



INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

DIRECCION DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE METALOGENIA

PROYECTO GE 33

“METALOGENIA Y GEOLOGÍA ECONÓMICA POR REGIONES”



Arriba. Plaza de armas de Arequipa y volcán Misti. Abajo. Vista Mina Caylloma.

MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LA REGIÓN AREQUIPA

Preparado por:

Jorge ACOSTA, Italo RODRIGUEZ, 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 Arequipa.

La publicación se ha denominado “*Memoria sobre la Geología Económica de la Región Arequipa*”, 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 Arequipa. 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; con la colaboración del Ing. Alexander Santisteban; contribuyen a mantener la difusión de las principales actividades mineras, en beneficio y apoyo al desarrollo sostenible de la región Arequipa.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	3
1.1. Ubicación y Accesibilidad	3
1.2. Geomorfología.....	3
CAPÍTULO II: MARCO GEOLÓGICO	7
2.1. Unidades Litoestratigráficas.....	7
2.2. Rocas Intrusivas	16
CAPÍTULO III: GEOLOGÍA ECONÓMICA	19
3.1. Principales Depósitos Minerales.....	19
3.2. Franjas Metalogenéticas	35
3.3. Producción y Reservas Metálicas	38
3.4. Actividad Minera	40
REFERENCIAS	42

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Ubicación y accesibilidad

La Región Arequipa se ubica en el extremo sur de la República del Perú. La ciudad de Arequipa, capital del Departamento de Arequipa, suroeste del Perú; situada a una altitud de 2.335 msnm. (Figura 1.1) Es un enclave interandino distante del litoral del Pacífico en unos setenta kilómetros.

La ciudad del Tacna es accesible por:

- A 1,000 km al sur de Lima siguiendo la Panamericana Sur Carretera asfaltada Lima – Arequipa.
- Vía aérea por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chavez"

El clima de Arequipa es templado, desértico y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima es 22.2°C y 7.0°C, respectivamente.

1.2. Geomorfología

FAJA LITORAL

Entre la ribera del mar y la base de la escarpa longitudinal, hay una faja estrecha de terreno de suave declive hacia el mar que se halla cubierta por detritos de talud y materiales eólicos. El ancho de esta faja disminuye gradualmente de Noroeste a Sureste.

Dentro de esta unidad la línea de costa está formada esencialmente por acantilados que en muchos casos sobrepasan los 80 m. de altura. Además se caracteriza por una sucesión de pequeñas ensenadas, puntas y formas intermedias.

CORDILLERA DE LA COSTA

Paralelo al litoral se extiende una faja de terreno elevado y ligeramente montañoso al que generalmente conocemos con la denominación de Cordillera de la Costa.

El macizo montañoso culmina en una vieja superficie de erosión. La cima de algunos cerros se muestra horizontal, como si hubieran sido cortados por un cuchillo, pero en su mayor parte dicha superficie se encuentra modificada a una topografía caracterizada por suaves colinas onduladas. A lo largo de los bordes septentrional y meridional de esta Cordillera se presentan grandes escarpas, que en el segundo caso, a menudo terminan abruptamente en el mar, formando acantilados bien pronunciados y continuos.

MESETA COSTANERA

La superficie que se extiende al Norte de la Cordillera de la Costa es una llanura a más de 1200 metros sobre el nivel del mar que muestra una suave inclinación hacia el Sur.

Esta Meseta se encuentra cortada por quebradas profundas como son la de Ocoña, Pescadores y Los Chamos. Fuera de estas quebradas, en la superficie de la Meseta, solamente se presentan suaves cubetas topográficas rodeadas por colinas de poca altura y por lo demás el paisaje es desértico.

TERRAZAS MARINAS

Estas terrazas se encuentran sobre una altura comprendida entre los 50 y los 200 m.s.n.m. Dichas terrazas de origen submarino tienen un relieve suave, con pequeñas elevaciones que se destacan dentro del área. Constituyen un relieve escalonado en el flanco occidental de la Cordillera de la Costa quedando sólo tramos discontinuos debido a su destrucción parcial por la erosión fluvial que actuó en condiciones climáticas muy diferentes a las actuales. Lo que ha quedado de todos estos rasgos geomorfológicos son las superficies de abrasión. Las terrazas de deposición se hallan mayormente destruidas, labor que ha sido facilitada por la topografía abrupta de este sector.

PAMPAS COSTANERAS

Esta unidad geomorfológica se desarrolla entre el flanco oriental de la Cordillera de la Costa y las estribaciones andinas, a altitudes de 1,000 m. a 1,600 m. Tienen un ancho promedio de 40 km y está caracterizada por extensas pampas que ascienden muy suavemente hacia el Noreste. En general este territorio es desértico y sin vegetación.

ESTRIBACIONES ANDINAS

Hacia el Este de las planicies costaneras se aprecia una zona bastante accidentada que pertenece a las estribaciones andinas, es decir, los flancos bajos de la Cordillera Occidental de los Andes.

El paso de las planicies a esta unidad se caracteriza por un fuerte cambio de pendiente. Las estribaciones ascienden hasta altitudes de más de 3,000 m. La superficie general está constituida por cumbres más o menos redondeadas, correspondientes a restos de una superficie madura y está disectada por numerosas quebradas.

ALTIPLANICIE

Es la unidad más extensa que ocupa casi todo la región. Las elevaciones varían entre 4,000 y 4,900 m.s.n.m. la topografía es moderada. También existen pequeños conos volcánicos, así como morrenas y abundantes bofedales; esta unidad geomorfológica se caracteriza por una planicie bien definida y algunos valles de origen glaciar de extensión local.

LADERAS DISECTADAS

Esta unidad está constituida por cadenas de cerros que se alinean con una dirección NO-SE y en ella se hallan comprendidos los valles amplios de Chuquibamba y Pampacolca, que se han desarrollado en fallas regionales.

LOMAS Y ALTAS CUMBRES

Conforman una topografía accidentada de mayores elevaciones que la anterior, las alturas van de 4,500 a 5,300 m.s.n.m. Los macizos más prominentes conforman los cerros Yencca y Jollpa y las altas cumbres de Jallhua, Cerani y Chinchón.

ALTAS CUMBRES

Esta unidad geomorfológica se encuentra distribuida en forma circular, presentando cotas entre: 4,500 y 5,556 m. Las altas cumbres se caracterizan por su topografía agreste con predominio de fuertes pendientes que fueron modeladas por las diferentes etapas de erosión. El relieve se encuentra, fundamentalmente sobre

rocas del Grupo Tacaza y representa las partes más altas de la Cordillera Occidental, que constituyen la Divisoria Continental.

CONOS VOLCÁNICOS

En las partes más altas entre Chuquibamba y Cotahuasi se tiene tres conos volcánicos formando un triángulo, estos conos volcánicos han jugado un papel importante en el desarrollo geomorfológico. Las formas cónicas fueron modificadas por glaciares que descendieron de los casquetes glaciares en forma radial, la morfología es agreste y empinada en la parte central y radialmente disminuye la pendiente.

ZONAS VOLCÁNICAS

La característica fundamental de estas zonas volcánicas, está dada por su modelado. Existen tres formas controladas por la naturaleza litológica, de la roca: La primera, cuyo ejemplo característico es el volcán Cosana, se caracteriza por presentar forma cónica con paredes de unos 30° y mesetas en los alrededores del mismo. La segunda, representada por el cerro Pucará, constituye un “domo-lava” de superficie, ondulada y pendiente suave. El tercer caso es representado por los “domos” cuyo mejor ejemplo son los cerros Chungará que tienen la forma de cuerpos circulares que se asemejan a un globo.

ZONA DE VOLCANES DEL BARROSO

En esta unidad resaltan por encima de las zonas altiplánicas, los aparatos volcánicos del Grupo Barroso los que constituyen las cumbres más altas arriba de los 5,000 m.s.n.m. Los flujos lávicos de estos volcanes al derramarse radialmente sobre las altiplanicies, han formado superficies más o menos horizontales a medida que se alejen del cono volcánico.

Siendo los puntos más altos, tiene climas fríos, conservándose la nieve perpetua y formando nevados que a manera de ríos glaciares bajan acarreado materiales los que actualmente están labrando y puliendo a las rocas del Barroso.

CASQUETE DE NIEVES PERPETUAS

En esta zona, los glaciares se encuentran por encima de los 5,000 m.s.n.m. El control principal de la existencia de los casquetes de nieves es la altitud. Estos nevados son un ejemplo de la relatividad de las condiciones en que se desarrollan los glaciares en el Perú.

VALLES

Esta Unidad geomorfológica es el resultado de las etapas de erosión Valle y Cañón, las que durante su actividad han originado numerosas quebradas, y valles profundos, por donde discurren en forma impetuosa, hacia la costa. Los ríos descienden de la Cordillera Occidental de los Andes, desde una altura de 4,800 m.

VALLES TRANSVERSALES

Los ríos Acarí, Yauca, Chala, Chaparra y Atico que drenan en dirección SSO, han formado valles, los cuales por alcanzar su perfil de equilibrio, han profundizado y ensanchado sus cauces. Este proceso desarrollado en un tiempo relativamente corto, se ha debido a la erosión sobre una superficie en proceso de levantamiento.

VALLES ESTRECHOS O CAÑONES

Esta unidad está constituida por estrechas depresiones que corren como fajas a lo largo de los principales

ríos que bajan al Pacífico, así como a la vertiente atlántica, dando como resultado una profundización de sus cauces.

El cañón más impresionante y que muestra el rasgo más característico de la etapa cañón es el valle del río Chulca (vertiente occidental) el mismo que se forma primero por la unión de los ríos Huarcaya y Cushpa, y luego más abajo el río Janhuayoc, siguiendo un rumbo al Sur.

CAÑÓN DEL MAJES-COLCA

Esta unidad se refiere al gran cañón labrado por el río Colca; que se une con el río Capiza a la altura de Andamayo para formar el río Majes. La importancia del Cañón del Colca como unidad morfológica es la prominente configuración del valle que ha labrado. El cañón alcanza 1,500 m. de profundidad en la localidad de Choco, con ancho a nivel del lecho del río de 100-150 m.

VALLES ANDINOS ABIERTOS

Los valles abiertos se ubican en la parte alta, donde por acción de la erosión glacial han tomado esa forma. Destacan entre ellos, los valles de Cayarani y Santo Tomás.



Figura 1.1.- Mapa de ubicación de la Región Arequipa.

CAPÍTULO II

MARCO GEOLÓGICO

2.1. Unidades litoestratigráficas

En líneas generales, la estratigrafía de la región Arequipa muestra que las rocas sedimentarias del Precámbrico al Cuaternario y sus correspondientes rocas metamórficas, se encuentran alargadas en dirección NE-SO y las rocas intrusivas cretáceas a paleógenas intruyen a las rocas antes mencionadas. (Figura 2.1)

CORDILLERA DE LA COSTA

PRECÁMBRICO

Complejo Basal de la Costa (Precámbrico)

Con esta designación quedan comprendidas rocas metamórficas e intrusivas en la que destacan los gneises, esquistos, dioritas, granitos, anfibolitas, metasedimentos. De acuerdo a algunas dataciones k/Ar y Rb/Sr establecen una edad precámbrica. Se correlacionan con las otras rocas que constituyen el Complejo Basal de la Costa, el Macizo de Arequipa, el Complejo de Lomas, etc.

Formación Chiquerio (Precámbrico superior)

Se describe a una secuencia clástica de origen glacial, mejor expuesta entre Punta Chiquerio y alrededores de San Juan. Litológicamente consiste en paraconglomerados o fangositas guijosas laminadas, constituidas por laminaciones oscuras finas de fangositas, alternadas con delgadas capas de limos y areniscas.

Formación San Juan (Precámbrico superior)

Esta formación sobreyace en discordancia angular al Complejo Basal de la Costa. Litológicamente esta subdividida en 3 miembros principales:

- Miembro inferior: De naturaleza calcárea, empieza gradacionalmente con capas delgadas de esquistos calcáreos de tonos grises y rosados claros con superficies bastante lustrosas, seguidas por potentes estratos de mármoles dolomíticos.
- Miembro intermedio: De naturaleza pelítica transformada a esquistos de bajo grado consiste en una secuencia inferior de esquistos sericíticos gris-blanquecino y una superior clorítica verde-azulada.
- Miembro superior: Consiste en calizas dolomíticas blanco-beige de grano fino, deformadas cataclásticamente.

PALEOZOICO INFERIOR

Formación Marcona (Ordovícico)

Secuencia calcárea pre Mesozoica constituida por conglomerado basal cubierto por calizas silicificadas, hacia las porciones intermedias, hay notables interposiciones de cuarcitas gris oscuras y delgadas capas de esquistos cloritosos parcialmente limonitizados. Se desconocen las secciones superiores de la formación, el espesor de la Formación Marcona se estima en 1500m.

