



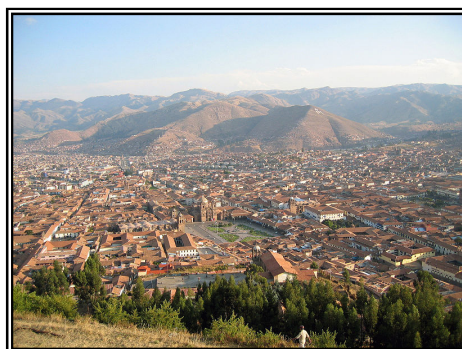
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE METALOGENIA

PROYECTO GE 33

“METALOGENIA Y GEOLOGÍA ECONÓMICA POR REGIONES”



Arriba. Santuario de Machupicchu y Plaza de Armas de la ciudad de Cusco. Abajo. Vista panorámica de la ciudad de Cusco y piedra de los doce ángulos.

MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LA REGIÓN CUSCO

Preparado por:

Jorge ACOSTA, Italo RODRIGUEZ, Eder VILLARREAL
Dina HUANACUNI

Lima - Perú

2011

PRESENTACIÓN

INGEMMET y la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, en su misión de difundir y fomentar la inversión minera, presenta en el presente estudio, una información detallada de la geología económica, recursos minerales; minas y proyectos de la región Cusco.

La publicación se ha denominado “**Memoria sobre la Geología Económica de la Región Cusco**”, la cual pretende ser parte de un medio de consulta con la integración de base de datos en constante actualización, que ponga al alcance de los gobernantes e inversionistas interesados, la información detallada del estado, la situación y perspectivas de cada uno de los principales proyectos mineros metálicos y no metálicos.

El presente estudio proporciona información completa, veraz y actualizada sobre el detalle de las operaciones mineras y proyectos que comprende la región Cusco. Para cada operación minera, proyecto y prospectos, se he compilado y registrado la información de ubicación geográfica, nombre del titular, coordenadas geográficas, aspectos geológicos como son los campos de la geología, estratigrafía, mineralización, alteración, edad de mineralización, reservas y potencial minero con sus respectivas leyes, nivel de producción y avances.

En la actualidad, el Perú tiene una expectante posición competitiva en la minería mundial, manteniendo un liderazgo minero en Latinoamérica. Es el mayor productor de oro, zinc y plomo; segundo productor en estaño, plata y cobre.

Por estas razones, INGEMMET y el Programa de Metalogenia de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos contribuye a mantener la difusión de las principales actividades mineras en beneficio y apoyo al desarrollo sostenible de la región Cusco.

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES.....	3
1.1. Ubicación y accesibilidad	3
1.2. Geomorfología.....	3
CAPÍTULO II: MARCO GEOLÓGICO.....	9
2.1. Unidades litoestratigráficas.....	9
2.2. Rocas ígneas	12
CAPITULO III: GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	13
3.1. Principales depósitos minerales	14
3.2. Franjas metalogenéticas	31
3.3. Producción y reservas metálicas	35
CAPITULO IV: ACTIVIDAD MINERA	38
REFERENCIAS	39

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1. Ubicación y accesibilidad

La Región Cusco se localiza en la parte sur - oriental del territorio nacional y limita por el norte con los departamentos de Junín y Ucayali, por el este con los departamentos de Madre de Dios y Puno, por el sur - oeste, Arequipa y por el oeste con Apurímac y Ayacucho. Cusco, la ciudad capital está a 3399 msnm. El Departamento de Cusco está dividido políticamente en 13 provincias; Cusco, Acomayo, anta, Calca, Canas, Canchis, Chumbivilcas, Espinar, La Convencion, Paruro, Paucartambo, Quispicanchi y Urubamba, estas engloban sus 108 distritos. Siendo las provincias de Quispicanchi y La Convención las de mayor número de distritos.

La superficie del Departamento de Cusco es de 71,986.5 km² (5.6 por ciento del territorio nacional), constituyéndose en una de las más extensas del Perú, superada sólo por los departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios.

La ciudad del Cusco es accesible por:

- Carretera asfaltada Cusco – Puno - Arequipa
- Carretera asfaltada Cusco – Abancay - Lima
- Aeropuerto Internacional "Jorge Chavez"

1.2. Geomorfología

CORDILLERA ORIENTAL

La Cordillera Oriental es una zona morfo - estructural fuertemente individualizada. Esta unidad ha sido dividida en: Cordillera de Vilcabamba, Vertiente norte, Valles Transversales, Valles Intracordilleranos, Montañas de Mesapelada, borde sur de la Cordillera Oriental y borde norte de las Altiplanicies.

CORDILLERA DE VILCABAMBA

La Cordillera de Vilcabamba ocupa gran parte del cuadrángulo de Machupicchu. Limita al suroeste con el río Apurímac, desarrollando una vertiente bien abrupta, mientras que al norte el paso es gradual hacia la vertiente norte de la Cordillera Oriental. Desde el punto de vista morfológico, la Cordillera de Vilcabamba se caracteriza por presentar terrenos elevados y accidentados, formando nevados que sobrepasan los 5000 msnm, resaltando el nevado de Salcantay con 6264 msnm. Las principales formas desarrolladas en esta unidad son, por una parte, circos y valles glaciares, y por otra parte, morrenas que corresponden a formas de acumulación muy frecuentes, que se encuentran distribuidas a lo largo de las cadenas de nevados.

Cadena de nevados Salcantay - Corihuayrachina

Se ubica al sureste de la Cordillera de Vilcabamba y está conformada por los nevados: Salcantay (6264 msnm), Corihuayrachina (5404 msnm), Paljay (5422 msnm), (Tucarhuay) Tocarhuay (5910 msnm), Amparay (5418), Huamantay (5473 msnm), Chaupiloma (5339 msnm) y Padreyoc (5771 msnm). Esta cadena de dirección E - O, se ha desarrollado principalmente en rocas metamórficas del Paleozoico inferior.

Cadena de nevados Sacsarayoc - Pumasillo

Esta cadena de dirección E - O, se localiza en la parte central de la Cordillera de Vilcabamba, está formada por los nevados: Sacsarayoc (5994 msnm), Pumasillo (5104 msnm) y Choquetacarpo (5512 msnm), con una cobertura de glaciar de aproximadamente 25 km. Las rocas que componen esta cadena son principalmente intrusivas del Batolito de Pumasillo.

Cadena de Nevados Huayanay - Paljay

Se ubica al sur del río Urubamba, en el extremo occidental del cuadrángulo y está conformada por los nevados de Huayanay (5308 msnm), Cielo Rumioc (5345 msnm), Moyoc (5210 msnm), Chaquile (5090 msnm), Ocobamba (5126 msnm), Esquina (5024 msnm) y Paljay (5125 msnm). Esta cadena está conformada por rocas intrusivas del Batolito de Machu Picchu, rocas metamórficas del Paleozoico inferior y en su borde sur por rocas sedimentarias del Grupo Yuncaypata y del Grupo San Jerónimo.

Cadena de Nevados de Pituisiray - La Verónica

Esta cadena de dirección NO - SE, se halla al norte del río Urubamba y está conformada por los nevados de Chaiñapuerto, Pituisiray (5100 msnm), Canchacanchajasa (4984 msnm), Chicón (5530 msnm), Sirihuani (5399 msnm), Capacsaya (5044 msnm), Pumahuancca (5330 msnm), Halamcoma (5367 msnm), Verónica (5682 msnm), Huajayhuilca (5361 msnm) y el Bonanta (5319 msnm).

Cadena de Nevados de Terijuay - Quilloc

Se ubica en el extremo norte del Cuadrángulo de Urubamba y se halla separada de la Cadena de Chicón - Verónica, por una zona intermedia relativamente más baja. Está conformado por los nevados Terijuay (5330 msnm) y Quilloc (4990 msnm) que están sobre rocas intrusivas. Estos nevados constituyen las estribaciones orientales de la Cordillera Oriental.

VERTIENTE NORTE DE LA CORDILLERA DE VILCABAMBA

Esta vertiente se caracteriza por zonas altas, controladas por rocas intrusivas del macizo de Quillabamba, disminuyendo progresivamente hacia el norte, donde afloran rocas paleozoicas. Hidrográficamente, esta vertiente está cortada por ríos y valles transversales que drenan sus aguas hacia la cuenca del río Urubamba.

Meseta de Alto Quiteni

Es una zona con relieve suave, cuya altitud varía entre 2200 y 2500 msnm. Se ha formado sobre rocas intrusivas del macizo de Quillabamba. Esto puede ser explicado por la forma del plutón, así como, por las condiciones climáticas húmedas y calientes de la Ceja de Selva, habiendo meteorizado fácilmente la parte superior del macizo.

Meseta de Alto Coribeni

Es otra zona con relieve relativamente suave, cuya altitud varía entre 1700 y 2100 msnm. Desarrollada sobre rocas intrusivas del macizo de Quillabamba, esta meseta corresponde a la prolongación de la meseta de Alto Quiteni, separadas por el valle del río Cirialo.

Meseta de Anchiuay

Su altura varía entre 1700 y 1800 msnm. Se diferencia de las dos mesetas anteriores, por presentar afloramientos de esquistos y pizarras del Paleozoico inferior.

Entre la depresión del río Huatanay y las zonas montañosas, los controles son inicialmente estructurales, básicamente litológicos, ya que en estas zonas las rocas aflorantes son menos competentes que las rocas conformantes de las montañas, por consiguiente son producto de erosión diferencial limitados a veces por contactos fallados entre rocas de diferentes compatibilidad,

finalmente cubiertos en su mayor parte por suelo cuaternario. En las zonas de mesetas afloran mayormente rocas mesozoicas como son pertenecientes a la formación Yuncaypata y Huancané debido a la competencia de estos. Entre las cuales se distinguen Mesetas:

Meseta de Sacsayhuaman

Ubicada hacia el NE de la ciudad del Cusco; es una gran llanura limitada por las elevaciones de Ccorao. Hacia el NE, ambas unidades geomorfológicas están separadas por una gran falla denominada “falla de Tambomachay”; hacia el SO, límite con la Depresión del Cusco, se supone un contacto también fallado.

Meseta de Huacoto

Ubicado al NE de la ciudad del Cusco situado entre los 4000 y 4200 msnm. Es menos extenso en comparación de la meseta de Sacsayhuaman conformado por rocas cretácicas de naturaleza detrítica entre estas tenemos areniscas, cuarzosas y rocas volcánicas cuaternarias.

VALLES TRANSVERSALES

La Cordillera Oriental se encuentra disectada por valles de diferentes direcciones que originan una topografía muy variada y de fuerte relieve. La pendiente de los valles de la vertiente norte es relativamente más suave, por comparación con los valles situados en la vertiente sur, que presenta un declive fuerte y sus laderas son mucho más empinadas. Entre los principales valles se tienen:

Valle del río Chuyapi

Tiene tributarios que han desarrollado un drenaje dendrítico. El río Chuyapi recorre aproximadamente entre los 3800 y 1000 msnm y atraviesa extensos afloramientos de rocas intrusivas del Macizo de Quillabamba y rocas del Paleozoico inferior, formando valles transversales muy empinados en sus nacientes y poco empinados cerca de su desembocadura en el río Urubamba. Por su evolución este valle es del tipo juvenil.

Valle del río Yanatile

En la zona de estudio tiene una dirección general E - O a NE - SO y se ubica entre los 1300 y 900 msnm. Es el principal tributario del río Urubamba, el que constituye su nivel de base local.

Valle del río Coribeni

Este valle se encuentra entre los 2800 y 800 msnm y tiene una dirección general de sur a norte y de este a oeste. El río Coribeni resulta de la confluencia de los ríos San Juan y San Jacinto, y de numerosos afluentes que han desarrollado un drenaje dendrítico.

