 I 051-1-225-4540
www.ingemmet.gob.pe
comunicacion@ingemmet.gob.pe