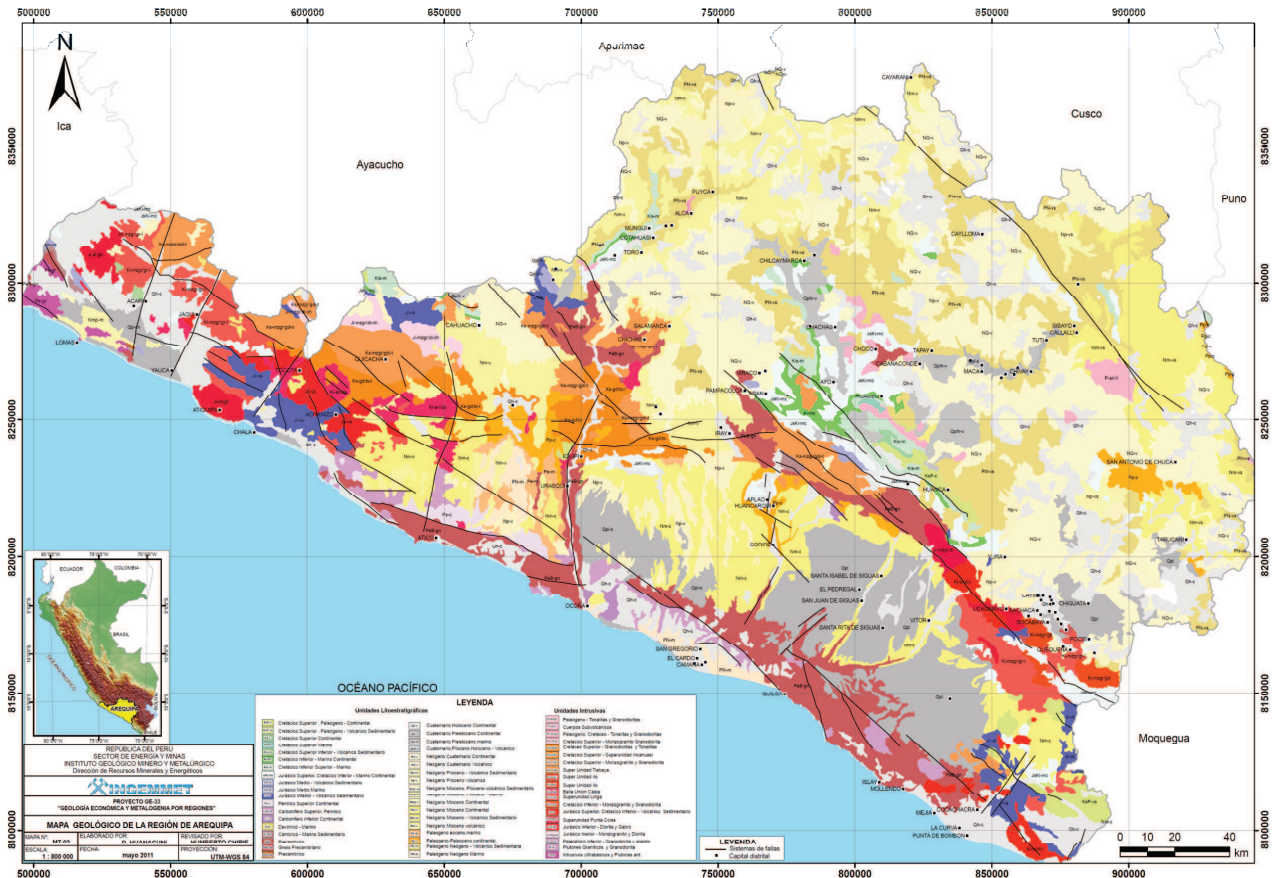


Figura 2.1.- Mapa geológico de la Región Arequipa.

Formación Toran (Devónico inferior a medio)

Secuencia de rocas sedimentarias, consiste de areniscas rojizas, areniscas y lutitas gris verdosas y conglomerado de base. En esta formación se han identificado fósiles como *Mesoconularia ulrichana*, *Paleoneilo cf. Pondeana*, *Tentaculites jaculus*, los cuales corresponden al Devónico inferior a medio (Ahlfeld, F., 1960).

Grupo Ambo (Missisipiano)

Newell (1953), denomina así a una serie de rocas sedimentarias: lutitas fosilíferas, gris oscuro, areniscas y conglomerados de color rojizo y verdoso. Se sabe que existe una flora fósil similar a la flora descrita en Paracas, por esta razón, y teniendo en cuenta la litología común entre los dos sectores y correlacionándolos con los depósitos del Grupo Ambo de los Andes Centrales, a esta unidad se le asigna un edad Missisipiana.

Formación Tarma (Pensilvaniano)

Está constituido por calizas grises fosilíferas con intercalaciones en la base de areniscas verdosas y rojizas, el espesor de la Formación Tarma se estima entre 1200 a 1350 metros. Los especímenes determinantes

corresponden al Pensilvaniano. Estas rocas corresponden a las formaciones de igual cronología, estudiadas en los cerros Amotapes en el Perú Central y en Ocoña

Formación Mitu (Permiano)

Mac Laughlin (1924) denominó Formación Mitu a una alternancia de conglomerados arenosos y areniscas rojizas y grises, arcosas, hasta brechoides de color marrón, rojizo y verdoso.

En esta formación no se han encontrado fósiles y por estar suprayacente al Complejo basal e infrayacentes a rocas terciarias, no se podría tener una idea muy clara sobre su edad exacta, en cambio, por su similitud litológica, y más aún, por no haber solución de continuidad con la Formación Mitu, identificada en el cuadrángulo de Atico, donde se le ha asignado una edad Permiana; se le correlaciona con ella y con las mismas facies descritas con el mismo nombre en diferentes partes de los Andes Peruanos.

MESOZOICO

Volcánico Chocolate (Jurásico inferior -Liásico superior)

Con esta denominación estratigráfica Jenks (1948) describe una secuencia de rocas volcánicas compuestas de derrames de andesita, basalto, traquita, tobas y aglomerados con algunas intercalaciones de lutitas, cuarcitas, calizas y calcáreos de arrecife. Aflora al NO del Cuadrángulo de Arequipa en área de relativa poca extensión. Yace en discordancia angular sobre el Complejo Basal de la Costa y bajo la Formación Socosani y Grupo Yura también con discordancia angular. Forma relieves suaves

Se puede correlacionar con la Formación Cuya del norte de Iquique (Chile), donde Ceccioni y García (1960) han descrito una secuencia de 1270 metros de brechas y lavas porfíricas intercaladas con lutitas negras subyacentes a rocas marinas del Calloviano.

Grupo Yura (Jurásico superior – Cretácico inferior)

Wilson y García (1962) le dieron el rango de grupo a lo que Jenks (1948) denominó como Formación Yura, está constituido por calizas grises y amarillas intercaladas con areniscas grises y lutitas que encuentran atravesadas por pequeños cuerpos de andesita gris de grano fino y por un granito que ha metamorfozeado la caliza dando lugar a la formación de granate. Los fósiles encontrados tanto de fauna y flora nos indican que esta unidad se depositó en un lapso que va desde Titoniano hasta el Neocomiano. Aflora al NO de la ciudad de Arequipa, sobreyace en discordancia erosional a la Formación Socosani. Conjunto sedimentario, dividido en cinco miembros: Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani.

A.- Miembro Puente: Este miembro es equivalente a la Fm. Salto del Fraile en el área de Lima. Consiste de areniscas en su mayoría cuarcíticas en estratos delgados y gruesos intercalados. Los estratos delgados muestran coloración pardusca, y son más finos. Las areniscas en estratos gruesos son de color gris claro a veces beige o amarillenta y son grano medio a grueso. Existen también niveles de lutitas negras, algunas de ellas nodulares. Los estratos tienen una orientación N50°, 30° NO.

B.- Miembro Cachíos: Compuesto principalmente de lutitas gris oscuras intercaladas con lutitas gris claro a beige, con algunos niveles delgados de areniscas marrones. Presentan algunos diques clásticos y olistolitos.

C.- Miembro Labra: Afloran en la Reserva Nacional Salinas y Aguada Blanca. La secuencia está compuesta principalmente por areniscas cuarzosas con algunos niveles delgados de lutitas. Areniscas compactas muestran estratificación cruzada y son granos decrecientes. Los estratos tienen una orientación: N322°, 15° SO. En las cercanías de Chivay afloran en algunos sectores pequeños afloramientos del Grupo Yura y muestra zonas de cizalla.

D.- Miembro Gramadal: V. Benavides (1962) lo denomina caliza Gramadal y anota que anteriormente habían sido identificadas por W. Jenks. Este miembro está integrado esencialmente por bancos de calizas arrecifales y se caracterizan por su gran contenido fosilífero y areniscas de cuarzo.

E.- Miembro Hualhuani: W. Jenks (1948) describió a esta unidad como Cuarcita de Hualhuani; posteriormente V. Benavides (1962) la denominó cuarcita Hualhuani, se caracteriza por estar constituido de areniscas de cuarzo y cuarcitas

Grupo Yamayo (Jurásico inferior -Triásico inferior)

Esta denominación fue empleada por Bellido y Guevara (1962) para describir a areniscas y areniscas arcóscas rojizas, grises y verdosas, con intercalaciones de cuarcitas blancas, limonitas grises y derrames andesíticos. Contiene fósiles inidentificables. En la parte baja se presentan areniscas arcóscas gruesas o conglomerado basal. La unidad se correlaciona con la Formación Machani de Pachía y Palca (Wilson y García, 1962) y con las lutitas y areniscas con restos de plantas descritas por Narváez (1964) como grupo Tamayo en el valle de Osmore del cuadrángulo de Ilo.

Formación Socosani (Jurásico inferior y Cretáceo inferior)

Fue descrita por Jenks (1948), su litología está constituida por calizas, andesitas, areniscas y pizarras gris oscuras. Se han recolectado fósiles que tienen un rango amplio entre Jurásico inferior y Cretáceo inferior. Esta formación se correlaciona con las formaciones Chunumayo, Cercapuquio y Condorsinga del Perú Central.

Formación Yuncachaca (Bajoniano)

Con este nombre se reconoce a una secuencia volcánico-clástica esta compuesto por areniscas calcarenitas y lutitas intercaladas con volcánicos y andesitas.

Formación Guaneros (Jurásico inferior - Calloviano)

Se describe a una secuencia litológica de clásticos marinos, formados por areniscas y lutitas intercaladas con gruesos miembros volcánicos consistentes en derrames y brecha.

La Formación Guaneros corresponde a una parte de la llamada Formación Porfírica (intercalación de sedimentarias marinas con volcánicos básicos) de edad jurásica.

Formación Río Grande

Con este nombre se designa a la mayor parte de las unidades volcánico-sedimentarias que se exponen en la faja costanera del departamento Ica y que se prolongan hasta los alrededores de Ocoña (Ruegg, 1962), así como en el frente andino, esta comprendido por conglomerado basal polimíctico, calizas grises-violáceas y areniscas calcáreas en bancos medianos con abundantes restos de corales alternancia de lutitas rojas y flujos lávicos, tobas y cenizas redepositadas con calizas dacíticas blancas y traquíttas porfíricas anaranjadas, lavas brechadas abirragadas y lutitas rojas asociadas a bancos delgados de caliza, mas al sureste predominan las rocas volcánicas.

La Formación Río Grande, pese a su enorme potencia contiene pocos fósiles diagnósticos, en el cuadrángulo de Palpa W. García, encontró entre los horizontes basales de la Formación Río Grande el fósil Reineckeia, que es guía del Calloviano, razón por la cual a esta formación se le considera como perteneciente a los pisos Calloviano y Oxfordiano, se correlaciona con sus similares de Nazca e Ica, con los miembros Puente y Cachíos del Grupo Yura y con la Formación Guaneros de Arequipa y Moquegua.

Formación Jahuay (Titoniano superior-inferior)

La Formación Jahuay consiste en un aglomerados volcánicos con inclusiones de litoclastos redondeados y angulosos, en la parte inferior, compuesta mayormente por derrames lávicos en forma de brechas laminadas, interpuestas con flujos afanítica verdes e interrumpidas por sills y andesita porfirítica. La sección superior es sedimentaria, secuencia mayormente arenácea con calizas fosilíferas.

Formación Yauca (Neocomiano-Valanginiano)

Se denomina así a una secuencia de rocas sedimentarias abirragadas. Litológicamente consiste en alternancias de lutitas y limonitas en capas delgadas con colores violáceos. Durante su investigación no se han encontrado fósiles que permitan dar una edad precisa. En Sahuancari se ha obtenido una flora bien conservada que indican rangos verticales entre el Jurásico y el Cretáceo inferior. Teniendo en cuenta que la Formación Yauca es post-Titoniana, y que en el Perú la Weichselia es abundante en el Neocomiano, se le asigna esta edad. Además, W. García, recolecto fósiles que dan una edad Valanginiana para capas similares en el cuadrángulo de Nazca.