Valle del río Cirialo

Este valle se emplaza aproximadamente entre los 4600 y 800 msnm, siguiendo una dirección general de sur a norte. Las aguas del río Cirialo nacen en las alturas del nevado Cirialo en la Cordillera de Vilcabamba. Posteriormente, este río recibe las aguas de afluentes que nacen en las mesetas de Alto Quiteni y Alto Coribeni. En general, este valle es del tipo juvenil.

Valle del río Santa Teresa

Tiene un recorrido de sur a norte, entre los 4400 y 1500 msnm. El río Santa Teresa atraviesa rocas intrusivas y paleozoicas, desarrollando fuertes pendientes en ambos flancos. El afluente principal constituye el río Sacsara, cuya confluencia se encuentra próxima al poblado de Santa Teresa. El río Santa Teresa tiene sus nacientes en los deshielos del nevado Salcantay, en tanto que, el río Sacsara en los deshielos del nevado Sacsarayoc.

Valle del río Santa María (Lucuma)

El río Santa María (Lucuma) es considerado como uno de los principales tributarios del río Urubamba.

A una altitud aproximada de 1900 msnm y su desembocadura se halla a 1100 msnm. Se caracteriza por ser profundo y encañonado. Las nacientes se encuentran aproximadamente a 4400 msnm en los nevados Pumasillo y Choquetacarpo. La dirección del río es inicialmente N - S y luego E - O hasta la confluencia con el río Urubamba.

Valle del río Aobamba

Caracterizándose por presentar un alineamiento general de sur a norte. Las aguas del río Aobamba nacen de la confluencia de los ríos Orcospampa y Rayancancha, que son producto de deshielos de los nevados Salcantay, Paljay, Huamantay y otros adyacentes. Recorre un alineamiento de dirección promedio NO - SE, entre los 4800 y 2400 msnm. Este valle se puede considerar como perteneciente a un estadio juvenil.

Valle del río Arma

Se encuentra entre los 3600 y 1200 msnm. El origen de las aguas del río Arma se encuentra en la parte alta de los nevados Panta - Otaña. El valle del río Arma es típicamente del tipo juvenil.

VALLES INTRACORDILLERANOS

Consideramos valles intracordilleranos a los que atraviesan la Cordillera Oriental, tanto en la vertiente norte, así como en la vertiente sur.

Valle del río Apurímac

El valle del río Apurímac es considerado como el principal valle interandino, tiene una dirección general SE a NO y en una longitud cercana a los 40 km. El río se desarrolla aproximadamente entre los 1900 a 1400 msnm.

Valle del río Urubamba

El valle del río Urubamba, es considerado como el más amplio e importante de la vertiente norte de la Cordillera Oriental. Se encuentra entre los 2200 msnm y 1200 msnm, en una longitud aproximada de 45 km.

Valle del río Paucartambo

Este valle se desarrolla dentro la Cordillera Oriental, atravesándola en una dirección NO - SE. Este valle tiene un piso algo plano y amplio. En las cabeceras de este valle, que resulta de la confluencia de los ríos Mapacho y Quencomayo, la morfología es más encajonada. El valle de Paucartambo se ubica entre los 2900 y 2600 msnm y se ha desarrollado sobre pizarras y esquistos de Paleozoico inferior.

ALTIPLANICIES

Esta unidad corresponde a una zona con relieves relativamente planos cuyas altitudes varían entre 4200 y 4300 msnm. El límite es bastante irregular y se hace a través de varias geoformas. Se han diferenciado las siguientes geoformas: la Depresión de Anta, la Pampa de Maras, las Montañas de Cusco y la Depresión de Limatambo. Las geoformas pueden estar separadas, en algunos casos, por fallas NO - SE.

Pampa de Piuray - Maras

Se trata de un relieve algo plano que se halla a una altura mayor que la Depresión de Anta, variando entre 3600 y 3750 msnm. Esta unidad limita al norte con el río Urubamba a través de una ladera escarpada en la parte oriental y una pendiente suave en el sector occidental. Al este limita con las Montañas del Cusco por intermedio de fallas N - S.

En esta unidad se ubican las lagunas de Piuray y de Huaypo que abastece de agua a la ciudad del Cusco. En la pampa sobresalen algunas lomas intermedias, entre las que destacan el cerro Yanaorcco (4101 msnm), cerro Huanacaure (3850 msnm), cerro Arhuayro (3720 msnm), cerro Llutupuquio (4000 msnm.) y el cerro Sacro (3876 msnm).

Valle del Vilcanota Urubamba

Considerado como un valle interandino que se puede dividir en dos segmentos: el primero que va de San Salvador a Pachar, donde constituye el límite entre las Altiplanicies y la Cordillera Oriental; en tanto, el segundo que va de Pachar a Machu Picchu (Foto 3), corta la Cordillera Oriental separando la Cadena de Huayanay - Paljay de la Cadena Verónica - Bonanta.

Los principales afluentes del río Urubamba lo constituyen los ríos Jochoc, Huaynapata, Carmen, Patacancha en su parte septentrional, mientras que en su parte meridional lo constituyen los ríos Pahuayoc, Huarconcho, Silque y Cusichaca, los que presentan un drenaje subparalelo. Los afluentes de estos ríos secundarios, presentan un drenaje dendrítico.

DEPRESIÓN DEL CUSCO

Alargada en dirección NO - SE donde comprende todo el recorrido del río Huatanay, tiene una forma bastante irregular tiene anchuras desde 200 m (angostura) hasta 3 km. (San Jerónimo, Cusco). Con una longitud aproximada de 25 km. Esta depresión está constituido por el lecho del río Huatanay, más los conos aluviales y sus respectivos afluentes. Donde la altitud promedio es de 3250 msnm.

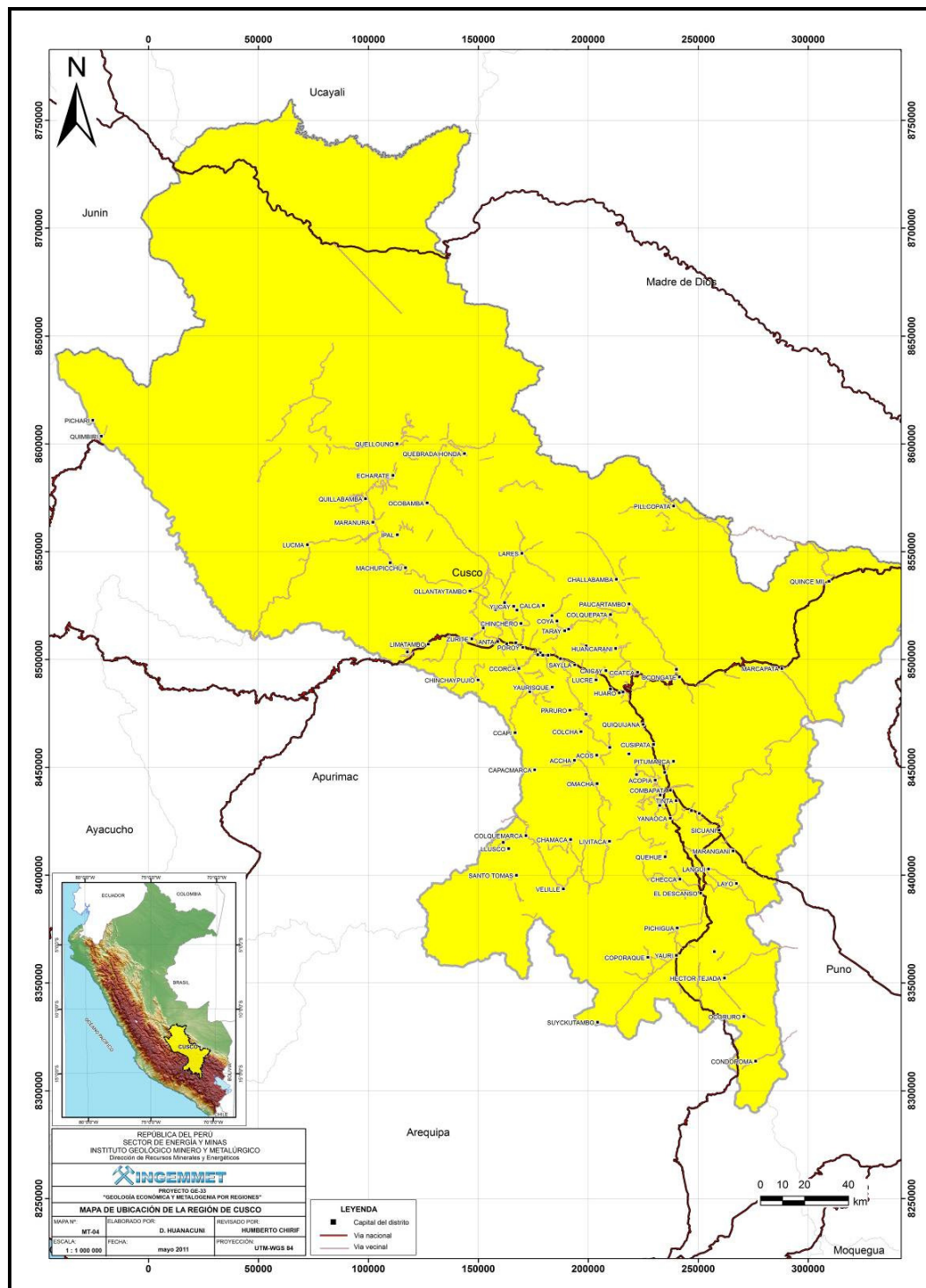


Figura 1.1.- Mapa de ubicación de la región Cusco

CAPÍTULO II

MARCO GEOLÓGICO

2.1. Unidades litoestratigráficas

FORMACIÓN OLLANTAYTAMBO (CÁMBRICO)

Marocco (1978) define una serie de rocas metamórficas que atribuye al Cámbrico por su posición estratigráfica, al que denomina Serie Ollantaytambo. La parte inferior está compuesta de brechas y conglomerados, seguida por areniscas cuarcíticas, la que es suprayacida de andesitas (ignimbritas), de color oscuro, que afloran al pie de las ruinas de Ollantaytambo, aquí se observa una disyunción en láminas plegadas. El espesor aflorante es de aproximadamente 1000 metros.

FORMACIÓN VERÓNICA (ORDOVÍCIO BASAL)

Esta formación aflora en el Nevado Verónica, de donde toma su denominación y se prolonga hacia el este, pasando por la carretera Ollantaytambo - Abra de Málaga, hasta cerca de la quebrada Patacancha. Al oeste del Nevado Verónica, se halla truncada por el Batolito de Machu Picchu. La Formación Verónica está constituida por 480 metros de conglomerados, los que están compuestos casi exclusivamente por cantos de cuarcita bien redondeados, con matriz arenosa. Esta unidad por su posición estratigráfica se le atribuye al Ordoviciano basal. La Formación Verónica se puede correlacionar con los conglomerados de Huacar (Dalmayrac, 1970) y Alcacocha (Megard, 1973) del centro del Perú y con series del Anticlinal de Shira de la zona subandina (reportes petroleros inéditos, en Megard, 1973)

GRUPO SAN JOSÉ: ARENIGIANO - LLANVIRNIANO

El Grupo San José está compuesto por pizarras, esquistos grises, verdes y negros con piritita diseminada y cristalizada, cuarcitas y granate. El origen de los sedimentos del Grupo San José es marino y poco profundo. El grosor estimado de esta unidad es 2000 m. A partir de fósiles y por las correlaciones, se le asigna una edad arenigiana llanvirniana para el Grupo San José. Esta unidad se correlaciona, con el Grupo San José de la Cordillera Oriental de la región Puno (Laubacher, 1974; De La Cruz & Carpio 1996) y de la región Cusco y Apurímac (Carlotto et al., 1996; Cárdenas et al., 1997).