Formación Copara (Aptiano-Albiano inferior)

Serie clástica sub-horizontal, se encuentra mejor expuesta en los alrededores de los cerros Copara. La secuencia se inicia con conglomerados de rocas volcánicas, areniscas feldespáticas, lutitas rojas en capas delgadas acompañados de flujos lávicos brechosos. La secuencia continua con una acumulación gruesa de aglomerados y flujos brechosos para finalmente terminar en un volcánico-intrusivo de grandes dimensiones, al que se le asigna como volcánico intrusivo Bella Unión. El espesor de la formación se estima en 1000m. La Formación Copara se correlaciona en parte con las formaciones Cachuas y Farrat del norte, y con la Formación Murco y el volcánico Matalaque del sur del Perú.

Formación Murco (Aptiano)

Compuesta principalmente por areniscas blancas, grises y rojizas de grano fino y limonitas verdes con capas de yeso. A esta formación se le asigna una edad Aptiana. Es equivalente a los afloramientos de la formación Murco del área Arequipa descritos por Jenks (1948); así como también de las formaciones Huancané de la región Titicaca, Farrat y del Grupo Goyllarisquizga del Norte y Centro del Perú.

Formación Arcurquina

Conjunto de calizas grises que afloran en los valles adyacentes al cerro.

- Miembro Aguas Verdes
- Miembro Arenizo

Formación Chilcane (Cenomaniano inferior-Turoniana)

V. Benavides (1962) considero como Formación Chilcane a unos depósitos que se hallan circunscritos al núcleo de un sinclinal de la Formación Arcurquina. Estos depósitos son de yeso son de color blanco, tintes rojizos y verdosos, se presentan discontinuos y con volúmenes irregulares a lo largo de la estructura.

Grupo Toquepala

Litológicamente consiste en derrames y piroclásticos andesíticos de color marrón, púrpura o verde, con matices pardos en la parte inferior; hacia arriba continúan principalmente dacitas y riolitas de color gris, chocolate, rosado, violeta, etc., de textura porfírica.

CENOZOICO

Formación Huanca

Formada por areniscas arcósicas, contienen lentes e intercalaciones de conglomerados, los conglomerados ocupan la mayor parte del afloramiento, intrusivos muy alterados y en menor proporción calizas y cherts, no se ha medido su grosor, por no haberse hallado una buena exposición. Esta formación carece de fósiles, no es posible establecer su edad precisa, pero por sus relaciones estratigráficas y composición, la considera equivalente a la Formación Puno del Terciario inferior.

Formación Sotillo (Mioceno superior-Oligoceno)

De acuerdo a su litología fue dividido en dos miembros: - Miembro Inferior: Consiste de lutitas arcillosas, en parte bentonitas. Se intercalan con capas de yeso cristalizado o fibroso.

Miembro Superior: Constituido por areniscas arcósicas y algunas tobáceas. Se presentan intercaladas con depósitos lenticulares de conglomerado y capas delgadas de lutitas.

La ausencia de fósiles de esta formación no nos permite precisar su edad. Se le asigna una edad comprendida entre el Mioceno superior y el Oligoceno y probablemente hasta el Eoceno Superior.

Formación Paracas (Eoceno superior)

Esta formación comprende un conjunto de rocas sedimentarias subhorizontales de gran extensión, cubriendo la peneplanicie formada por rocas del paleozoico superior. La secuencia litológica se puede dividir en tres miembros, desde la base hacia arriba, a saber: conglomerado, arenisca tobácea y en la parte de arriba, bancos calcáreos de coquina.

Especímenes reconocidos; Turritela WoodiLISSON, Pseudoliva Parinasensis var. Samanica OLSSON de origen marino aproximadamente dan una edad eocénica superior.

Formación Camaná (Oligoceno medio a Mioceno superior)

La litología observada en esta formación consiste de areniscas friables de color gris y de grano medio, intercaladas con algunas capas de conglomerados y en mayor proporción de arcillas, lutitas y lodolitas de estratificación delgada. A menudo se observan lentes de yeso, incrustaciones y eflorescencias salinas y en algunos sitios afloran pequeñas manchas ferruginosas.

Formación Para (Oligoceno)

Esta formación expone una secuencia de rocas sedimentarias intercaladas con piroclastos. Constituido por una intercalación de areniscas tobáceas de grano fino, blancas y verdes, areniscas y lutitas grises, limonitas amarillas. Los restos de tallos encontrados dentro de las limonitas no han permitido precisar la edad de la formación, tentativamente se le considera una edad Oligocena. Se correlaciona con la Formación Quemillone del cuadrángulo de Ichuña y a parte del Grupo Puno del Altiplano.

Grupo Tacaza (Oligoceno)

Aflora al NO del Cuadrángulo de Arequipa cubriendo una gran área, sobreyace al Grupo Yura en el área visitada y forma superficies suaves. (Figura 2.2)

El conjunto litológico, predominantemente volcánico, se ha dividido en 3 unidades:

-Unidad Inferior (sedimentaria): consiste de bancos gruesos de conglomerados alternados con capas de arenisca tobácea.

-Unidad Media: integrada principalmente por tobas brechoides.

-Unidad Superior: representada por derrames gris oscuro.

La edad del grupo Tacaza estaría comprendida en el terciario medio; correlacionándosele con el grupo Tacaza del departamento de Puno (Newell, 1949)

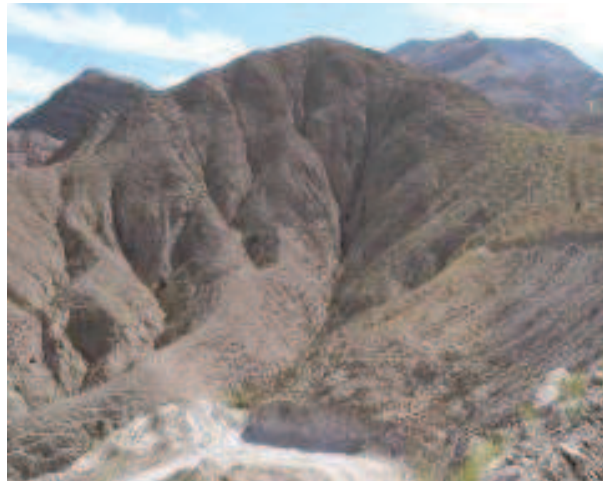


Figura 2.2.- Grupo Tacaza. Alrededores de Yura, cubriendo rocas mesozoicas.

Formación Pisco (Mioceno superior)

Nombre dado por J. Adams (1906) en la hoja de Ocoña. Litológicamente esta constituido por arenas grises, feldespáticas con pequeños lentes de conglomerados, arenas tobáceas e intercalaciones de arcillitas y capas de yeso. En base a los fósiles encontrados, a esta formación se le asigna una edad Miocénica, pudiendo corresponder al Mioceno superior, se le correlaciona con la Formación Pisco del departamento de Ica.

Formación Moquegua (Mioceno-Plioceno)

Corresponde a una litología muy variable principalmente en su parte superior, compuesto por un conglomerado arenoso con una matriz areno-tobácea, constituidos por rodados de granito, granodiorita, areniscas y lavas. El origen de esta formación es continental y carente de material fosilífero, desde el punto de vista estratigráfico y litológico corresponden a una edad que varía posiblemente desde el Mioceno al Plioceno y probablemente hasta el Pleistoceno.

Formación Millo (Plioceno inferior a medio)

Se describe a un conjunto estratigráfico que consiste de conglomerados moderadamente consolidados, areniscas tobáceas y lentes retrabajados, el grosor medio de esta formación se estima en 60m. En esta formación la ausencia de fósiles no permite precisar su edad, por lo que tentativamente se le considera del Plioceno inferior a medio y se le correlaciona, en parte con la Formación Maure (S. Mendivil, 1965).

Volcánico Sencca (Neógeno superior)

En el cuadrángulo de Arequipa aflora esta formación sobreyaciendo en discordancia erosional al Volcánico Millo. Sobreyacen también al Grupo Yura (Jurásico – Cretácico) y a la Formación Capillune al norte del Volcán Misti. La morfología que forman estos depósitos es de pendiente suave y poca elevación cubriendo paleo valles y rellenando quebradas. También forman paisajes interesantes con disyunción cónica. Se le asigna, tentativamente, una edad Pliocena media a superior. Consiste de depósitos piroclásticos tobáceos, se diferencian dos tipos según su coloración: Tobas blancas compactas infra yaciendo a tobas de salmón. (Figura 2.3)



Figura 2.3.- Izquierda: Toba blanca, con presencia de líticos (pumita) oscuros, de diferentes tamaños (mm – cm). El contenido mineral es de biotita, cuarzo, plagioclasa (andesina). Derecha: Quebrada Añashuayco, tobas blancas con disyunción columnar infrayaciendo a tobas Salmón.

Formación Capillune (Plioceno medio)

Aflora solamente en el Cuadrángulo de Characato y consiste de una secuencia grano creciente de areniscas gris claro a beige y blanco de origen volcánico (Figura 2.4). Pertenecen a un ambiente de sedimentación lacustre. La mineralogía consiste de: Biotita, plagioclasa y cuarzo en menor proporción. La falta de fósiles no permite precisar la edad de esta formación, pero basados en que descansa sobre el volcánico Sencca del plioceno medio y esta debajo del Grupo Barroso del Plio-Pleistoceno, se le considera del Plioceno superior.

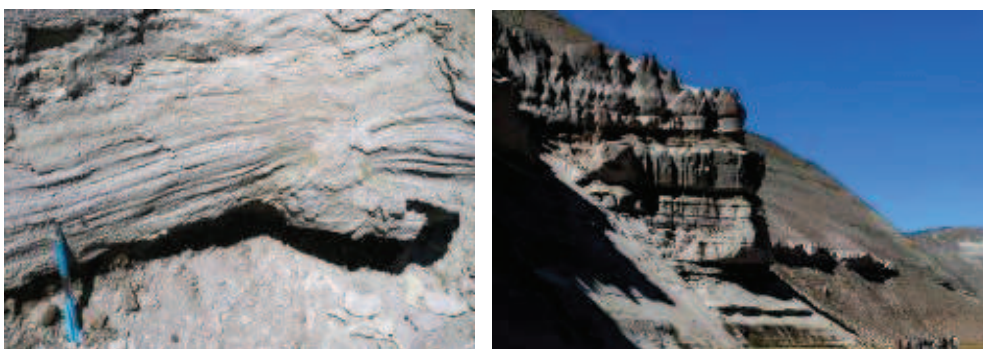


Figura 2.4.- Izquierda: Areniscas blancas con estratificación cruzada. Derecha: Tobas con disyunción cónica sobre la

Fm. Capillune. Reserva Nacional Salinas y Aguada.

Cuaternario

Volcánico Barroso (Pleistoceno)

Aflora en los alrededores del Volcán Misti y en el Cuadrángulo de Chivay. En forma de domos lava. Se observa estrujamientos en las paredes de los afloramientos. La composición dacítica a andesítica. (Figura 2.5)

Depósitos piroclásticos recientes (Holoceno)

Depósitos del Volcán Pichu Pichu

El Volcán Pichu Pichu ha tenido actividad y sus depósitos han sido formados desde hace 6 Ma. Tienen un espesor de más de 40 metros y forman montículos.

Estos depósitos han sido formados por diferentes tipos de eventos volcánicos, tanto explosivos y efusivos, son en su mayoría avalanchas de escombros polimícticas, siendo algunas de bloques grandes y otras de material fino. (Figura 2.5)



Figura 2.5.- Izquierda: Domo lava con estrías de estrujamiento, Valle del Colca. Derecha: Avalancha de escombros.

Depósitos del Volcán Chachani

Este volcán ha estado en actividad desde hace 1 Ma.

Depósitos del Volcán Misti

El Volcán Misti ha estado en actividad desde hace 800 000 años. El 60% de las lavas que ha expulsado el volcán Misti son de composición andesítica y el otro porcentaje son dacíticos. Según estudios la cámara magmática se ubica a unos 15 y 19 Km de profundidad.

Los depósitos lávicos y piroclásticos dejados por el volcán Misti han sido divididos en los siguientes grupos:

Misti I (800 000 – 120 000 años): Lavas andesíticas.

Misti II (120 000 – 40 000 años): Depósitos piroclásticos y domos.

Misti III (38 000 – 11 000 años): Ignimbritas, lapilli y pómez. Evento solo de expulsión de material piroclástico.

Misti IV (< 11 000 años): Compuesto por tobas. Tiene un espesor variable en promedio de 80 metros.

2.2. Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas en la región Arequipa, presentan mayores exposiciones en los cuadrángulos de Jaquí y Chaparra. Las rocas intrusivas han sido diferenciadas teniendo en cuenta en primer término la cronología y en segundo el nivel de emplazamiento. Según el primer criterio, se reconocen intrusivos paleozoicos (por lo menos Pre-Carboníferos) e intrusivos andinos (Mesozoico-Cenozoicos); según el segundo criterio, los últimos comprenden rocas hipabisales y rocas plutónicas.