FORMACIÓN SANDIA (CARADOCIANO)

La Formación Sandia esta compuesta por cuarcitas, pizarras y microconglomerados. El paso del Grupo San José a la Formación Sandia es en concordancia y en aparente continuidad estratigráfica. En esta unidad no se han encontrado fósiles, debido, que es una secuencia netamente arenosa y por otra parte, ha sufrido una fuerte deformación y metamorfismo. Esta unidad posee las mismas características que las areniscas caradocianas fosilíferas de la Formación Sandia de la Cordillera Oriental de la región de Puno (Laubacher, 1974; Marocco, 1978), y de la región de Cusco, por lo que se le atribuye una edad caradociana. Esta formación se correlaciona con la Formación Sandia de la Cordillera Oriental de Puno, con la Formación Calapuja inferior del Altiplano y con parte de la Formación Contaya de la zona Subandina.

FORMACIÓN SAN GABÁN (SILURIANA – ASHGILIANO)

La Formación San Gabán está compuesta por micaesquistos de andalucita, esquistos, microconglomerados, pizarras, y cuarcitas; teniendo un espesor aproximado de 700 m. La Formación Zapla o San Gabán de la región de Cusco, ha sido considerada anteriormente como de edad siluriana, sobre la base de dataciones de quitinozoarios (Marocco, 1978). Esta formación fue puesta en evidencia por H. Valdivia (1970) en el Pongo de Carcelpunko, zona Subandina de Puno.

Formación Urcos (Siluro - Devoniano)

La Formación está representada por pizarras, pizarras lutáceas, esquistos pizarrosos, cuarcitas y arenas cuarcíticas. El espesor de esta unidad es desconocido, por la naturaleza estructural, aunque es posible indicar que sobrepasa los 1000 metros. En Huaylla - Huaylla situada a 2.5 km al este de Quiquijana, en las pizarras negruzcas se han encontrado fósiles los cuales fueron estudiados por Eva Villavicencio, dando un rango de edad del Siluro - Devoniano. A la Formación Urcos se le correlaciona con la Formación Ananea (Laubacher, 1978) de la Cordillera Oriental de Puno, y con la serie siluro - aluminosa (Marocco, 1978) de la Cordillera de Vilcabamba, con parte del Grupo Cabanillas (Newell, 1949) del Lago Titicaca así como la Formación Chagrapi (Klinck B. et. al., 1981) de los alrededores de Juliaca.

Formación San Salvador

Litológicamente se caracteriza por la abundancia de calizas y en pequeñas proporción se tiene lutitas. Los estratos van de 3 m hasta 15 m, llegando a formar estratos continuos hasta de 300 m. El espesor en San Salvador llega a los 400 m. Dentro de esta unidad se han encontrado la mayor cantidad de fósiles, que según los descritos por Newell et. al. (1953) puede asignársele que representa al Wolfcampiano medio.

Formación Quillabamba - Ananea (Siluro - Devoniano)

La Formación Quillabamba está compuesta principalmente por esquistos, esquistos calcáreos, pizarras grises y negras, cuarcitas, niveles de calizas. La presencia de fósiles y la posición estratigráfica de la Formación Quillabamba, permiten considerarla como del Siluro - Devoniano. La Formación Quillabamba se correlaciona, con la Formación Paucartambo de los cuadrángulos de Calca y Urubamba, con la Formación Quillabamba de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata, y con la Formación Ananea (Siluro - Devoniano) de la Cordillera Oriental de la región Puno.

Grupo Ambo (Misisipiano)

Litológicamente, este grupo está conformado por conglomerados, areniscas y lutitas negras, siendo el grosor promedio de los afloramientos es de 1000 m. En las lutitas negras muestreadas en Salinas, se han encontrado restos de plantas que indican que la edad del grupo es misisipiana como en gran parte del territorio peruano, particularmente, en el centro y sur del Perú.

Grupos Tarma - Copacabana (Pensilvaniano)

Esta unidad puede ser dividida en dos secuencias, una detrítica y otra calcárea. La base detrítica (10 - 30 m) está constituida por areniscas y la secuencia calcárea (50 - 100 m) presenta calizas. El grosor de este grupo varía entre 500 y 1000 m. Newell et al. (1949) describen en el Grupo Tarma de edad Pensilvaniano medio - superior. Igualmente en el Grupo Copacabana los restos fósiles indica la parte basal del Wolfcampiano o Sakmariano.

Grupo Mitu (Permiano superior - Triásico inferior)

La litología es principalmente volcánica, con basaltos, riolitas, gabrodioritas y brechas volcánicas, con escasas intercalaciones de conglomerados, areniscas. El grosor de estos niveles varía entre 1000 m y 1200 m. En la región de Puno, dataciones radiométricas Rb/Sr en rocas volcánicas del Grupo Mitu, dan edades entre 270 y 210 Ma (Kontak et al., 1984; Kontak et al., 1985). Una datación K/Ar obtenida sobre una colada (Juliaca), da una edad K/Ar sobre roca total de 272 ± 10 Ma, y por isocronas Rb/Sr de 245 ± 42 Ma (Palacios et al., 1993). Todos estos datos confirman en general una edad Permiana superior - Triásica inferior para el Grupo Mitu de la zona de estudio y del sur del Perú.

Formación Huambutío: Jurásico superior (Kimmeridgiano) - Cretáceo inferior (Berriasiano)

Esta unidad está compuesta principalmente de conglomerados con clastos de cuarcitas, pizarras, volcánicos, areniscos y calizos. El grosor varía entre 100 y más de 300 metros. La Formación Huambutío no ha proporcionado fósiles, por lo que, Carlotto et al. (1991) realizó correlaciones de esta unidad con otras similares del sur del Perú y de Bolivia. Los miembros inferiores, medio y superior son

correlacionables con las formaciones Chupa, Sipin y Muni del Altiplano sur del Perú, atribuyéndoles una edad kimmeridgiana berriasiana.

FORMACIÓN HUANCANÉ (NEOCOMIANO)

La Formación Huancané está dividida en dos miembros. El Miembro inferior, compuesto esencialmente por areniscas cuarzosas de color blanco correspondiendo a secuencias de origen fluvial. El Miembro superior constituido por conglomerados, areniscas conglomerádicas intercaladas con lutitas rojas, todos de origen fluvial y llanuras de inundación. El grosor de esta formación varía entre 50 y más de 150 m. La edad de esta formación según su posición estratigráfica, esta comprendido entre el Hauteriviano y Albiano - Cenomaniano. Regionalmente se le correlaciona en parte con el Grupo Goyllarisquizga del centro del país.

FORMACIÓN AYAVACAS (ALBIANO SUPERIOR - TURONIANO)

Estas calizas se hallan frecuentemente dolomitizadas y se ha podido reconocer facies margosas y facies lutáceas. La Formación Atabacas o Calizas Yuncaypata, se correlacionan con las Calizas Ayabacas de Puno, con las formaciones Ferrobamba y Arcurquina de la Cuenca Occidental sur peruana, con la Formación Jumasha del Perú Central y en parte con la Formación Agua Caliente y la Formación Chonta inferior de la Cuenca Oriental. Finalmente, parecen correlacionarse con la Formación Sangarará definidas en el Cuadrángulo de Cusco por Mendivil & Dávila (1994).

GRUPO YUNCAYPATA (ALBIANO - MAESTRICHTIANO)

Litológicamente está compuesto básicamente por yesos, intercalados con lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y algunos niveles de calizas de grosores delgados y también areniscas. El grosor de esta unidad es difícil de calcular por su aspecto caótico y además porque la gran amplitud de los afloramientos es debida a repeticiones tectónicas.

FORMACIÓN QUILQUE - CHILCA

Es un conjunto de 170 metros de areniscas de color rojo, escasamente conglomerados y lutitas rojo ladrillo. La discordancia de base de esta unidad sobre el Grupo Yuncaypata pone en evidencia la existencia de eventos tectónicos, que también son conocidos en la región de Cusco, donde una importante erosión se produce al límite Maestrichtiano - Paleoceno. La Formación Quilque - Chilca es sobreyacida en discordancia erosional por la Formación Ccollpaccasa, marcando otro evento tectónico al límite Paleoceno - Eoceno o en el Eoceno inferior.

FORMACIÓN CCOLLPACCASA (EOCENO - OLIGOCENO INFERIOR)

Litológicamente está compuesta por conglomerados con clastos de cuarcita, volcánicos, cuarzo y areniscas rojas, con clastos mayores de 10 cm, sub - angulosos a subredondeados, envueltos en una matriz arenosa. Luego, es seguida por intercalaciones de areniscas cuarzosas feldespáticas pardas y limolitas rojas. El grosor estimado es de 700 a 1000 m. Por sobreyacer a la Formación Quilque - Chilca que contienen carofitas paleoceno-eocenas y por correlación con las capas rojas del Grupo San Jerónimo, se le asume la edad eocena - oligocena inferior.

DEPÓSITOS MORRÉNICOS

Los depósitos morrénicos de la zona de estudio se localizan principalmente en las partes altas de las montañas. Estos depósitos se presentan aproximadamente a partir de los 3300 msnm, en el fondo de los valles glaciares. Las morrenas están constituidas por acumulaciones de bloques y gravas, principalmente de rocas intrusivas o metamórficas, en una matriz areno - arcillosa.

Depósitos aluviales

Corresponden a los depósitos de conos aluviales que están principalmente asociados a la desembocadura de las quebradas principales, adyacentes a los valles de los ríos: Urubamba, Yanatile, Cirialo, Coribeni y los ríos: Apurímac, Vilcabamba y Urubamba. Estos depósitos están

conformados por grandes bloques y gravas de rocas, envueltos por una matriz arena - arcillosa.

Depósitos fluviales

Los depósitos fluviales corresponden a los depósitos que se ubican en el lecho de los valles, principalmente de los ríos Apurímac, Vilcabamba, Urubamba, Yanatile y Cirialo. Estos depósitos están constituidos, por bancos de gravas y arenas, formando terrazas.

2.2. Rocas ígneas

INTRUSIVOS HERCINIANOS

Macizo de Panta

El cuerpo central intruye rocas metamórficas de la Formación Quillabamba (Siluro - Devoniano) y es intruido por rocas del macizo de Pumasillo (Permo - Triásico). Macroscópicamente, las muestras del stock de Cayara, son masivas de textura afanítica y fanerítica en menor proporción, de color verde oscuro. En el nevado Panta Fricker & Weibel (1960), muestrearon cuarzodioritas y cuarzomonzodioritas.

INTRUSIVOS PERMO - TRIÁSICOS

Macizo de Machupicchu

Este macizo tiene una forma alargada de dirección N - S, con una superficie aproximada de 244 km². Su borde norte corta rocas metamórficas del Grupo San José; mientras que sus bordes oeste y sur, intruyen rocas metamórficas del Cambriano? y del Grupo San José, respectivamente. Macroscópicamente, las rocas son masivas, con textura fanerítica a veces pegmatítica de grano grueso, leucócratas, compuesto principalmente por ortoclasa, plagioclasa, cuarzo y hornblenda. Por dataciones radiométricas, por el método Rb/Sr sobre biotitas, dando una edad permo - triásicas de 246±10 Ma (PRIEM: en Egeler & De Booy, 1961).

Macizo de Pumasillo

Este cuerpo intrusivo tiene una superficie de 536 km². La característica petrográfica macroscópica de este macizo, es su textura fanerítica monzogranito de grano grueso, y además porque son leucócratas.

Macizo de Quillabamba

Ocupa una superficie aproximada de 792 km². Son rocas faneríticas de grano grueso, se trata esencialmente de granitos y cuarzomonzodioritas. También es conocido con el nombre de macizo de Concevidayoc - Alto Quiteni. En sus bordes sur y este intruye a rocas metamórficas de las formaciones Quillabamba, Sandía y del Grupo San José; en el borde norte está en contacto no claro con las rocas volcánicas del Grupo Mitu. Por dataciones radiométricas, por el método U/Pb sobre circones, dando una edad permo - triásicas de 257±3 Ma (Lancelot et al., 1978).

MACIZO DE MESAPELADA

Tiene un área de 181 km². Este macizo intruye rocas del Grupo San José y de las formaciones Quillabamba y Sandía. Estas rocas tienen textura fanerítica de grano grueso y son leucócratas.