INTRUSIVOS DEL BASAMENTO

Bajo esta categoría se han diferenciado, a las rocas plutónicas más antiguas, las mismas que se encuentran especialmente asociadas a las series metamórficas del Complejo Basal de la Costa y que en algunos casos infrayacen en discordancia al Carbonífero. Para separarlos de los intrusivos andinos, se ha tenido en cuenta también que no corresponden petrográficamente a las super-unidades del Batolito de la Costa.

Gabros

La ocurrencia de stocks de gabro se ha reconocido en la esquina SE del cuadrángulo de Jaquí. En ambos casos intruyen a gneises del Complejo Basal de la Costa, pero el primero está intruido a su vez por un granito del basamento. Edad de Emplazamiento.- Los gabros y granitos del basamento, todavía no cuenta con una edad precisada; por estar vinculados a los gneises, podrían tratarse de intrusivos precambrianos pero no se descarta la posibilidad de tratarse de plutones del Paleozoico inferior.

Granitos

Varios cuerpos de granitos del basamento han sido cartografiados y diferenciados como tales, por estar relacionados con las rocas metamórficas del Complejo Basal y por no estar asociadas con los plutones del Batolito de la Costa. Así, tenemos tres cuerpos de granitos en el cuadrángulo de Jaquí. En el cuadrángulo de Chala, se encuentran dos granitos antiguos, donde el intrusivo granítico que se encuentra en Puerto Viejo, intruye al complejo Precambriano y subyace discordantemente al Grupo Ambo. También se observan granitos en los cuadrángulos de Chaparra y Atico.

INTRUSIVOS ANDINOS

El magmatismo andino se inició en el Triásico y culminó en el Cuaternario, como efecto de fusión en la zona de convergencia (zona de Benioff) entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca.

Uno de los productos de esta interrelación fue la acción intrusiva sub-volcánica que dio lugar al emplazamiento de considerables volúmenes de cuerpos hipabisales, que en el presente informe se le denomina Complejo Bella Unión por haber sido ya reconocidos en la localidad homónima del cuadrángulo de Acarí (Caldas, 1978). En cuanto a las rocas plutónicas, gran parte de estas corresponden al Segmento Arequipa del Batolito de la Costa (Cobbing et. al., 1977). El Segmento Arequipa está compuesto por las siguientes superunidades: gabro Patap, monzodiorita-granodiorita Linga, tonalita Pampahuasi, monzodiorita Incahuasi y tonalita-granodiorita Tiabaya (Cobbing, 1980).

Rocas Hipabisales

Complejo Bella Unión

La denominación corresponde a J.Caldas (1978), al describir un enorme volumen de rocas sub-volcánicas, que en la localidad de Bella Unión (cuadrángulo de Acarí), donde intruyen a formaciones del Cretáceo inferior.

En el área de estudio, el Complejo Bella Unión ocupa una faja continua e intermedia del cuadrángulo de Chaparra, con un rumbo que varía de EO a NO-SE y se prolonga en solución de continuidad a los cuadrángulos de Chala y Jaquí pero limitado marginalmente por grandes lineamientos estructurales, que probablemente controlaron su emplazamiento; intruye a formaciones del Jurásico y Cretáceo inferior. Litológicamente, el Complejo Bella Unión es muy variado, pero la roca predominante es una brecha de intrusión de naturaleza andesítica o dacítica, en grandes bloques angulosos. Este tipo de rocas están intruídas a su vez por innumerables diques de andesitas porfíricas formando verdaderos enjambres.

Rocas Plutónicas

Gabros

Entre las super-unidades petrográficas del Segmento Arequipa, los gabros integrados con las gabrodioritas y dioritas básicas, corresponden a las intrusiones precursoras del plutonismo batolítico, pues ellos se encuentran en remanentes marginales o techos colgantes dentro de las grandes super-unidades tonalítico-granodioríticas, por lo que en muchos casos exhiben un carácter hornfésico. Edad de Emplazamiento.- Los gabros, gabrodioritas y dioritas básicas son las rocas más antiguas de este segmento batolítico, y una datación radiométrica indica haberse emplazado hace 102 Ma, que además por tener el mismo carácter litológico que la Super-unidad Patap del Segmento Lima (Pitcher, 1978), hace que ambos segmentos tengan sus gabros precursores equivalentes y contemporáneos.

Super-unidad Linga

La Super-unidad Linga, después de los gabros y gabrodioritas primarias, corresponde a los emplazamientos más antiguos del Segmento Arequipa. La litología predominante de la Super-unidad es la monzonita, pero tiene variaciones internas, aún con contactos definidos y discordantes entre el monzogabro, monzodiorita, tonalita, granodiorita, monzogranito y el granito. En el sector de Atiquipa (cuadrángulo de Chala), dicha Super-unidad es algo más básica variando entre el monzogabro y la meladiorita, pero en el sector central que ha sufrido un metasomatismo potásico varía a una monzonita cuarcifera y en casos extremos a un granito. Dentro de los plutones del Segmento Arequipa, la Super-unidad Linga es muy importante, puesto que a su emplazamiento estuvo asociada la mineralización de soluciones de cobre y en segundo término de hierro (Agar, 1978), a este mismo plutón, en el cuadrángulo de Acarí, donde se le denomina Monzonita Cobrepampa (Caldas, 1978) está estrechamente vinculado un sistema de vetas de cobre. Edad de Emplazamiento.- Después de los gabros precursores, la Super-unidad Linga corresponde a las intrusiones más antiguas del Segmento Arequipa. Las dataciones radiométricas indican una edad de emplazamiento de 97 MA (Cobbing, 1979), por tanto es algo más joven que la Super-unidad Paccho del Segmento Lima (Pitcher, 1978).

Super-unidad Incahuasi

La Super-unidad Incahuasi está compuesta por grandes cuerpos intrusivos (gabrodiorita y granito), que en ciertas áreas corresponde al mayor volumen del batolito (Cobbing, 1979). Edad de Emplazamiento.- La Super-unidad Incahuasi ocupa un tercer lugar en el tiempo de intrusión del Segmento Arequipa. Dataciones radiométricas sobre rocas de esta Super-unidad en el río Pisco indican una edad de 95-80 MA., resultando contemporáneo a la Super-unidad Pampahuasi (Cobbing, 1979), coetáneos a la Super-unidad Paccho y a las unidades más tempranas de la Super-unidad Santa Rosa (Pitcher, 1978).

Super-unidad Tiabaya

La Super-unidad Tiabaya corresponde a la secuencia final de intrusión del Batolito de la Costa y tiene la particularidad, en forma general, de haberse emplazado a lo largo de una faja central y longitudinal, limitada en el SO por la Super-unidad Linga y en el NE por la Super-unidad Incahuasi; corresponde a la secuencia de mayor volumen en esta porción del Segmento Arequipa. Litológicamente, la Super-unidad Tiabaya se halla compuesta por tres grupos de rocas, productos de una cristalización fraccionada de máfico a félsico. Edad de Emplazamiento.- La Super-unidad Tiabaya está conformada por los plutones más jóvenes del Segmento Arequipa y las dataciones radiométricas indican una edad de intrusión de 80 MA (Cobbing, 1979) que permite correlacionarla con la facies tonalítico-granodiorítica temprana de la Super-unidad Santa Rosa del Segmento Lima. Las dataciones radiométricas han puesto en evidencia que aunque los segmentos Lima y Arequipa iniciaron su desarrollo contemporáneamente, la duración del plutonismo no fue igual, pues mientras para el primero fue de cerca de 70 MA, para el segundo fue de sólo 20 MA (Cobbing, 1979).

Complejo Santa Rita

Se da esta denominación a un complejo de rocas, producto del metamorfismo de contacto desarrollados por la intrusión batolítica. Este tipo de rocas se encuentran mejor desarrolladas en el sector occidental del cuadrángulo de Jaquí, comprendiendo una faja N45°O. El metamorfismo se produjo sobre rocas sedimentarias, volcánicas, microgabros y dioritas precursoras, por la intrusión de la Superunidad Linga y Tiabaya, de modo que se encuentran como techos colgantes.

Intrusivos de Paleógeno-Neógeno

En el cuadrángulo de Coracora y nororiental del Cuadrángulo de Chaparra, se tiene una alineación de stocks plutónicos, que por sus características petrográficas se consideran, que no pertenecen al Batolito de la Costa, sino que por ser más jóvenes corresponderían a un plutonismo del Paleógeno-Neógeno. En general, dichos stocks consisten en cuerpos de gabro-diorita y granodiorita-tonalita y evidentemente son más jóvenes que la Superunidad Tiabaya del Batolito de la Costa. La edad probable de emplazamiento puede haber sido a fines del Cretáceo.

CAPÍTULO III

GEOLOGÍA ECONÓMICA

3.1. Principales depósitos minerales

3.1.1. Operaciones mineras activas y cerradas

ARCATA

El yacimiento minero de Arcata, ubicado a 180 km al NO de Arequipa, en la provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. Ubicado en las coordenadas UTM 786089E y 8341942N. Es un depósito epitermal de baja sulfuración Au-Ag (tipo adularia-sericita). Los yacimientos de Arcata ocurren dentro de la amplia faja de rocas volcánicas cenozoicas del sur del Perú. La geometría del depósito esta compuesta por grupo de Vetas: Vetas Tres Reyes, Vetas Alta y Baja y Vetas Marion-Marciano.

ARES

Se ubica en el distrito de Orcopampa, provincia de Castilla, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 804480E y 8336400N. Es un depósito epitermal de baja sulfuración Au-Ag. Las vetas se emplazan en lavas riolacita. Hasta el año 2008, se tenía una producción acumulada 1998-2008: 753 937 Kgf Ag.

ARIRAHUA

Se ubica en el distrito de Yanaquihua, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 721076E y 8267106N. Es un depósito epitermal de baja sulfuración Au-Ag. Se emplaza en lava riolacita de la formaciones Sencca y Barroso y cortados por intrusivos.

CAYLLOMA

Se ubica en el distrito y provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 192512E y 8319470N. Es un depósito epitermal de baja sulfuración Au-Ag.

El yacimiento se encuentra se encuentra dividido en dos sectores norte y sur por la veta San Cristóbal, una de las estructuras más notables y largas (3.5 km) de Caylloma. El sector norte contiene todas las vetas productivas de plata cuyas longitudes disminuyen gradualmente hacia el norte, siendo la veta del extremo norte Eureka la más corta de todas. El sector sur, con mayor grado de erosión, está constituido por vetas algo irregulares y más pobres en plata, pero con valores más altos de plomo y zinc.

La mineralización de mena ocurre mayormente como clavos mineralizados en ambos extremos de las estructuras de veta, separados por una porción central pobre. La mayoría de estos clavos están aflorando debido a que las vetas de Caylloma han sufrido un mayor grado de erosión vertical que las vetas de Arcata.

CERRO VERDE

Se ubica en el distrito y provincia de Yarabamba, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 226075E y 8168477N.

Es un depósito tipo pórfido de Cu-Mo. Localmente afloran rocas plutónicas y subvolcánicas, genéticamente relacionadas a los depósitos de cobre porfirítico de Cerro Verde y Santa Rosa que conforman el complejo intrusivo conocido como La Caldera. En el área floran gneis, granodioritas, pórfidos de dacita-monzonita y brechas cuarzo-turmalina, estas brechas contienen fragmentos de las distintas litologías. Genéticamente los depósitos están vinculados al emplazamiento de los stocks dacítico de origen hipabisal, la edad asignada a estas rocas es de 60 Ma.

La mineralización esta constituida por calcopirita, molibdenita y pirita; el enriquecimiento supergénico por calcosina y covelina. Esta zona se encuentra cubierta por un potente paquete de minerales lixiviados y limonitas. La edad de la mineralización se considera en el rango de 56 a 59 Ma.

ISHIHUINCA

Se ubica en el distrito y provincia de Caravelí, departamento de Arequipa con coordenadas UTM: 670920E y 8251847N. Es un depósito de Au, Ag, Cu relacionados con intrusivos. El yacimiento minero Ishihuinca, se encuentra ubicado dentro de un batolito granodiorítico, cubierto en la parte superior por rocas volcánicas de edad mas reciente, que han sido erosionadas durante el cuaternario, dejando al descubierto a las rocas ígneas, dentro de las cuales se encuentra el yacimiento.

El yacimiento de Ishihuinca esta constituido por filones originados por fracturas de tensión que fueron rellenadas posteriormente con las soluciones hidrotermales dando lugar a las diferentes vetas.

ORCOPAMPA

Se ubica en el distrito de Orcopampa, provincia de Castilla, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 786861E y 8310049N. Es un depósito epitermal Ag, Au de alta sulfuración. La mineralización argentífera del distrito minero de Orcopampa se caracteriza por vetas emplazadas en rocas volcánicas del grupo Tacaza del mioceno. Las vetas rellenan importantes fallas normales.