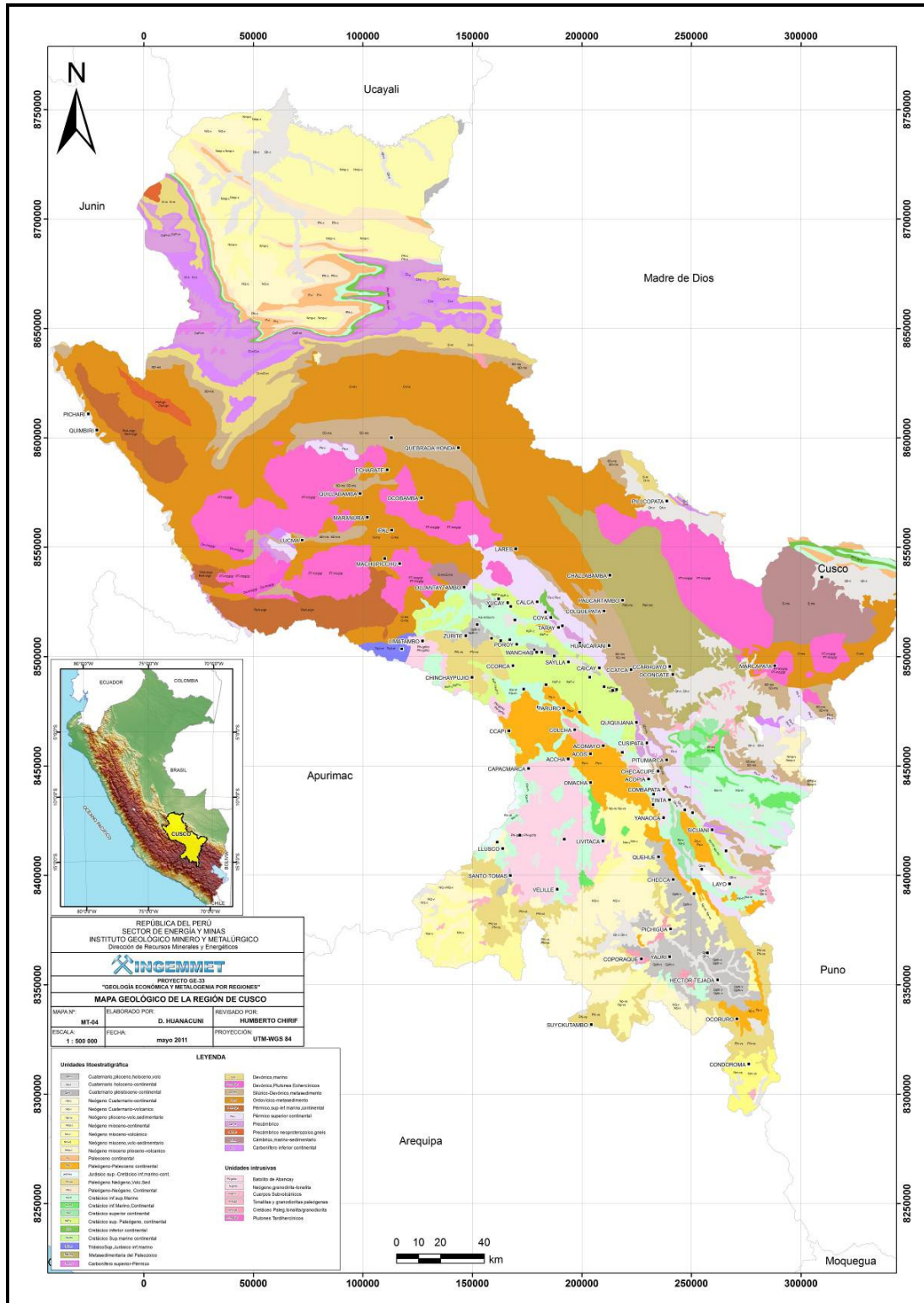


Figura 2.1.- Mapa geológico de la región Cusco

CAPITULO III

GEOLOGÍA ECONÓMICA

3.1. Principales depósitos minerales

Operaciones mineras activas y cerradas

TINTAYA

Tintaya es una operación minera de Cu, Au, Ag, Mo. Se ubica en el distrito de Espinar, provincia de Espinar, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM: 249,840 E y 8'351,339 N; zona 19. El depósito es de origen hidrotermal, consiste en un skarn y pórfido de Cu - Au. Se emplaza en cuarcitas, lutitas y areniscas de grano fino de la Fm Mara y calizas con chert de la Fm Ferrobamba (Cretáceo inferior), éstas rocas son intruidas por las del Batolito Andahuaylas - Yauri (Eoceno - Oligoceno). Las estructuras más extensas tienen rumbo NNO - SSE y consisten en pliegues y fallas que afectan a las rocas sedimentarias. Intrusivos (monzonita y diorita) constituyen la parte del sector SE del Batolito de Andahuaylas - Yauri. Reservas y recursos @ 2008: 272 Mt @ 1.21% Cu. La producción durante los años 1986 - 2008: 1'585,375 tf Cu. La unidad minera lo viene ejecutando Xstrata Tintaya S.A.

LLUSCAPATA

Esta mina artesanal se ubica en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco. Su ubicación geográfica está dada por las coordenadas UTM zona 18S 8'491,290 N y 243,654 E, sobre los 3870 msnm, en el cuadrángulo de Ocongate (28t). El acceso se realiza por la vía asfaltada Cusco - Urcos - Ocongate, de este último poblado se toma hacia la izquierda un camino carrozable que llega a las labores.

En la zona afloran estratos de la Formación Ananea de edad Silúrico - Devónico, compuesta por lutitas pizarrosas, pizarras color gris oscuro y filitas beige intercaladas con delgadas capas de areniscas claras y limolitas areniscosas; las filitas se encuentran foliadas presentando una dirección de N 102° y buzamiento de 20° SO.

La roca caja presenta una moderada argilización y venillas de clorita alterándose a sericita; además se ha observado un moderado grado de oxidación en las vetas de cuarzo y en la roca hospedante (Figura 3.1). La asociación de cuarzo y óxidos de hierro como hematita y goethita nos indican la existencia de sulfuros los cuales pueden estar enriquecidos en oro.



Figura N°3.1. - (A) Entrada a la labor Lluscapata, donde se observan filitas foliadas como hospedante de la veta. B y C. Veta de cuarzo - clorita con óxidos de hierro (goethita y hematita y clorita).

MINA QUILCA

Esta labor se localiza en el distrito de Marangani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, sus coordenadas UTM de referencia son zona 19S 8'404,678 N y 278,652 E, a una altitud de 4300 msnm, en el cuadrángulo de Sicuani (29t). El acceso se realiza por la carretera asfaltada Cusco - Sicuani - Acobamba, desde la localidad de Acobamba se continúa a pie aproximadamente 4 kilómetros al oeste de la carretera.

La geología en este sector corresponde a rocas sedimentarias de la Formación Ananea de edad Silúrico - Devónico, constituidas principalmente por pizarras verdosas, con intercalaciones locales de niveles de areniscas y lutitas.

En la ocurrencia predomina una moderada cloritización, así como un alto grado de oxidación. Se ha observado vetillas de cuarzo y siderita, y carbonatos con hábito rómbico. La mineralogía es variada en vetas y vetillas con minerales de mena como galena y calcopirita. Los minerales de ganga están formados por cuarzo, calcita, siderita y especularita (Figura 3.2). También se distingue cuarzo en venillas con óxidos de hierro y en cristales euhedrales de hasta 1cm.

CANTA CANTA

Al igual que Quilca, esta labor se encuentra en el distrito de Marangani, provincia de Canchis, departamento de Cusco, sus coordenadas UTM son zona 19S 8'404,678 N y 278,652 E, a una altura de 4300 msnm, situado en el cuadrángulo de Sicuani (29t). El acceso se realiza tomando la carretera asfaltada Cusco - Sicuani - Acobamba, desde la localidad de Acobamba se continúa aproximadamente 4 kilómetros al oeste de dicha carretera.

La geología en este sector corresponde a los afloramientos rocosos de la Formación Ananea de edad Silúrico - Devónico, conformada principalmente por pizarras verdosas con intercalaciones de areniscas y lutitas, donde se pueden notar estructuras sedimentarias tipo laminación plano - paralela.

Las alteraciones que se observan son una fuerte argilización y una moderada cloritización de las pizarras, las cuales también presentan sulfuros diseminados y venillas de cuarzo y óxidos de hierro. Las vetas son de cuarzo con sulfuros de cobre y hierro como pirita y calcopirita (Figura 3.3). Así mismo se tiene como mineral de ganga siderita y óxidos de hierro.

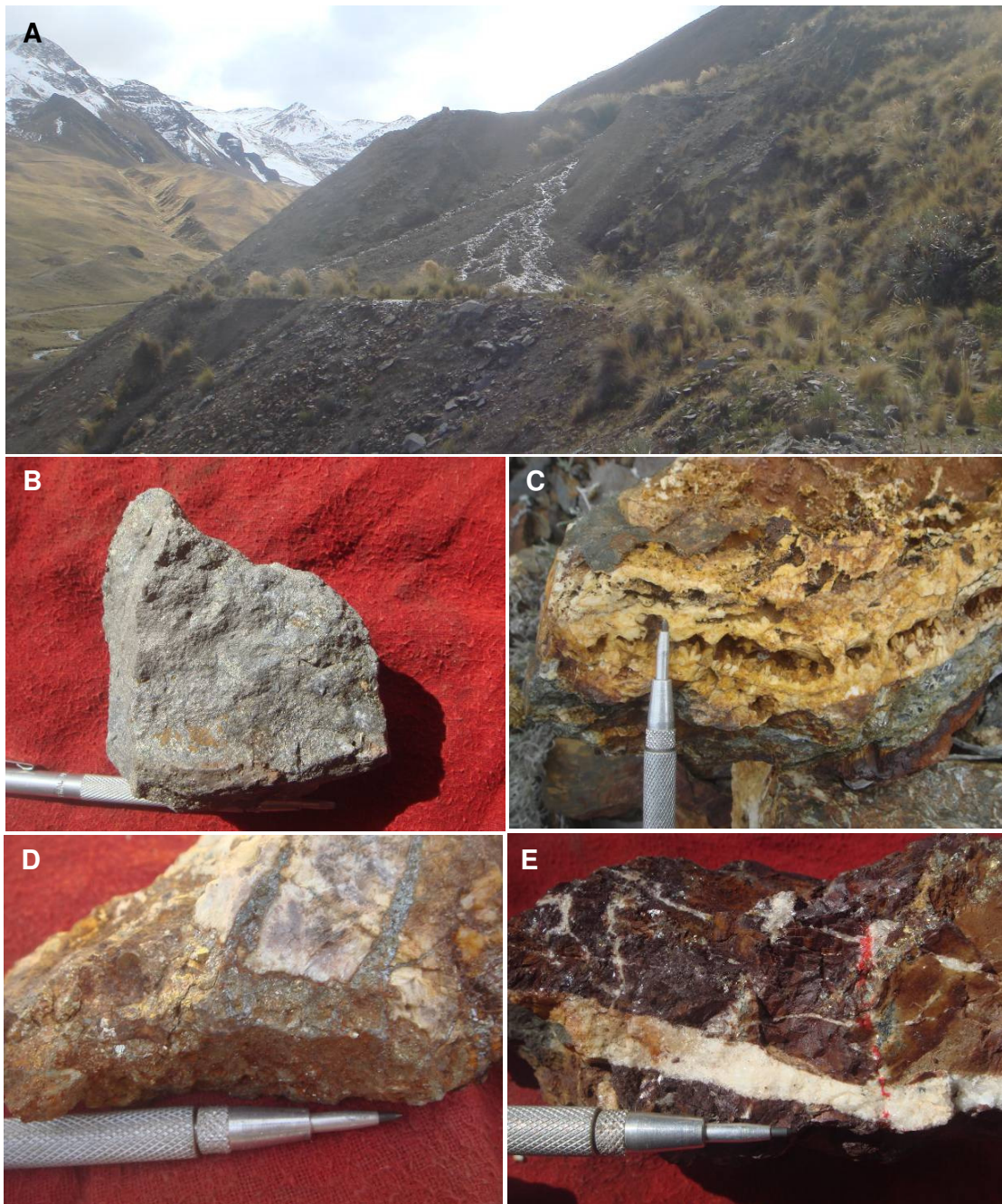


Figura 3.2.- (A) Vista del talud de la labor Quilca. (B) Mena de sulfuros de Cobre y Hierro; calcopirita y pirita. (C) Veta con cristales de cuarzo euhedral de hasta 1cm. (D) Veta de cuarzo con vetillas de sulfuros como calcopirita, pirita; también se observa especularita y siderita. (E) Se observa siderita marrón rojiza cortada por vetillas de cuarzo y pirita - calcopirita.



Figura 3.3.- (A) Vista de la entrada a la labor minera Canta Canta. (B y C) Veta de Cuarzo con sulfuros y óxidos de hierro.

CLARA LUZ

La ocurrencia mineral de Clara Luz, está ubicada al oeste de Sicuani (Cusco) en las areniscas limosas, areniscas arcósicas cuarcíferas, rojo ladrillo, intercaladas con limolitas y limoarcillitas rojas, que pasan a los niveles superiores a areniscas conglomerádicas de la cretácea y paleógena Fm Muñani. En las areniscas se aprecian niveles con restos de plantas generadoras de los niveles de materia orgánica.

Clara Luz se ubica cerca al eje del sinclinal del oeste de Sicuani, que tiene como núcleo al Gpo. Puno, y en cuyo flanco SO tiene orientación NO - SE y buzante al NE

Es un manto con tiene orientación 336° con buzamiento 60° al NE y aproximadamente 1.5 - 2.5 m de grosor (Figura 3.4), en donde se aprecia silicificación.

Los minerales reconocidos abarcan malaquita, azurita y un mineral negro, además de unas estructuras orgánicas de restos de plantas y laminillas. Se han obtenido valores interesantes de 4 - 5 g/t Ag y 4% Cu en algunas muestras.



Figura N°3.4.- Manto de malaquita y azurita en las areniscas rojas de Fm Muñani (Cretáceo) en el depósito de Clara Luz (Langui).

CURACANCANA

Se trata de una labor abandonada que se ubica en el distrito de Ocongate, provincia de Quispicanchi, departamento de Cusco. Geográficamente se encuentra en las siguientes coordenadas UTM zona 18S 8'491,542 N y 238,789 E, sobre los 3600 msnm, que corresponde al cuadrángulo de Ocongate (28t). El acceso desde la ciudad de Cusco se realiza por la vía asfaltada Cusco - Urcos - Ocongate, que tiene un recorrido de 110 km, y forma parte de la carretera interoceánica del sur.

Las rocas que afloran alrededor de zona mineralizada corresponden a pizarras, limolitas y areniscas de la Formación Ananea de edad Paleozoico inferior. Las pizarras son micáceas y por intemperismo gris azuladas, por su parte los niveles limolíticos son finamente areniscosos y de color gris, estando alternados con lutitas gris y azul oscuras, y las capas arenosas son lenticulares, a menudo onduladas con nítidas micro - estratificaciones cruzadas.

Se han reconocido epidota y clorita en forma de halos en vetillas de cuarzo. La clorita está alterando a la sericita junto con óxidos hierro. Las vetillas con cuarzo - óxidos de hierro y el alto grado de oxidación de la roca hospedante, puede indicar la presencia de sulfuros enriquecidos en oro (Figura 3.5).



Figura 3.5.- (A) Pequeña galería de la mina Curacancana. B y C. Veta de cuarzo - epidota - clorita con óxidos de hierro.

Proyectos y prospectos

ACCHA (TITIMINAS)

El Proyecto Accha es un depósito de skarn de Zn, Ag, Pb. Se ubica en el distrito de Accha, provincia de Paruro, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 177,807 E, 8'456,629 N; Zona 19. Depósito epitermal de baja sulfuración (Zn, Ag, Pb) emplazado en rocas sedimentarias de calizas a calizas arenosas, conteniendo bitumen de la Fm Ferrobamba del Cretáceo, brechas intraformacionales polimícticas y brechas cársticas (colapso); cuarcitas de la Fm Soraya, areniscas y conglomerados de la Fm Puno (Oligoceno - Mioceno). Presentan cuerpos lenticulares (estratoligados y estratiformes) y brechas de colapso con mineralización oxidada de Zn y Pb, emplazadas en el limbo de un anticlinal buzante (50 - 55°E). Fallas NE y N - NO cortan a los pliegues (NO) que son generalmente buzantes al E - SE. Los minerales principales son principalmente

minerales oxidados de Zn (esmithsonita, hemimorfita, willemita, sauconita), Pb (cerucita y anglesita), Fe (goethita). Se estima en reservas 9 Mt @ 9% Zn (2007).

ANTAPACCAY

El Proyecto Antapaccay es un depósito de pórfido de Cu, Au, (Ag). Se ubica en el distrito de Espinar, provincia de Espinar, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 243,900 E, 8'345,900 N; zona 19. Emplazado en intrusivos porfiríticos de composición monzonita a cuarzo monzonita y diorita, del Eoceno superior, areniscas, limolitas y calizas de las formaciones cretácicas Mara y Ferrobamba respectivamente. Las rocas intrusivas como diorita - granodiorita pertenecen al batolito Andahuaylas - Yauri (Eoceno - Oligoceno). Presentan 2 estructuras mineralizadas, Antapaccay N y Antapaccay S. El cuerpo mineralizado tiene forma oval con rumbo NO, la mineralización está diseminada y en venillas (stockwork). Se estima en reservas en 420 Mt @ 0.83% Cu, 0.16 g/t Au. El proyecto lo viene desarrollando Xstrata Perú SA.

ANTAY

El proyecto Antay (Cu - Mo) se ubica en el distrito de Espinar, provincia de Espinar, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 238,128 E, 8'358,683 N; zona 19. Emplazado en las formaciones Mara y Ferrobamba y en intrusivos porfiríticos de composición monzonita a cuarzo monzonita y diorita; diorita - granodiorita del batolito Andahuaylas - Yauri. La geometría del depósito se compone de cuerpo y estructuras en venillas (stockwork). El proyecto lo viene desarrollando Southwestern Resources Corp.

AZÚCA

El proyecto Azúca es un depósito de pórfido de Sn - Cu. Se ubica en el distrito de Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, departamento del Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM: 775764 E y 8381905 N, zona 18. La roca hospedante se compone de domos y flujos dacíticos a riolítico de la Fm Alababa. Relacionado al sistema de fallas Abancay - Condroma - Callosa. El proyecto lo viene desarrollando la Cía. Hochschild.

CRESPO

El proyecto Crespo es un depósito epitermal de alta sulfuración (Au, Ag), Se ubica en el distrito de Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, departamento del Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 781200 E, 8367200 N, zona 18. El cuerpo se emplaza en la Fm Alpabamba y en domos y flujos dacíticos a riolíticos. Presenta alteración silicificación, cuarzo vuggy, cuarzo alunita y cuarzo arcillas. El proyecto Crespo lo viene desarrollando Joint Venture entre Hochschild con Minera del Sur Oeste SAC.

KATANGA

El proyecto Katanga es un skarn de Cu, Au. Se ubica en el distrito de Velillo, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 202,213 E y 8'400,234 N; zona 19. Se emplaza intrusivos diorítico - granodioríticos y pórfidos de monzonita, del batolito de Andahuaylas - Yauri, intruyen a las cuarcitas de la Fm Soraya, areniscas y limolitas de la Fm Mara y las calizas de la Fm Ferrobamba (Cretáceo). Diques de dacita y andesita. Se estima en reservas probables de 3.4 Mt con 2.3% Cu y 700 Mt de relaves con 1.7% Cu y 0.3 Oz/t Ag.

MINASPATA (ANABI)

El proyecto Minaspata es un depósito de alta sulfuración (Au, Ag, Cu, Mo). Se ubica en el distrito de Vilcabamba, provincia de La Convención, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 793,500 E y 8'404,000 N; zona 19. El depósito se presenta diseminado emplazado en rocas volcánicas andesíticas y tobas dacíticas del Grupo Tacaza. Se estima una potencial de 500 000 Oz Au. El proyecto lo viene desarrollando Aruntani SAC.

MOROSAYHUAS

El proyecto Morosayhuas es un pórfido de Cu - Au. Se ubica en la provincia de Anta, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 800,233 E, 8'511,008 N., zona 18. Se emplaza en rocas volcánicas andesíticas y tobas dacíticas del Grupo Tacaza y Sillapaca. El proyecto lo viene desarrollando Panoro Minerals Ltd

QENQO

El proyecto Qenqo es un pórfido de Cu - Mo. Se ubica en el distrito de Chinchaypujio, provincia de Anta, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 789,726 E y 8'499,551 N, zona 18. Se compone de una diorita emplazado dentro Batolito Andahuaylas - Yauri.

QUECHUA

El proyecto Quechua es un depósito de pórfido Cu - Au y skarn. Se ubica en el distrito de Espinar, provincia de Espinar, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 253,679 E y 8'346,149 N, zona 19. Pórfido monzonítico - cuarzo monzonita y pórfido granodiorítico, cuarcitas (Fm Soraya), areniscas y limolitas (Fm Mara) y calizas (Fm Ferrobamba) del Cretáceo. Diorita - granodiorita del Batolito Andahuaylas - Yauri (Eoceno - Oligoceno), diques de andesita. Fallas y pliegues N - NO y NO controlan el yacimiento. Los sedimentos clásticos forman un anticlinal con rumbo N 20° - 30° O y buzamiento 20° - 30° S. Zonas de cizalla y brechas tienen un rumbo N - NO. Tabular y elongado (NO - SE) buzante hacia el sur (8° - 10°) con sulfuros disseminados y en venillas (cz), también cuerpos irregulares de skarn. Se estima en reservas 100 Mt con 0.98% Cu.

WINICOCHA

El proyecto Winicocha es un pórfido de Cu - Au. Se ubica en el distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco. Se localiza en las siguientes coordenadas UTM 216,011 E y 8'409,019 N; zona 19. Se emplaza de manera de stockwork en granodioritas en contacto con la Fm Ferrobamba. Los recursos geológicos no comprobados: 1.4 MOz Au. Registra leyes de 21 g/t Au y 75 g/t Ag. El proyecto lo viene desarrollando Andresmin Gold Corporation.

OCURRENCIAS MINERALES

CERRO CAMANTÍ

Las minas de Cerro Camantí son unas ocurrencias antiguas, ubicadas en las inmediaciones de Quincemil a donde se accede por la carretera interoceánica Cusco - Puerto Maldonado.

Se aloja en el Complejo Metamórfico de Iscaybamba, con esquistos con cordierita y mica, metavolcánicos andesíticos, anfíbolitas, e intrusiones de gneis de biotita con andalucita y cordierita que contienen inclusiones de cuarzo. Intruyen en forma de stock y diques, que han causado un metamorfismo térmico, incluyendo una silicificación, que por correlación con la serie de Ollaytamambo, se le asigna una edad Cámbrica o pre - cámbrica terminal; mientras los intrusivos graníticos serían eohercínicos (Palacios et al, 1996).