Esta mineralización es epitermal de Ag-Au y estaría relacionada genéticamente a las rocas volcánicas dacíticas del complejo Sarpane. Las principales vetas son: Calera, Manto, Santiago E, Santa Rosa, Santiago N, Magaly y Blanca Aseruta. Las vetas Manto y Santa Rosa ya fueron explotadas y Calera está en explotación y exploración.

ORION

Se ubica en el distrito de Atiquipa, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 578619E y 8275062N. Es un depósito de Au relacionados con batolitos.

PAULA

Se ubica en el distrito de Choco, provincia de Castilla, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 805705E y 8278586N. Es un depósito epitermal de baja sulfuración Au-Ag.

PORACOTA

Se ubica en el distrito de Cayarani, provincia de Condesuyo., departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 766670E y 8313837N. Es un depósito epitermal Au-Ag de alta sulfuración.

SAN JUAN DE CHORUNGA

Se ubica en el distrito de Río Grande, provincia de Condesuyo, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 709074E y 8241764N. Es un depósito de Au relacionados con batolitos. Estas estructuras mineralizadas en forma general tienen un orientación principal Oeste-Noroeste, que corresponde a las estructuras de cizalla que corresponden a las estructuras de tensión.

El plutón donde se emplaza la mayor mineralización, es conocido como Super Unidad Incahuasi, constituida por las facies granodiorita-tonalita. La asociación mineralógica es de acuerdo a su importancia: cuarzo-pirita-oro, cuarzo-galena-esfalerita-calcopirita-oro y cuarzo-óxido de manganeso-limonitas-oro, esta última en las zonas de oxidación. Las principales alteraciones observadas en el campo son: alteración potásica, silicificación, epidotización, cloritización, limonitización-hematización y sericitización.

MINA TARRILLO

Las labores se encuentran localizadas a 3.8 km al noroeste de la ciudad de Atiquipa en el distrito del mismo nombre, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Tiene las siguientes coordenadas UTM 569733E y 8256564N, a una altitud de 415 msnm, situada en el cuadrángulo de Chala (32-ñ).

En la zona aflora un cuerpo intrusivo perteneciente a la Superunidad Linga de edad Cretáceo superior, que presenta facies monzoníticas a graníticas (Agar, 1978). En el sector de Atiquipa, la unidad es algo más básica variando entre facies de monzogabro y meladorita, mientras en el sector central, que ha sufrido un metasomatismo potásico, varía a una monzonita cuarcifera y en casos extremos a un granito. En general, este intrusivo presenta una textura inequigranular, plagioclasas tabulares verde pálidas, hornblenda anhedral verde oscura, poca biotita, y feldespato potásico rojo salmón en textura gráfica con cuarzo.

El intrusivo está cortado por estructuras locales como diques de aplita de orientación N240°/72°NO y vetillas de turmalina de orientación N220°/44°NO y N202°/56°NO, que presentan feldespatos potásicos como halo.

Los intrusivos formados principalmente por cuarzo-feldespato potásico-cuarzo con anfíboles presentan un débil magnetismo y en el contacto con los diques se produce una cloritización de los minerales ferromagnesianos. Los intrusivos presentan vetillas de turmalina con halos de feldespato potásico. En labores de interior mina, la roca alterada presenta una asociación magnetita-hornblenda-clorita-epídota. (Figura 3.1)

En los afloramientos, la mineralización está formada por vetas de 0.2 m formadas por especularita-hematita con gangas de cuarzo. Las rocas hospedantes presentan fracturas con malaquita. Sin embargo, en pequeñas labores de interior de mina las vetas están formadas por cuarzo-magnetita-calcopirita, donde la magnetita presenta textura sacaroidea, venillas de cuarzo y calcopirita diseminada y en cúmulos. Otras asociaciones presentan magnetita masiva con calcopirita y pirrotita diseminada.



Figura 3.1.- Arriba: Dique aplítico cortando intrusivo de plagioclasa-feldespató potásico-cuarzo en la parte alta de la Quebrada Tarrillo (izquierda). Arriba: Vetilla de turmalina con halo de feldespató potásico junto con minerales ferromagnesianos alterados a clorita (centro). Arriba: Vetillas de pirita y calcopirita cortando roca alterada con magnetita-hornblenda-clorita-epídota (derecha). Abajo: Labores mineras explotadas artesanalmente con galerías de 1x1.6m en laderas de la Quebrada Tarrillo.

LABORES MINERAS EL CASTILLO

Se trata de un área de explotación artesanal que se encuentra a 0.6 km al suroeste de la ciudad de El Castillo en el distrito de Atiquipa, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Sus coordenadas son: UTM 569357E y 8255157N. Se encuentra a una altitud de 340 msnm, situado en el cuadrángulo de Chala (32-ñ).

Los afloramientos del área corresponden a un cuerpo intrusivo perteneciente a la Super-unidad Linga de edad Cretáceo superior (Agar, 1978). Este intrusivo presenta facies de monzogabro y meladorita en el sector de Atiquipa, mientras en la parte central presenta facies de monzonita cuarcífera y eventualmente granito dado el grado de metasomatismo potásico que ha afectado la unidad. La roca presenta plagioclasas tabulares verde pálidas, hornblenda anhedral verde oscura, poca biotita, y feldespató potásico rojo salmón en

textura gráfica con cuarzo, además las plagioclasas se encuentran frecuentemente zonadas.

La principal estructura en la zona es la falla regional Lagunillas con dirección E-O. También se observan lineamientos de tercer orden con dirección NO. Las vetas siguen estructuras con dirección promedio N036°/72°NO y N100°/60°NE.

La roca hospedante está formada por plagioclasa-feldespato potásico-cuarzo y se altera a arcillas con óxidos de hierro. La mineralización se presenta en una veta de 2 m de ancho formada por magnetita-calcopirita con gangas de cuarzo y tiene una dirección N036°/72°NO. El intrusivo feldespato potásico- plagioclasa -cuarzo que aloja la mineralización presenta vetillas argilizadas con orientaciones de N80°/82°NE, N160°/60°O y N188°/33°NE. En los desmontes se ha podido observar menas de calcopirita-cuprita con malaquita y azurita (UTM 569357E y 8255157N). Otras vetas de 0.3 m con longitudes mayores que 30 m, siguen direcciones de N032°/82°NE y presentan magnetita con óxidos de cobre y cuarzo. Las rocas hospedantes se encuentran alteradas y presentan vetillas de calcita (UTM 569519E y 8254729N). Otras asociaciones encontradas corresponden a calcopirita-cuprita-óxidos de cobre y magnetita-óxidos de cobre con gangas de cuarzo en vetas con dirección media N096°/58°NE (UTM 569172E y 8254586N). (Figuras 3.2, 3.3 y 3.4)



Figura 3.2.- Arriba: Labores mineras a lo largo de la veta NNE/82°NE con mineralización de magnetita con óxidos de cobre y cuarzo. Abajo: Cateo minero en alrededores con intrusivo alterado con venillas argilizadas (izquierda). Mineralización con magnetita-calcopirita-malaquita con óxidos de hierro.

PACA PACA

Estas labores se encuentran localizadas a 4 km al oeste de la ciudad de Huallachi, en el distrito de Quicacha, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Tiene las siguientes coordenadas UTM 646088E y 8278417N, se encuentra a una altitud de 3320 msnm, situado en el cuadrángulo de Chaparra (32-o).



Figura 3.3.- Arriba izquierda: Labores mineras que siguen la veta de magnetita-óxidos de cobre con gangas de cuarzo con dirección N032°/82°NE. Arriba derecha: Vetillas de calcita cortando intrusivo alterado. Abajo izquierda: Veta en interior de mina con óxidos de hierro y cobre. Abajo derecha: Malaquita rellenando fracturas en veta de magnetita.



Figura 3.4.- Arriba: Labores artesanales que siguen la veta con óxidos de cobre con dirección E-O. Abajo: Minerales económicos de cobre, como malaquita-azurita y cuprita, extraídos de las labores.

En el área aflora un cuerpo intrusivo de edad Cretácico superior, que presenta facies de gabro-diorita y granodiorita-tonalita. Este cuerpo presenta una forma elongada de 25 km de largo y 12 km de ancho, intruye en el lado sur oriental a los esquistos del complejo basal de la costa y es cubierto por el volcánico Sencca.

Las facies gabro-dioritas presentan cristales de olivino fracturados y alterados a magnetita, los clinopiroxenos fracturados y alterados a actinolita, las plagioclasas se hallan flexionadas y parcialmente zonadas, y las hornblendas muestran una alteración a clorita y epidota. Las facies granodiorita-tonalita, presentan oligoclasa (50-60%), ortoclasa (18-20%) y cuarzo (12-15%), como minerales accesorios hornblenda (5-10%), biotita (8-10%), y pocas cantidades de minerales opacos y zircón. Las plagioclasas están parcialmente caolinizadas, las ortoclasas en planos anhedrales y poikilíticas y el cuarzo mayormente intersticial, además se observan alteración a epidota, clorita, sericita y arcillas.

La región es dominada por fallas de dirección E-O y N-O que atraviesan la zona de estudio (Díaz, G., 2001). No obstante, el fallamiento local presenta una dirección NE-SO, además en los cerros Sillaccasa y Molles se aprecia un lineamiento pronunciado (López, Tejada 1976).

La mineralización se presenta en vetas de 8 a 20 cm de cuarzo-hematita con halo de feldespato potásico y epidota, vetas de cuarzo-especularita y diseminada con epidota acicular con hábito prismático, cuarzo subhedral, con espacios rellenos de epidota y feldespato potásico (UTM 646088E y 8278417N, 646127E y 8278315N). (Figura 3.5) Los intrusivos además presentan alteración a sericita y arcillas.

En la zona se han encontrado labores que se han venido trabajando de forma artesanal encontrándose actualmente abandonadas. A 2 Km de este punto hay explotación artesanal en la Mina Huayllacha.



Figura 3.5.- Arriba: Labores mineras en forma de rampas y piques. Abajo derecha: Vetas de cuarzo-hematita con halo de feldespato potásico y epidota. Abajo izquierda: Vetas de 15 cm con cuarzo-especularita diseminada y epidota hospedada en intrusivo argilizado.

MINA QUEÑANI

Esta mina abandonada se encuentra localizada a 2 km al noreste del poblado de Minasteria, en el distrito de Callalli, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, tiene las siguientes coordenadas UTM 241268E, 8288555N, a una altitud de 4480 msnm, situado en el cuadrángulo de Condorama (31-t).

Los afloramientos rocosos están conformados principalmente por rocas volcánicas del Grupo Tacaza de edad Eoceno-Mioceno. La unidad está conformada por intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas con volcanoclásticos y flujos piroclásticos de bloques.

La región está dominada por fallas inversas de dirección andina, cuyo juego produce un suave anticlinal con un eje de dirección NO-SE que afecta a estos depósitos volcánicos.

En la zona mineralizada se puede apreciar la argilización de la roca hospedante, presentando óxidos de hierro con venillas de calcita. La mineralización esta dada en forma de vetas y venillas rellenas con óxidos de cobre como malaquita y neotocita con crisocola (Figura 3.6). También se encuentran óxidos de hierro como hematita y goethita y además venillas de calcita. El cuarzo se encuentra en cúmulos y venillas como mineral ganga.

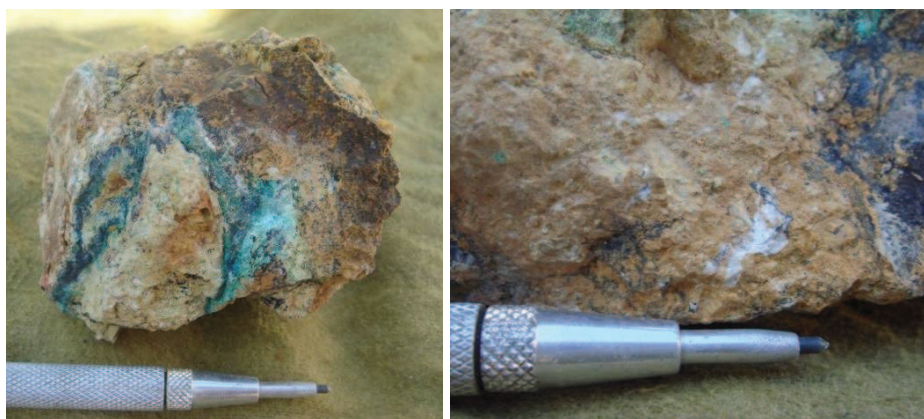


Figura 3.6.- Izquierda: Roca argilizada con óxidos de cobre y hierro. Derecha: Roca argilizada con venillas de calcita y fracturas con óxidos de cobre (malaquita neotocita) y crisocola.