La mineralización comprende una serie de vetas de cuarzo (Figura 3.6) con contenidos de oro que presenta niveles de fuerte alteración y partes con cuarzo masivo lechoso, en grosores de 20 - 30 cm, con orientación 058° - 070° con 62° - 70° SE de buzamiento y presencia de rizaduras de falla con pitch de 25° SO indicando un movimiento normal dextral. Otra familia de vetas de cuarzo lechoso tiene orientación horizontal de 2 - 3 cm de grosor. Mineralógicamente, se ha descrito piritita y psilomelano. Aunque no se tiene información sistemática de la ley mineral, algunas muestras dieron

valores de 0.14 g/t Au y 58 g/t Ag. Asimismo, se tiene una anomalía significativa de Nb con valores de 50 y 70 ppm. Se les podría relacionar a una mineralización de tipo mesotermal o de tipo orogénico.



Figura N°3.6.- Vetas de cuarzo con contenido de oro en los esquistos del Complejo de Iscaybamba (Cámbrico) en Cerro Camantí.

HOLMIO

La ocurrencia Holmio, está ubicado en las inmediaciones Lares (Calca) cerca de la ciudad de Cusco. Se emplaza en las pizarras y esquistos grises en secuencias bastante uniformes intercaladas con bancos de areniscas de edad siluro devoniana de la Fm Paucartambo (Carlotto et al 1996), con foliación predominante de 348° - 350° con buzamientos 40° - 58° al NE, y que están sobreyacidas por las areniscas rojizas de grano medio a grueso, masivo donde destacan una secuencia conglomerádica de edad permotriásica, asignadas al Gpo Mitu (Carlotto et al, 1996). Cerca intruye un cuerpo tobáceo dacítico (Figura 3.8) con vacuolas de especularita y jarosita, que tiene un nivel infrayacente volcánico de grano grueso.

Presenta estructuras a la manera de vetillas de orientación 220° y buzantes 45° al NO, así como 110° con buzamiento 85° al SO, en donde mineralógicamente se ha reconocido a malaquita, a calcopirita y bornita (Figura 3.7) y también azurita; sin embargo algunos niveles de malaquita se presentan paralelas a la foliación de los esquistos y pizarras. Algunas muestras dieron valores de 1.6% de Cu.



Figura 3.7.- Venillas con malaquita y azurita en las pizarras de la Fm Paucartambo (Paleozoico superior) en el depósito de Holmio.

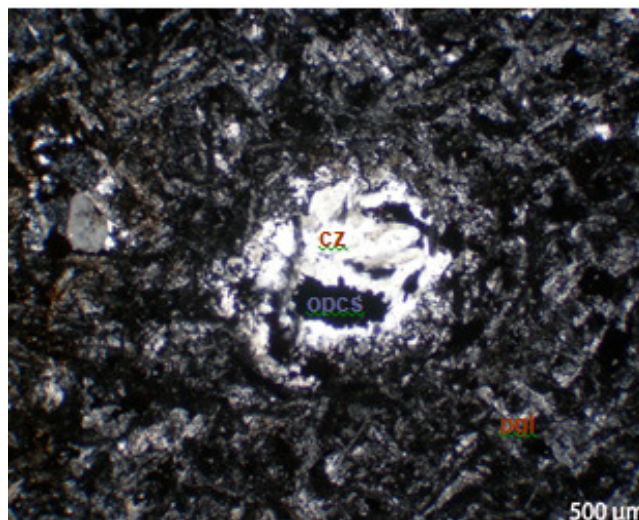


Figura 3.8.- microfotografía que muestra Vacuolas rellenas de cuarzo (cz) y minerales opacos (opcs) en las tobas dacíticas de matriz plagioclásica (pgl) del Intrusivo subvolcánico de Holmio. En nícoles cruzados.

AZUL

La mina Azul, también ubicada en las inmediaciones del distrito de Calca, cerca al Cusco, y se emplaza en las areniscas rojizas de grano medio a grueso permotriásico del Gpo Mitu, sobreyacidas de una secuencia de areniscas competentes, casi concordantes “correlacionadas con la cretácea Fm Huancané” por Carlotto et al (1996), descritas como conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas cuarzosas blancas.

Se ha reconocido en las inmediaciones un dique andesítico verdoso de orientación 090° y buzando 80° al S.

Cerca al contacto superior entre el cretáceo de la Fm Huancané y el paleozoico superior tenemos un gran cabalgamiento correspondiente al flanco NE del anticlinal de Vilcanota, en donde se tienen abundantes cabalgamientos de tendencia NO - SE y vergencia al SO y que hacen repetir el Gpo Mitu (Permotriásico) a través de la Fm Huancané (Cretáceo) (Carlotto, et al 1996).

Cerca del depósito se han reconocido algunas fallas con orientaciones 090° y 040° de buzamiento verticales y pitch 15° O y 20° SO.

Las areniscas del Gpo Mitu, en esta ocurrencia presentan una fuerte silicificación. Cerca de las estructuras tenemos también alteración argílica.

La mineralización se caracteriza por numerosas estructuras a la manera de venillas de sulfuros de 3 a 1 cm de grosor (Figura 3.9) con orientación 280° y 15° NE. Se entrecruzan numerosas venillas de cuarzo en más de una generación. Debido a la horizontalidad de las vetas se reconoce una componente inversa, por lo que comparada con la información de las estrías de las fallas, tendríamos movimientos de tipo sinistral inverso que habrían controlado la mineralización.

Las venillas de sulfuros presentan carbonatos como malaquita, azurita, pirita, calcopirita, calcantita, también se ha descrito bornita (BDI); mientras la venillas de cuarzo se presentan con especularita.

Se han reconocido hasta tres eventos de mineralización: 1° mineralización de cuarzo con sulfuros; 2° mineralización supérgena; y 3° mineralización de cuarzo y especularita.

Se encontraron valores interesantes en algunas muestras con 11.7 g/t Ag y 4% de Cu. Asimismo, tenemos valores de Nb que superan los 100 ppm.



Figura 3.9.- Venillas de cuarzo con sulfuros en las areniscas del Gpo Mitu (Permotriásico) en la mina Azul.

PATANZA

La ocurrencia mineral de Patanza, está ubicada en las inmediaciones de Santa Bárbara, cerca de la comunidad de Patanza en Sicuani (Cusco).

Patanza, se emplaza en el flanco NE del denominado Anticlinorio del Vilcanota que es eminentemente cretáceo, y tiene como núcleo al paleozoico. Este flanco forma una serie de anticlinales y sinclinales, sobre uno de estos últimos en la Fm Auzangante (Sánchez & Zapata, 2001) compuesto de lutitas, limolitas y areniscas rojas se encuentra Patanza, y en donde las capas están invertidas con orientación aparente de 340° con buzamiento de 70° NE.

La ocurrencia muestra una serie de estratos con aparente silicificación y presencia de muscovita. La mineralización es paralela al estrato (estratoligado) (Figura 3.10), con presencia de malaquita (Cu) a la manera de mantos con 20 cm de grosor y cortados por vetillas de cuarzo de 2 - 3 cm de grosor de orientación 080° y buzamiento vertical. Se han encontrado interesantes valores con 21.8 g/t Ag y más de 1% de Cu.



Figura 3.10.- Mineralización estratoligada del cobre con malaquita en las capas rojas de Fm Chilca (Cretáceo) en Patanza.

FRANCISCA

La ocurrencia mineral de Francisca, está ubicada cerca de Checca, al oeste de Sicuani (Cusco) en las areniscas cuarzosas rojas, rosadas y blancas en bancos de 1 - 4 m de estratificación cruzada (Audebaud, 1973) y laminación con niveles de limolitas y lutitas rojas de la cretácea Fm Huancané, sobreyacidas por los volcánicos andesíticos (Figura 3.13) con matriz al 30% del Gpo Tacaza, que tiene intrusiones tobáceos cineríticos (Figura 3.14) con ferromagnesianos y biotitas concordantes dentro de las areniscas cretáceas con numeroso brechamiento y niveles de subvolcánicos.

Francisca se emplaza en el borde monoclinual de orientación 140° con buzamiento 42° SO, instruido por los niveles volcánicos que también la cubren y de abundantes secuencias cuaternarias.

La mineralización es en mantos con alteración silícea (Figura 3.11) con craquelamiento y brechamiento (Figura 3.12), indicativo de procesos de ebullición hidrotermal. Se ha descrito cobre y plata en forma de calcopirita y malaquita.



Figura 3.11.- La mineralización serie en mantos con alteración silícea, en secuencias clásticas brechadas de la Fm Huancané (Cretáceo) instruidas por secuencias volcánicas relacionadas al Gpo Tacaza, en la ocurrencia mineral de Francisca, cerca de Checca.



Figura N°3.12.- Brechas con cuarzo en las inmediaciones de la ocurrencia mineral de Francisca en Checca.

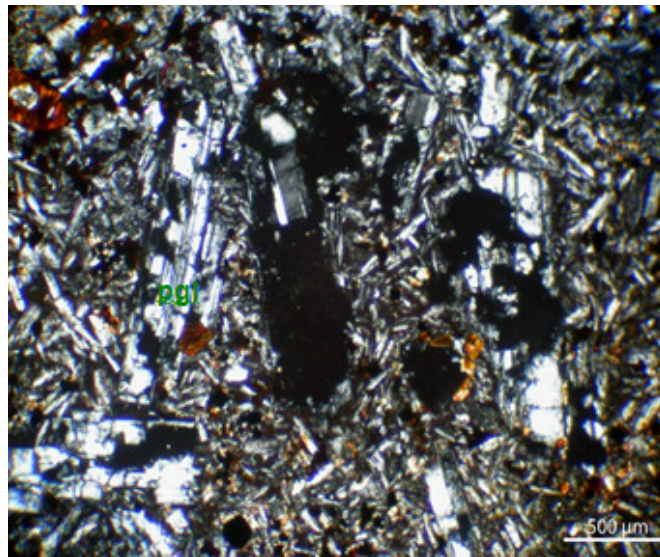


Figura N°3.13.- microfoto que muestra la textura porfírica de las andesitas con fenos de plagioclasa (pgl) del Gpo Tacaza en Francisca. En nicoles cruzados

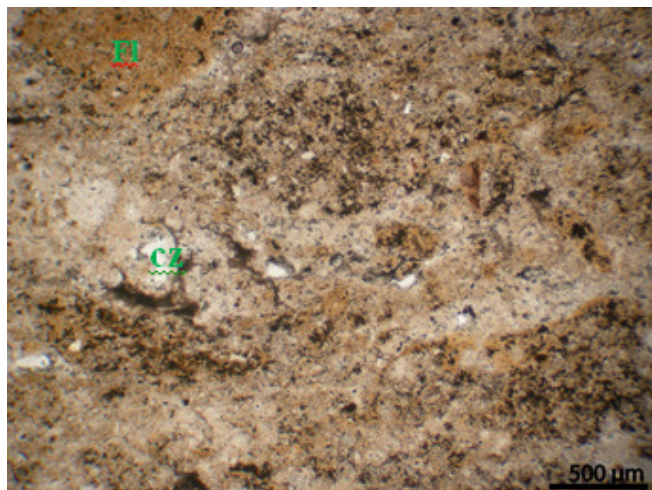


Figura N°3.14.- Microfoto que muestra Fragmentos líticos (FI) y cuarzo (cz) de las tobas de las intrusiones subvolcánicas del Gpo Tacaza en Francisca. En nícoles paralelos

PACCHAC

Esta ocurrencia se ubica en la quebrada Pacchac a 10 km al norte de la ciudad de Quillabamba, en el distrito de Santa Ana, Provincia de La Convención, departamento de Cusco. Su ubicación geográfica está dada por la coordenadas UTM zona 18S 8°584,960 N y 751,548 E, a una altitud de 1198 msnm, dentro del cuadrángulo de Quillabamba (26 - q). El acceso se realiza por la carretera Cusco - Quillabamba, con un recorrido de 221 km, desde Quillabamba se accede a la ocurrencia por una trocha carrozable.

Los afloramientos de roca en esta zona corresponden al Paleozoico, conformada por las formaciones Sandia y Quillabamba. Litológicamente, la Formación Sandia de edad Ordovícico, está compuesta por cuarcitas y metacuarcitas a veces laminadas y de grano fino, intercalados con pizarras y microconglomerado; por su parte, la formación Quillabamba de edad Silúrico - Devónico, está compuesta por esquistos, esquistos calcáreos, pizarras grises y negras, cuarcitas, y localmente se pueden encontrar niveles de calizas.