3.1.2. Proyectos y prospectos

ACARÍ

Se encuentra situado al norte del distrito de Bella Unión, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. Las rocas antiguas están formadas por metasedimentarios compuestos por cuarcitas. Los Volcánicos Chocolate, los cuales se encuentran suprayaciendo a las rocas metasedimentarias en forma discordante, están compuestos principalmente de andesita porfírica de edad probable Jurásica. Las granodioritas del Batolito de la Costa han intruído las secuencias anteriormente descritas al terminar el Cretáceo. En estas rocas se encuentra la magnetita y vetas de cobre.

CERRO NEGRO

Es un depósito de pórfido de Cu-Mo. Se ubica en el distrito de Yarabamba, provincia y departamento de Arequipa. Cerro Negro podría catalogarse como un yacimiento desarrollado dentro de un cuerpo de brecha de cuarzo-turmalina. La mineralización y alteración se relacionan con la intrusión de diversos cuerpos de brecha, cuarzo-turmalina a lo largo de las estructuras que delimitan una depresión circular volcano-tectónica de 1.5 km de diámetro. El yacimiento Cerro Negro es el más grande de estos cuerpos de brecha, las dimensiones son de 300 m de ancho por 900 m de largo, presentando contactos casi verticales con los volcanoclásticos y la granodiorita Yarabamba.

COBREPAMPA

Es un depósito de pórfido de Cu-Mo. Se ubica en el distrito de Acarí, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. El conjunto de vetas corren a lo largo de 10 km de longitud y 5 km de ancho, con potencias entre 5 y 10 m, profundizando entre 100 y 200 m. La roca huésped es monzonita a monzonita cuarcífera alcalina de la Superunidad Linga del Batolito de la Costa

CORIPAMPA

Es un depósito de baja sulfuración de Au, Ag. Se ubica en el distrito de Huaynacotas, provincia de La Unión, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 731362E y 8321641N. . Vetas emplazadas en rocas volcánicas del Paleógeno-Neógeno.

ESPERANZA

Es un depósito de baja sulfuración de Au. Se ubica en el distrito de Puyca, provincia de La Unión, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 765153E y 8330971N. Vetas emplazadas en rocas volcánicas del Mioceno.

HUMAJALA

Es un depósito epitermal de alta sulfuración de Au, Ag, emplazados en rocas riolitas del Neógeno. Se ubica en el distrito de Yanque, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 214500 E y 8262000N.

MARCAHUI

Es un depósito de pórfido de Cu-Mo. Se ubica en el distrito de Quicacha, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 640734E y 8283366N. El área pertenece al borde oriental del Batolito andino. Las rocas hospedantes están definidas por secuencias marinas, predominantemente clásticos que se intercalan con rocas volcánicas tipo andesitas porfídicas. Las alteraciones hidrotermales están relacionadas con pequeños cuerpos tonalíticos y los minerales de mena están formados por molibdenita, malaquita, azurita, crisocola, jarosita y limonita.

PALLACOCHAS

Se ubica en el distrito de Andaray, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 737112E y 8270820N. Es un depósito diseminado de Au emplazado en rocas volcánicas del Paleógeno, distribuido en el Sistema de fallas Abancay-Condorama-Caylloma.

PAMPA DE PONGO

Se ubica en el distrito de Bella Unión, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 518780E y 8300189N. Es un depósito de IOCG de Cu, Fe, Au. Es un cuerpo emplazado en diorita. La magnetita ha estado emplazada a lo largo de una pendiente NO-tendencia a un corredor de fallas.

TESORO

Se ubica en el distrito de La Joya, provincia y departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 199178E y 8182329N. Es un depósito de Au relacionados con batolitos. Se emplaza en rocas de composición granodiorita del Batolito de la Costa, en forma de vetas.

TÍA MARÍA

Se ubica en el distrito de Cocachacra, provincia de Islay, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 206560E y 8116900N. Es un depósito tipo Pórfido Cu-Mo para la explotación y procesamiento de mineral oxidado de cobre. Los estudios geológicos y geoquímicos a fines del 2005 lograron descubrir el depósito denominado La Tapada a 3.5 kilómetros y al sureste del depósito de Tía María, que a la fecha es el primer depósito porfirítico oculto descubierto en el Perú. Desde entonces, se intensificaron las perforaciones diamantinas en esta zona, completando 223 sondajes de exploración, totalizando 73,085 metros de perforación.

ZAFRANAL

Se ubica en el distrito de Huancarqui, provincia de Castilla, departamento de Arequipa. En las coordenadas UTM: 794000E y 8224500N. La propiedad Zafranal actualmente tiene un recurso medido más indicado de 301 Mt@0.47% Cu. Pórfido de cobre-oro, se ha identificado más de 3,3 km de longitud, de hasta 600 metros de ancho y hasta 400 metros de espesor. Zafranal está formada por seis propiedades de cobre-oro: Zona Principal Zafranal, Sicera del Sur, Sicera Norte, Campanero, Ganchos y Rosario. AQM Copper Perú SAC ha centrado su exploración en estas zonas. La zona principal está dominada por una secuencia de edad Jurásico rocas volcánicas y sedimentarias intrusión de diorita porfídica y microdiorita. Un conjunto complejo de fallas EO y NO-reactivas y controlan la mineralización hipógena. La mineralización de cobre se presenta en forma de óxidos, un lateral continua 50 metros a 180 m de espesor de enriquecimiento secundario y una gran zona de mineralización primaria.

AQM ha completado una primera fase de un programa de perforación en la zona principal de Zafranal, de 67,283 metros y 5,529 de programa de perforación exploratoria RC (aire reversa) en la zona Sicera del Sur.

3.1.3. Ocurrencias y Anomalías

MIRAMAR

Esta ocurrencia se ubica en cerro Miramar, distrito de Mollendo, provincia de Islay, departamento de Arequipa, sus coordenadas UTM de referencia son 810,223E y 8'126,462N, a una altitud de 778 msnm, situada dentro del cuadrángulo de Mollendo (34-r).

El acceso se realiza por la carretera Matarani – Arequipa (Ruta PE-34), a aproximadamente 12 km del puerto, se toma una trocha carrozable a la altura del sitio Los Guerreros, que conduce quebrada arriba a las antenas de telefonía, para luego caminar unos 2 km al noroeste hasta la ocurrencia.

Los afloramientos de la zona corresponden a gneis pertenecientes al Complejo Basal de la Costa (Palacios y

León, 2000). Estas rocas de edad Paleoproterozoico se caracterizan por presentar minerales en bandas claras y oscuras, es decir alternando zonas ricas en minerales ferromagnesianos-muscovitas y de cuarzo-feldespato de 1 a 5 mm de ancho. El estudio microscópico de Fernández y Amstutz (1955) indica la abundancia de cuarzo con algo de ortosa y microclina en las bandas claras, y muscovita, biotita y algo de clorita y hematita en las bandas oscuras. Algunas medidas de la esquistosidad de las bandas indican N178°/37°NE y N105°/18°NE. Los gneis son cortados por diques de dirección N80° y pequeños cuerpos máficos, los cuales Fernández y Amstutz (1955) describen como esquistos andalucítico hornbléndico (Figura 3.7). La región está dominada por un sistema tensional, pero no se aprecian fallas en la zona de la ocurrencia. Las estructuras locales están representadas por diques que cortan las capas de gneis, y juegos de fracturas posteriores.

La alteración principal está restringida a las fracturas y las bandas del gneis, produciendo la cloritización de los minerales micáceos; además, pueden observarse pequeñas vetillas con sericita verde y cuarzo.

La mineralización económica está relacionada a los gneis con bandas de cuarzo algo grises y láminas de hematita-magnetita, que presenta una ley aproximada de 40% de Fe (Fernández y Amstutz, 1955). Los gneis bandeados con ferromagnesianos-muscovitas y cuarzo-feldespato, presentan magnetita en las bandas oscuras. Los gneis son intruídos por diques máficos de orientación N80° y buzamiento vertical a sub-vertical, que contienen minerales de hierro diseminado. (Figura 3.7)

Fernández y Amstutz (1955) consideran que la mineralización en los gneis probablemente tiene un origen sedimentario, depositado originalmente como sílice y óxido coloidal que fueron transformados por el metamorfismo a bandas de cuarzo y de hematita-magnetita. La génesis de mineralización puede explicarse también por procesos hidrotermales asociados al emplazamiento de cuerpos intrusivos (batolito de Camaná o Ilo), estos fluidos aprovecharon niveles permeables en las capas de gneis para depositar magnetita que luego se altera por martitización a hematita.

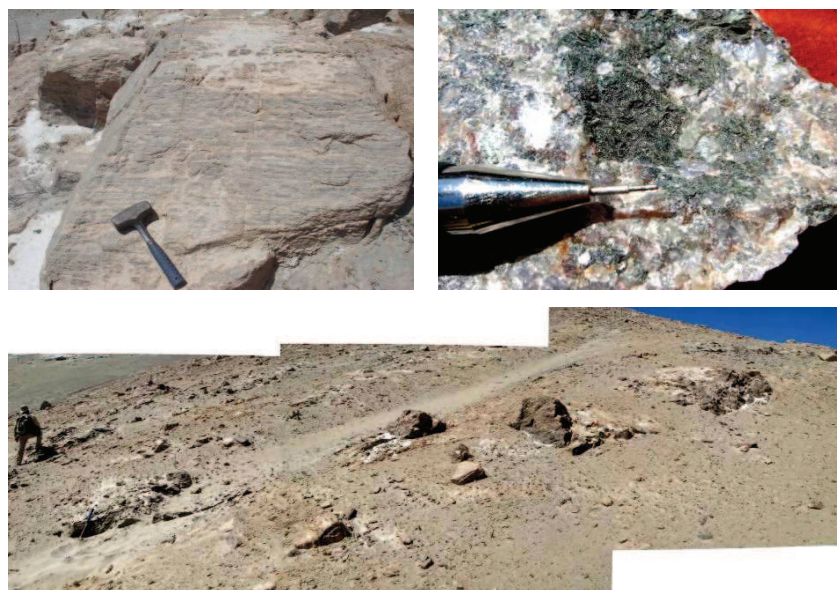


Figura 3.7.- Diversas vistas de la ocurrencia en el Cerro Miramar. Arriba: Afloramientos de gneis bandeado y muestra de mano con cuarzo, feldespato y muscovitas alterándose a cloritas. Abajo: Vista de los diques máficos que cortan los gneis.

CASCA N°02

La ocurrencia esta ubicada en el cerro Tarpuy o Casca, distrito de Mollendo, provincia de Islay, departamento de Arequipa, sus coordenadas UTM de referencia son 810,457E y 8'126,099N, a una altitud de 791 msnm, situada dentro del cuadrángulo de Mollendo (34-r).

El acceso se realiza por la carretera Matarani – Arequipa (Ruta PE-34), luego se toma una trocha carrozable a la altura del sitio Los Guerreros a 12 km del puerto, este conduce quebrada arriba a las antenas de telefonía, luego se camina 1.5 km al noroeste hasta la ocurrencia.

Los afloramientos de la zona comprenden capas de gneis pertenecientes al Complejo Basal de la Costa de edad Paleoproterozoico (Palacios y León, 2000). Estas rocas se caracterizan por presentar una textura bandeada con zonas ricas en minerales ferromagnesianos-muscovitas y cuarzo-feldespato de 1 a 5 mm de ancho. Fernández y Amstutz (1955) indican la abundancia de cuarzo con algo de ortosa y microclina en las bandas claras, y muscovita, biotita y algo de clorita y hematita en las bandas oscuras. Algunas medidas de la esquistosidad presentan orientación N130°/29°NE y N125°/18°NE.

Los gneis son cortados por diques máficos de orientación N92°/70°S, que son descritos por Fernández y Amstutz (1955) como un esquisto andalucítico hornbléndico.

En la zona de la ocurrencia no se aprecian fallas, siendo la única manifestación estructural los pliegues y repliegues en las bandas de los gneis derivados del proceso metamórfico y los juegos de fracturamiento posteriores.

La alteración principal esta restringida a las fracturas y las bandas del gneis, produciendo la cloritización de los minerales micáceos; además, pueden observarse pequeñas vetillas con sericita verde y cuarzo.

La mineralización económica está relacionada a los gneises que afloran en la zona alta del cerro, conformada por bandas de cuarzo intercaladas con delgadas láminas de hematita-magnetita, cuya potencia es mayor a 60 m (Fernández y Amstutz, 1955). En la zona baja, los gneises presentan bandas oscuras con moderado magnetismo que pueden estar relacionados a mineralización con magnetita o ilmenita. En efecto, Fernández y Amstutz (1955) indican que la parte baja y media del cerro, la mena esta constituida principalmente de hematita, mientras la parte alta por magnetita y hematita. Asociada a estos minerales han observado ilmenita originada por 2 generaciones de exsolución, además la magnetita muestra claro proceso de martitización.

Los análisis químicos en estas bandas de gneis indican leyes entre 30% y 40% de Fe, disminuyendo hacia la parte baja del cerro hasta desaparecer (Fernández y Amstutz, 1955). También puede notarse mineralización de hierro diseminado en los diques oscuros de dirección N70° y buzamiento vertical que cortan dichas capas.

La mineralización económica esta relacionada a las bandas de gneis observadas en la parte superior del cerro Tarpuy. Fernández y Amstutz (1955) plantean un origen sedimentario, relacionado a depósitos de sílice y oxido coloidal que fueron transformados por metamorfismo a bandas de cuarzo y de hematita-magnetita. (Figura 3.8)

La génesis de la mineralización también puede explicarse por procesos hidrotermales asociados al emplazamiento de cuerpos intrusivos (batolito de Camaná o Ilo), estos fluidos se movilaron por capas permeables para depositar magnetita que luego se alteró por martitización a hematita.



Figura 3.8.- Arriba: Vista de la ocurrencia de hierro en el Cerro Tarpuy donde afloran gneises bandeados. Abajo: Acercamiento al pie del Cerro Tarpuy donde aflora un intrusivo máfico con motas de magnetita-hematita.

CERRO SANTIAGO

La ocurrencia se encuentra localizada a 3 km al oeste de la ciudad de Huallachi en el distrito de Quicacha, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa, tiene las siguientes coordenadas UTM 644666E y 8278842N, a una altitud de 3403 msnm, situado en el cuadrángulo de Chaparra (32-o).

En el área aflora un cuerpo intrusivo de edad Cretácico superior que presenta facies de gabro y diorita, y contiene cristales de olivino fracturados y alterados probablemente a magnetita, clinopiroxenos fracturados y alterados a actinolita, además algunas plagioclasas flexionadas y parcialmente zonadas, y hornblendas mostrando una alteración a clorita y epidota. Este afloramiento intrusivo es cortado por diques de cuarzo-feldespatos de 18cm de ancho.

Díaz (2001) ha cartografiado fallas regionales de rumbo E-O y N-O que atraviesan la zona de estudio, observando algunas reactivaciones y otras afectadas por una deflexión estructural.

En los alrededores de la zona mineralizada se reconoce un gabro cortado por diques de cuarzo-feldespato de 18 cm. Las roas presentan vetillas de feldespato potásico con halo de epidota. La mineralización se presenta en el intrusivo con cuarzo-feldespato, el cual presenta una veta de 40 a 80 cm de magnetita-anfíbol con una orientación variable N090-138/40N. El intrusivo presenta también vetillas de especularita-turmalina-neotocita? y magnetita-goethita y fracturas con crisocola-azurita con óxidos de cobre y hierro. (Figura 3.9)



Figura 3.9.- Arriba izquierda: Gabro cortado por diques con cuarzo-feldespato de aproximadamente 18 cm de ancho. Arriba derecha: Intrusivo de cuarzo-feldespato en el Cerro Santiago con vetillas oxidadas de especularita-turmalina-neotocita y fracturas con crisocola-cuarzo. Abajo izquierda: Detalle de una vetilla de especularita con turmalina. Abajo derecha: Roca alterada con fracturas rellenas con crisocola-azurita-neotocita?.

QUEBRADA PESCADORES

Esta ocurrencia mineral se encuentra localizada a 1km al noroeste del poblado de Pescadores en el distrito de Ocoña, provincia de Camaná, departamento de Arequipa, tiene las siguientes coordenadas UTM 685771 E y 8188141N, a una altitud de 74 msnm, situado en el cuadrángulo de Ocoña (33-p).

En el área aflora un cuerpo intrusivo granítico perteneciente al batolito de Atico-Camaná de edad Ordoviciano, que intruye a rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa (Mendivil y Castillo, 1960). El intrusivo corresponde a un granito de textura granular, de grano medio a grueso, formado por ortosa, plagioclasa y cuarzo, como elementos principales y biotita. La ortosa es el mineral más abundante y se halla en cristales subhedrales y anhedrales, parcialmente caolinizados. Las rocas metamórficas están formadas por facies de gneises, esquistos y migmatitas de edad Neoproterozoica.

La región es dominada por fallas normales en dos sistemas principales, uno con dirección SE-NO y otro con dirección SO-NE, habiendo condicionado el levantamiento en bloques del Complejo Basal de la Costa

(Mendivil y Castillo, 1960). León y Palacios (2000) indican que estas estructuras son desplazadas por fallas transversales de dirección N-S alineados a los ríos Atico, Ocoña y la quebrada Pescadores.

El intrusivo cuarzo-feldespato potásico presenta cloritas alterándose a sericita y una débil argilización. La mineralización se presenta en forma de vetas de direcciones principales NE-SO y NO-SE. Las vetas tienen cuarzo-hematita-especularita con halos clorita-sericita y feldespato potásico. Estas vetas tienen en promedio 20 cm de espesor y cortan vetillas de cuarzo-turmalina. La mineralización de hierro se encuentra como sutura en las vetas y vetillas y algunas presentan óxidos de cobre. (Figura 3.10)



Figura 3.10.- Arriba: Vista panorámica de la Quebrada Pescadores. Abajo izquierda: Intrusivo cuarzo-feldespato potásico argilizado con veta de cuarzo-hematita. Abajo derecha: Roca hospedante alterada a clorita-sericita con óxidos de cobre veta de cuarzo-hematita-especularita.

ANOMALÍA DE LA ZONA DEL CERRO CHITA Y ALREDEDORES

La anomalía se encuentra localizada en el cerro Chita, a 6 km al noreste del poblado de Sibayo, en el distrito de Callalli, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, tiene las siguientes coordenadas UTM 244769E y 8290438N, a una altitud de 4243 msnm, situado en el cuadrángulo de Condoroma (31-t).

Los afloramientos comprenden rocas volcánicas de la Formación Sillapaca de edad Mioceno (Sánchez y Zapata, 2003). Esta unidad está conformada por coladas afaníticas andesíticas con matriz cristalina y cristales milimétricos de plagioclasa, intercaladas con depósitos de flujos de cenizas con cristales, gris verdosos, con flujos piroclásticos de bloques y brechas con matriz cristalina de color rojizo con fragmentos subangulosos de composición andesítica, cuyos estratos presentan una orientación de N214°/52°SE. (Figura 3.11)

En la zona no existe fallas ni pliegues que afecten estos afloramientos volcánicos, no obstante, al sur se desarrolla una falla inversa que probablemente se proyecta hacia el poblado de Hiroccollo.

La alteración se presenta en la roca hospedante principalmente por silicificación y lixiviación, conformando sílice oquerosa de color gris oscuro, con oquedades rellenas con restos de azufre. Se presenta sílice amorfa en forma de geodas asociada con minerales de epidota-clorita, además se observan venillas de calcita y en cúmulo en su interior.



Figura 3.11.- Izquierda: Afloramiento de coladas andesíticas en el cerro Chita. Derecha: Brecha volcánica con matriz afanítica de color rojizo con fragmentos subangulosos silicificados de composición andesítica.

ANOMALÍA DE LA ZONA DE LA QUEBRADA PUSHUALÑA Y ALREDEDORES

Esta anomalía se ubica en la quebrada Pushualña, a 4 km al este del poblado de Sibayo, en el distrito de Callalli, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, tiene las siguientes coordenadas UTM 241243E y 8287464N, a una altitud de 4275 msnm, situado en el cuadrángulo de Condoroma (31-t).

En el área afloran rocas del volcánico Quinsachata atribuidas al Grupo Tacaza de edad Eoceno-Mioceno. Esta unidad se compone de intercalaciones de depósitos de flujos piroclásticos de cenizas, gris verdosos, con volcanoclásticos blanquecinos, flujos piroclásticos de bloques y cenizas, de grano fino, con cristales de plagioclasas y fragmentos líticos en la matriz recristalizada.

En la zona se tienen cartografiado fallas inversas de dirección andina que afectan los afloramientos

volcánicos del Tacaza, localmente se observan fracturas rellenas con calcita orientadas N280°/40°NE y N212°/90°NO.

La toba soldada de cristales se presenta argilizada y cortada por venillas de calcita. Existen zonas locales con jaspe rojo y fragmentos de cuarzo con óxidos de cobre. La mineralización es incipiente y se restringe a vetillas con óxidos de cobre y venillas de calcita con cuarzo como mineral ganga. (Figura 3.12)



Figura 3.12.- Izquierda: Toba rojiza soldada de cristales en la Quebrada Pushualña con cristales de plagioclasa y fragmentos líticos. Derecha: Roca argilizada con vetillas de calcita.

3.2. Franjas metalogenéticas

En la región Arequipa se han reconocido hasta 9 franjas metalogenéticas que tienen orientación NO-SE (Figura 3.13)

FRANJA IV DE PÓRFIDOS Cu-Mo DEL JURÁSICO MEDIO

Esta franja se localiza al SE de la región Arequipa, en la Zona Costera del sur del Perú. Está controlada por el sistema de fallas NO-SE Ica-Islay-Ilo y fallas menores NE-SO y N-S. El proyecto minero más importante es Tía María, también se encuentran otros depósitos como Cachuyito, La Llave y Posco, los cuales fueron datados por Quang et al., (2005) entre 166 y 155 Ma. Las rocas hospedantes están conformadas por las andesitas de la Fm Chocolate (Acosta, 2006a; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

FRANJA V DE DEPÓSITOS DE Cu-Fe-Au (IOCG) DEL JURÁSICO MEDIO-SUPERIOR

Se localiza a lo largo de la Cordillera de la Costa, en el dominio del Complejo Basal de la Costa del Precámbrico. Su principal control estructural es el sistema de fallas NO-SE Ica-Islay-Ilo que son fallas regionales transcurrentes NO-SE que han controlado la mineralización por varios cientos de kilómetros (Acosta & Santisteban, 2007). Hacia el SE de Arequipa, en los alrededores de Cocachacra se encuentra el depósito Rosa María (Cu-Au) relacionado con una edad de mineralización de 145 Ma (Clark et al., 1990). Esta franja continúa hacia NO, donde en la región Ica la Mina Marcona (Fe) tiene una edad de mineralización entre 154 a 160 Ma (Injoque et al., 1988 en Injoque, 2002). El único proyecto minero importante en esta franja se encuentra al NO y corresponde a Pampa de Pongo hospedado en las rocas andesíticas intercaladas con niveles sedimentarios del Jurásico. Tiene recursos inferidos de 863 Mt con leyes de 41.3% Fe, 0.1% Cu y 0.07 g/t Au.

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

Esta franja se extiende a lo largo de la zona costera del territorio nacional y está dividida en dos segmentos.

Parte del segmento Trujillo-Mala-Paracas-Ocoña se encuentra en la región Arequipa. Los principales controles de mineralización y estructurales están constituidos por la prolongación del sistema NO-SE Ica-Islay-Ilo y fallas menores NE-SO, relacionado a un magmatismo entre ~110 y 95 Ma. En este segmento destacan los depósitos de Acarí y Hierro Acarí (109 ± 4 Ma; Atkin et al (1985) in Vidal et al., 1990). Esta franja presenta otro segmento entre Tacna y Moquegua donde se encuentran depósitos de Cu-Au como Licona, Valparaizo relacionados con un granitoide datado entre 105 y 100 Ma (Clark et al., 1990) que correspondería a la edad de esta franja (Acosta, J., 2006a, b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

FRANJA IX DE DEPÓSITOS DE Au-Pb-Zn-Cu RELACIONADAS CON INTRUSIVOS DE CRETÁCICO SUPERIOR

Esta franja se extiende en forma discontinua en el territorio nacional, donde parte del segmento sur Saramarca-Nazca-Ocoña ($14^{\circ}30'-17^{\circ}$) se emplaza en Arequipa. La mineralización se encuentra en vetas de cuarzo-oro-galena-esfalerita-calcopirita hospedadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la Costa. Estas estructuras mineralizadas están controladas por fallas con orientaciones NO-SE, N-S y E-O. Entre los principales yacimientos de esta franja se puede mencionar Orión, Caravelí, Ishihuinca, Calpa, Arirahua y San Juan de Chorunga (Acosta, J., 2006a, b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008). También existen depósitos de oro y cobre a escala de pequeña minería, los cuales son explotados de manera artesanal e informal en el sector de Chala.