En esta zona de la quebrada Pacchac se ha reconocido una fuerte oxidación, debido a la presencia de sulfuros. No se ha observado alguna otra alteración de importancia.

La mineralización reconocida corresponde a pirita, la cual puede ser aurífera. Se presenta diseminada en laminaciones de las cuarcitas y en forma de vetillas que rellenan fracturas (Figura 3.15). Estas vetillas presentan dos generaciones con orientaciones N 10°/83° NO y N 280°/40° NE. También se ha observado un bloque rodado de 1.5 m de diámetro compuesto por 85% de magnetita y en menor porcentaje calcopirita y pirita.



Figura 3.15.- (A) Afloramiento de meta - sedimentos con vetillas de pirita en la Quebrada Pacchac. (B) Vetillas de pirita cortando las rocas paleozoicas. (C) Intercalación de sulfuros en las laminaciones de la roca. (D) Rodado de magnetita con sulfuros en la Quebrada Pacchac. (E) Detalle del rodado con magnetita, calcopirita y pirita junto con óxidos de hierro.

3.2. Franjas metalogenéticas

En la región Cusco se han reconocido 5 franjas metalogenéticas (Figura 3.16).

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

Esta franja se encuentra segmentada y se ubica al sur de la región Cusco. Se desarrolla en el dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental. Esta franja se extiende desde la región Puno y está controlada por fallas NO - SE de los sistemas de Fallas Urcos – Sicuani - Ayaviri, Cusco – Lagunillas - Mañazo y prolongación Abancay – Condorama - Caylloma. Agrupa depósitos de Au - Ag de alta, baja e intermedia sulfuración. La principal época metalogenética en el sector Cusco se encuentra ente 12 y 8 Ma. Entre los principales proyectos mineros de plata y oro, se encuentran Crespo y Azuca.

FRANJA XV PÓRFIDOS - SKARNS DE CU - MO (Au, Zn) Y DEPÓSITOS DE Cu – Au - Fe RELACIONADOS CON INTRUSIONES DEL EOCENO - OLIGOCENO

Se ubica entre la Cordillera Occidental y el Altiplano, en la parte central y sur de la región Cusco. La mineralización está relacionada con granitoides dioríticos a granodioríticos como del Batolito Andahuaylas - Yauri del Eoceno - Oligoceno, emplazados en condiciones transpresionales (Carlotto, 1999; Perelló et al., 2003) y controlados, por los sistemas de fallas Urcos – Sicuani - Ayaviri, Cusco – Lagunillas - Mañazo, y Abancay – Condorama - Caylloma. Los intrusivos intermedios a ácidos están relacionados con la mineralización Cu - Mo (Au) y en el contacto con secuencias carbonatadas del Albiano - Turoniano desarrollan cuerpos de skarn de Cu - Zn. Los intrusivos más básicos están relacionados con las mineralizaciones de Fe – Cu - Au, que se presentan a manera de cuerpos, en el contacto con secuencias carbonatadas del Albiano - Turoniano y vetas principalmente de Au - Cu en los intrusivos. Los depósitos más representativos de esta franja son Tintaya, Katanga, Morosayhuas, Antapacay, entre otros. Las edades de mineralización están registradas entre 42 y 30 Ma. En esta franja también se ha reconocido una provincia de Zn denominada Accha - Yanque, con un gran número de depósitos y prospectos como Accha, Yanque, Millohuayco, Iris, Puyan, Minascasa, Oscoylo, entre otros (Carman et al., 2000; Boni, 2005; Boni et al., 2009). Es importante mencionar que en el dominio del sistema de fallas Urcos - Sicuani - Ayaviri, se tienen cuencas continentales sinorogénicas (Carlotto et al., 2005), con mineralización de Cu tipo “Red Bed” alojada en capas rojas del Eoceno - Oligoceno del Grupo San Jerónimo y relacionada con el Batolito Andahuaylas - Yauri (Loza, 2004). Los depósitos más importantes de este género se ubican en las localidades de Tambomachay, Ushpa, Tipon y Anta.

FRANJA XIX DEPÓSITOS DE Sn - Cu - W RELACIONADOS CON INTRUSIVOS DEL OLIGOCENO - MIOCENO Y EPITERMALES DE Ag - Pb - Zn

Se encuentra al extremo suroeste de la Cordillera Oriental y en la cuenca Putina, sur del Perú. Está limitada por el sistema de fallas NO - SE Urcos - Sicuani - Ayaviri y el sistema de fallas que controlan el sector Oeste de la cuenca Putina. La mineralización Sn - Cu - W está relacionada con stocks peraluminosos “tipo S”, que varían de monzogranitos a granodioritas (Kontak & Clark, 2002), con fuerte alteración clorítica (Mlynarczyk et al., 2003). Las rocas intrusivas del área constituyen la extensión de granitoides de la Cordillera Real de Bolivia, con edades de emplazamiento del Oligoceno y Mioceno. Los stocks intrusivos cortan a pizarras, esquistos y cuarcitas del Ordovícico. El principal depósito del Perú es San Rafael y se encuentra en Puno. En la región Cusco solo se han reconocido ocurrencias de Ag - Cu como Patanza. Las edades de mineralización de esta franja están entre 25 y 22 Ma, pero hacia el lado boliviano, en el depósito Cerro Rico de Potosí se registra una edad más joven próxima a 14 Ma (Zartman & Cunningham, 1995).

FRANJA III PÓRFIDOS - SKARNS Cu - Mo - Zn Y DEPÓSITOS DE Au - Cu - Pb - Zn RELACIONADOS CON INTRUSIVOS DEL PÉRMICO

Se extiende en el flanco Oeste de la Cordillera Oriental del Perú central, al norte de la deflexión de Abancay. Está controlada los sistemas de fallas Satipo - Pangoa-San Francisco. Esta franja se encuentra localmente en el norte de la región Cusco y geológicamente está conformada por lutitas y calizas del Carbonífero cortadas por granitoides con edades entre 270 y 255 Ma. En esta franja no se han reconocido ocurrencias de relevancia.

FRANJA I Au EN ROCAS META - SEDIMENTARIAS 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 Ordovícico - Silúrico y Carbonífero. Las estructuras mineralizadas están conformadas por vetillas y mantos lenticulares de cuarzo - oro, controladas principalmente por fallas inversas NO - SE. En esta franja se encuentran mayormente ocurrencias como Holmio y Azul. Existe gran desarrollo de pequeña minería e informal como es el caso de C° Camanti.

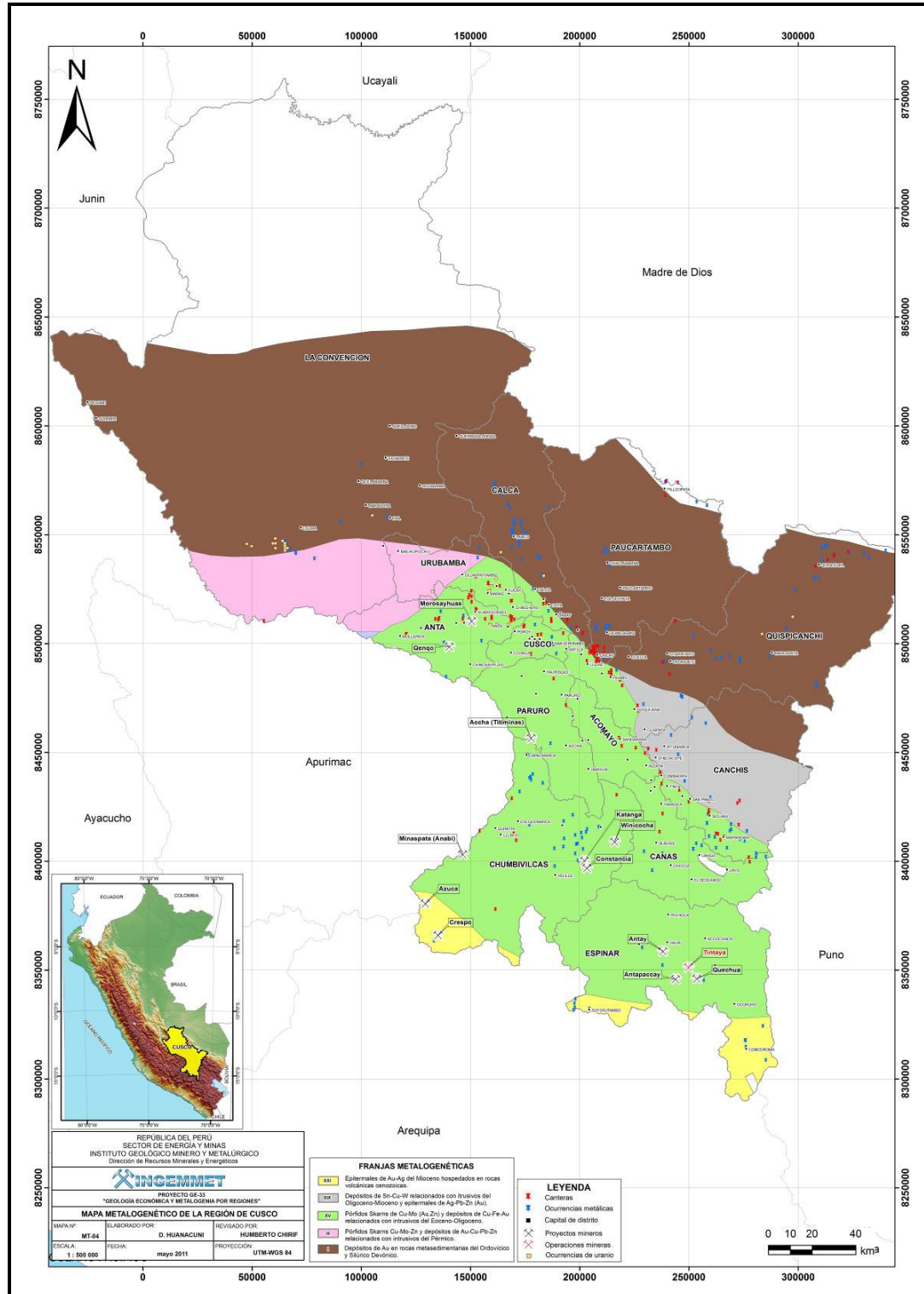


Figura 3.16.- Mapa metalogénico de la región Cusco

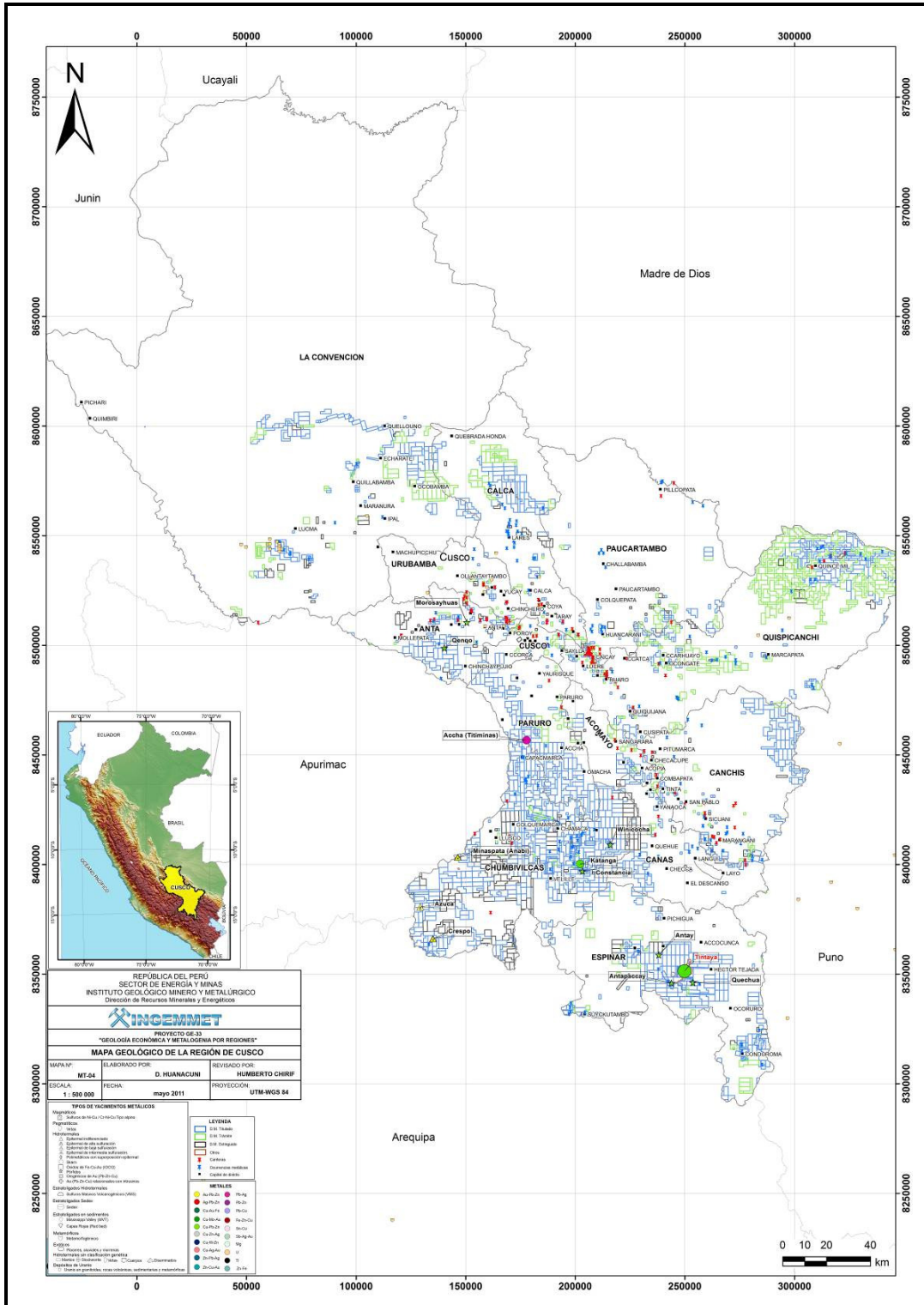


Figura 3.17.- Mapa de depósitos de la región Cusco

3.3. Producción y reservas metálicas

Durante la última década, la región Cusco sólo registra producción de oro, plata y cobre tal como se muestra en la Tabla 3.1. Así mismo, en la Tabla 3.2 se demuestra que la región Cusco tiene importantes reservas de molibdeno, zinc, y hierro, las cuales están representadas en la Figura 3.19. Esta producción y proviene de la única operación minera de Cu - Au de Tintaya, sin embargo existen otros proyectos importantes que cuentan con gran cantidad de reservas de oro como: Anabi y Antapacay y Crespo.

En los últimos 10 años, la región Cusco ha aumentado significativamente su producción aurífera. Desde el año 2000 hasta el año 2006, donde alcanzó su producción más alta, ha aumentado de 0.25 toneladas finas a 3.38 toneladas finas respectivamente. Entre los años 2001 y 2002 tuvo un incremento significativo aumentando su producción en más de 1 tonelada fina tal como se muestra en la Figura 3.18. En los años siguientes 2007 al 2010 la producción de este metal precioso se ha mantenido por encima de 1.2 toneladas finas. Esta producción proviene principalmente de la mina Tintaya. En cuanto a las reservas auríferas probadas y probables de esta Región; a diciembre del 2009 ascienden a 36 toneladas finas; las cuales provienen de importantes proyectos con Crespo, Anabi, Quechua, y Tintaya. Estas reservas han tenido un considerable incremento desde el 2008, donde se registraron 48 toneladas finas de Au, cifra elevada con respecto a las 16 toneladas finas de Au del año 2007. En la Figura 3.19 se muestra como se ha incrementado las reservas de oro desde el 2005 al 2009.

La producción de plata en la región Cusco prácticamente se ha mantenido constante durante los años 2000 al 2010 por encima de las 800 toneladas finas de Ag; con excepción de los años 2002 y 2003 donde tuvo una considerable disminución, produciendo 14 toneladas finas de Ag el 2002 y 226 toneladas finas de Ag el 2003. En el año 2007, Cusco alcanzó su mayor producción de plata de la última década, registrando una producción de 1 154 toneladas finas de este metal precioso. Desde el 2005 hasta el 2009, las reservas de plata en Cusco han ido en aumento como se muestra en la Figura 3.19. La Tabla 3.2 muestra que desde el 2005, las reservas probadas y probables de plata se han incrementado en más de 2100 toneladas finas; lo cual es un indicador de la gran inversión en exploración por parte del sector privado.

Al igual que la plata; la producción de cobre se ha mantenido casi constante durante los años 2000 al 2010 registrando producciones por encima de las 80,000 toneladas finas de Cu. En los años 2002 y 2003, la producción de cobre cayó considerablemente, registrando cifras de 18,227 y 51,644 toneladas finas de Cu respectivamente. El año 2004 se recuperó el ritmo de producción, el cual se ha mantenido hasta el 2010; y en el 2007, esta región tuvo su mayor producción de cobre durante la última década, registrando una cifra de 119,540 toneladas finas de Cu. Las reservas probadas y probables de cobre se han incrementado en más de 4 millones de toneladas finas desde al año 2005 al 2008 (Figura 3.19); en estos años se han reportado 1'293,070 y 5'507,436 toneladas finas de Cu respectivamente (Tabla 3.2). Entre el año 2008 y 2009 la producción cuprífera disminuyó en casi 3 millones de toneladas finas, registrando cifras de 2'781,981 toneladas finas (Figura 3.19).

Tabla 3.1.- Producción metálica para la región de Cusco (toneladas métricas finas)

Metal/Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oro	0.25	0.63	1.96	2.68	2.77	3.20	3.38	2.39	1.56	1.21	1.36
Plata	1,096	1,003	14	226	1,017	858	1,004	1,154	964	934	830
Cobre	91,664	85,184	18,227	51,644	118,527	109,421	115,626	119,540	110,769	107,233	93,015

Fuente: Anuario Minero 2000 - 2010, MINEM

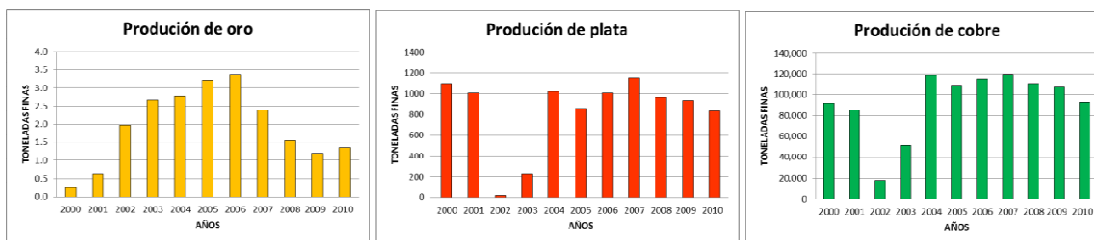


Figura 3.18.- Producción metálica de la región Cusco. Fuente: Anuario Minero 2000 - 2010, MINEM.

Tabla 3.2.- Reservas metálicas de la región Cusco (toneladas métricas finas)

Metal/Años	2005	2006	2007	2008	2009
Oro	11.31	14.55	16.48	47.67	45.95
Plata	278	1,606	2,059	2,085	2,389
Cobre	1,293,070	3,119,193	3,789,605	5,507,436	2,781,981
Molibdeno	-	50,500	335,900	5,146,406	54,929
Zinc	568,934	-	645,000	-	-
Plomo	-	-	-	-	558
Hierro	117,121,616	22,450,000	361,050,000	348,675,000	126,403,000

Fuente: Anuario Minero 2000 - 2010, MINEM

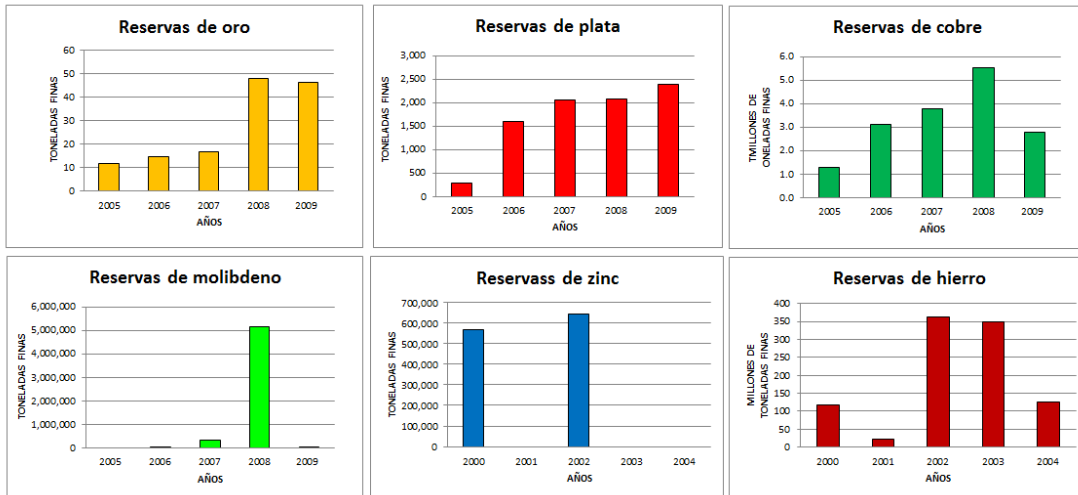


Figura 3.19.- Reservas metálicas probadas y probables (toneladas métricas finas) de la Región Cusco. Fuente: Anuario Minero 2000 - 2010, MINEM

CAPITULO IV

ACTIVIDAD MINERA

Cusco es uno de los departamentos con potencial minero más importante: tiene 49 proyectos en exploración y 15 unidades en operación. Es la quinta región más importante en producción de cobre, primero se encuentra Ancash, Arequipa, Moquegua y Tacna. La minería representa el 13% del PBI regional.

Entre los proyectos en cartera destaca el de Xstrata Tintaya, Antapaccay, el cual iniciará sus operaciones en el 2011 e invertirá US\$ 1300 millones. Asimismo, está el proyecto de Compañía Minera Quechua (de Pan Pacific Copper Corporation y Nippon Mining), el cual se prevé que empezará a operar en el 2013, tras una inversión de US\$ 490 millones. Norsemont Perú tiene estimado invertir en el transcurso del año 2011 US\$ 846 millones para su proyecto Constancia (cobre).

REFERENCIAS

Acosta et al. (2009) - Memoria Mapa Metalogenético del Perú 2009. INGEMMET. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos. Programa de Metalogenia; 17p.

Audebaud E. (1973) - Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani. *INGEMMET, Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 25-A, 72 p.*

Cárdenas J., Carlotto V., Chávez R., Gil W., (1996) - Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol.65, 245 p.*

Cárdenas J., Carlotto V., Jaimes F., Romero D., & Valdivia W. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 89-A, 215 p.*

Cárdenas J., Carlotto V., Romero D., Tintaya D., Valdivia W. (1999) - Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machu Picchu. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, Vol.127-A. 320p.*

Chávez A., Cuadros J., Salas G., (1999) -Geología de los cuadrángulos de Quebrada Honda y Parobamba. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, Vol.128-A. 122p.*

De la Cruz N., Larico W., Zapata A. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Timpia, Calangato y Río Providencia. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, Vol.121-A, 224p.*

Mendívil, S. & Dávila, David (1994) - Geología de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 52, 115 p.*

Monge R., Sánchez J., Valencia M. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Llochegua, Río Picha y San Francisco. *INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol.120, 253p.*