FRANJA X DE PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Esta franja tiene una dirección NO-SE y se extiende de manera continua en la región. Su mineralización está relacionada con intrusivos graníticos del Cretácico superior del Batolito de la Costa y controlada por fallas NO-SE de los sistemas Cincha-Lluta e Incapuquio, así como por fallas menores con orientación N-S. Los principales depósitos CU-Mo que constituyen esta franja son Marcahui, Zafranal y Angostura. La edad de mineralización de esta franja se registran entre 80 y 68 Ma (Acosta, J., 2006a, b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

FRANJA XIII DE PÓRFIDOS DE Cu-Mo Y DEPÓSITOS POLIMETÁLICOS RELACIONADOS CON INTRUSIONES DEL PALEOCENO-EOCENO

Esta es una de las principales franjas de Cu-Mo de Arequipa, se encuentra al SE de la región, en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental del sur del Perú. Esta franja se extiende hasta Tacna y agrupa a los depósitos de Cu-Mo de mayor tonelaje del Perú. Los intrusivos relacionados con la mineralización presentan composiciones dioríticas, granodioríticas y monzoníticas, cuyo emplazamiento se encuentra controlado por el sistema de fallas NO-SE Incapuquio. Esta franja registra dos épocas metalogenéticas con mineralización de Cu-Mo (Acosta et al., 2008). La primera del Paleoceno (62 y 55 Ma), representado por la Mina Cerro Verde. La segunda época es del Eoceno (54 y 52 Ma), y se desarrolla entre Tacna y Moquegua. Distalmente a los sistemas porfíricos de Cu-Mo y en secuencias sedimentarias, se tienen estructuras mineralizadas de Cu-Pb-Zn, con geometrías de vetas y cuerpos (Acosta, 2006b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

FRANJA XXIII DE EPITERMALES DE Au-Ag DEL MIO-PLIOCENO

Se extiende en el dominio volcánico de la Cordillera Occidental del centro-sur del Perú ($12^{\circ}30'-18^{\circ}$). La mineralización de Au-Ag, está relacionada con actividad magmática Mio-Pliocena. Esta franja está controlada por fallas NO-SE del sistema Cincha-Lluta, así como por fallas menores E-O. Las edades de mineralización de esta franja se registran entre 7 y 1 Ma, constituida principalmente por epitermales de Au-Ag de alta sulfuración. Los proyectos mineros más importantes de esta franja corresponden a Coripampa y Humajala, sin embargo también existen otras ocurrencias (Quispe, 2004; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta

et al., 2008).

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

Se distribuye ampliamente en el dominio volcánico Cenozoico de la Cordillera Occidental y es una de las más importantes franjas de Au-Ag de Arequipa, ya que en ella se encuentran numerosas operaciones mineras. Esta franja está controlada por fallas NO-SE del sistema Condoroma-Caylloma y agrupa a depósitos de Au-Ag de alta, baja e intermedia sulfuración. Las edades de mineralización se encuentran entre 18 y 10 Ma, en donde muchos de estos depósitos están relacionados con centros volcánicos. Sin embargo, Arcata es un yacimiento de edad más joven, la cual se encuentra en 5.4 Ma (Candiotti et al., 1990). Entre las operaciones mineras de alta sulfuración tenemos Chipmo (Orcopampa) y Poracota; los de baja sulfuración corresponden a Ares, Shila y Paula. Solo Caylloma se considera como intermedia sulfuración.

En la parte norte de la región Arequipa solo se encuentran pequeños segmentos de la franja XV de Pórfidos-Skarns de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusiones del Eoceno-Oligoceno, la cual no es relevante en esta región y no presenta ocurrencias metálicas.



Figura 3.13.- Mapa Metalogénico de la Región Arequipa.

3.3. Producción y reservas metálicas

PRODUCCIÓN

Durante la última década, la Región Arequipa ha mantenido una producción promedio de oro de 16 toneladas, alcanzando durante el 2005 su pico más alto con más de 18.5 toneladas de oro. Esta producción proviene de las unidades mineras Orcopampa, Ares, Orión, San Juan de Chorunga, Caravelí, Arcata, Arirahua, Paula Ishihuinca y Poracota. La producción de plata ha estado por debajo de las 300 toneladas anuales llegando a su pico mas bajo en el año 2006 con cerca de 242 toneladas, durante los siguientes años esta producción se incrementó hasta registrar cerca de 512 toneladas de plata. Esta producción ha provenido de las minas Arcata, Caylloma, Orcopampa, Ares y Paula principalmente. Por otro lado la producción de cobre proveniente principalmente de la mina Cerro Verde se ha mantenido por debajo de las 100,000 toneladas hasta el año 2006, posteriormente esta producción se incrementó notable hasta superar las 325,000 toneladas en el 2008. Las mayores producciones de zinc y plomo provenientes de la mina Caylloma se registraron durante el 2009 superando las 17,000 y 13,000 toneladas respectivamente.

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

Metal / Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oro	14.15	14.85	16.51	16.52	17.33	18.51	16.67	17.62	16.15	17.00	17.48
Plata	299.88	297.86	274.62	253.87	265.77	243.55	242.28	306.78	389.06	511.29	357.87
Cobre	71,661	77,400	86,880	87,843	89,057	94,108	97,120	275,051	325,157	309,498	313,608
Zinc	711	827	682	676	553	811	1,703	8,008	12,872	17,234	15,701
Plomo	422	552	379	397	832	806	1,040	4,754	8,771	13,808	12,528

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

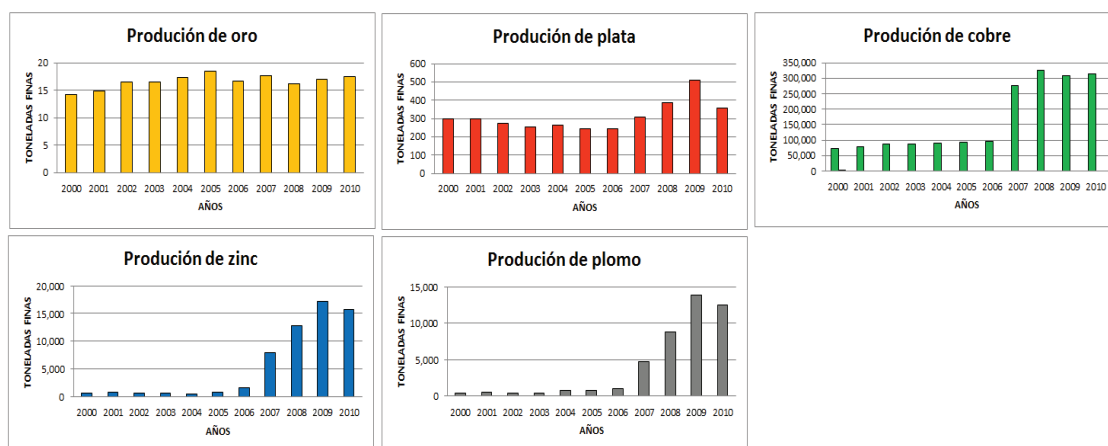


Figura 3.14.- Producción metálica (toneladas métricas finas) de la Región Arequipa. Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES

Según la Tabla 3.2 y Figura 3.15 las mayores reservas de oro proveniente de las minas Orcopampa, Poracota, San Juan de Chorunga y Arcata y proyectos como Pampa de Pongo se registraron durante los años 2008 y 2009 superando las 263 toneladas. Las reservas de plata, mayormente de las minas Arcata, Ares y Orcopampa y el proyecto Cobrepampa, alcanzan su pico más alto en el año 2009 superando las 4,000 toneladas. Las reservas de cobre – molibdeno se encuentran en Cerro Verde y Tía María, las cuales se incrementaron durante el periodo 2008-2009 con cerca de 13'000,000 toneladas de cobre y 500,000 toneladas de molibdeno. Las mayores reservas de zinc y plomo se registraron durante el 2008 superando las 224,000 y 193,000 toneladas respectivamente, estas reservas provienen principalmente de la mina Caylloma. Durante el 2008 las reservas de hierro provenientes del proyecto pampa de Pongo principalmente alcanzan su pico más alto con más de 1'600,000 toneladas.

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

Metal / Años	2005	2006	2007	2008	2009
Oro	79.78	73.92	83.07	211.74	263.04
Plata	1,097.91	2,432.93	1,842.33	1,981.46	4,179.52
Cobre	7,694,239	8,192,788	7,773,707	12,961,884	12,712,219
Molibdeno	186,418	202,683	201,452	475,814	436,281
Zinc	23,407	46,882	90,152	224,104	220,437
Plomo	15,026	26,737	45,581	193,548	60,201
Hierro	1,440,959	1,516,000	1,518,600	1,656,807	139,602

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

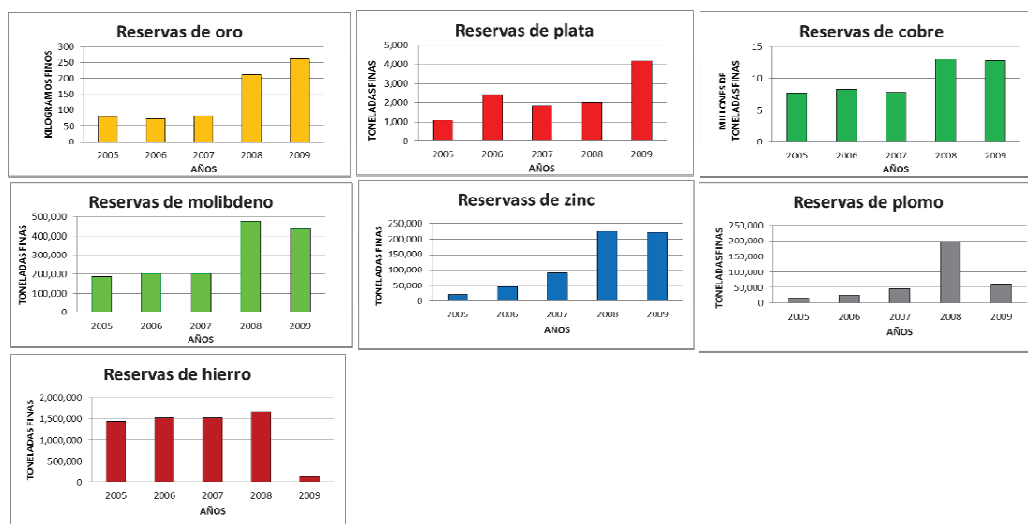


Figura 3.15.- Reservas metálicas probadas y probables (toneladas métricas finas) de la Región Arequipa.

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

3.4. Actividad minera

ACTIVIDAD MINERA EN LA ZONA DE ACARÍ-OCOÑA

Se tiene conocimiento que se viene realizando actividades mineras en la provincia de Caravelí (Arequipa). La minería que se practica en la zona es del tipo artesanal y convencional para la extracción del oro, existiendo algunas compañías mineras que trabajan minas de polimetálicos.

La minería artesanal que se practica en el departamento de Arequipa, tiene como principal contaminante al mercurio (Hg), que es descargado al ambiente en forma gaseosa en el refogado, y en forma líquida y sólidos (compuestos) en los relaves; siendo consecuencia del mal manejo que se le da al mercurio.

El relave generado en los quimbaletes es acumulado para ser vendido a las plantas de tratamiento. Finalmente, el mercurio, al igual que el cianuro, tienen como disposición final las canchas de relaves de las plantas concentradoras, siendo éstas una fuente potencial de contaminación. La minería artesanal que se practica en la zona no tiene mayor impacto, ya que la extracción del mineral y el desmonte acumulado son mínimos.

Entre las principales empresas que se encuentran operando en esta zona se tiene:

Nombre de la Empresa	Nombre de la Planta	Distrito	Provincia
Minera La Perla S.A.	Acarí	Acarí	Caravelí
Minera Aurífera Calpa S.A.	Calpa	Atico	Caravelí
Cal Minera S.A.	Planta de Calminsa	Bella Unión	Caravelí
Inversiones Mineras del Sur	Ishihuinca	Caravelí	Caravelí
Cía. Mra. Bonanza S.A.	La Esperanza del Inca	Caravelí	Caravelí
Minera Orduz S.A.	María	Chala	Caravelí
Minera Belén S.A.	Belén	Chala	Caravelí
Inv. Mras. Kriete S.A.	Triple K.	Chaparra	Caravelí
Alvarez Sanez, Claudio	La Capitana	Huanuhuanu	Caravelí
Cía. Mra. Caravelí S.A.	Chauchille	Huanuhuanu	Caravelí
Comunidad Mra. Mollehuaca	Planta Mollehuaca	Huanuhuanu	Caravelí
Minera Laitaruma	Laitaruma	Jaqui	Caravelí
Minas Arirahua S.A.	Yareta	Yanaquihua	Condesuyos
Molino de Oro S.A.	San Juan de Chorunga	Río Grande	Condesuyos
Cía. Aurífera San José S.A.	---	Tocota	Caravelí
María- Orión	---	Tocota	Caravelí
Cía. Minera Eureka S.A.	---	Chaparra	Caravelí
Manchas Verdes - Yaber	---	Poroma	Caravelí

ACTIVIDAD MINERA EN LA ZONA DE CERRO VERDE – YARABAMBA-PUQUINA - CARAVELÍ

Esta zona está ubicada en la provincia y departamento de Arequipa, comprende parte de la Cuenca del río Chili y tributarios de la zona alta del río Tambo. En esta zona se desarrolla actividades mineras de exploración y extracción. Los yacimientos presentan principalmente los siguientes minerales: calcopirita, pirrotita, pirita, galena argentífera, etc. Estas minas extraen minerales con valores de cobre principalmente,

plomo, plata y oro. La única empresa minera formal que desarrolla sus actividades en esta zona es la Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV), explotando minerales de cobre.

Caravelí – Arequipa

La ciudad de Caravelí muestra mayor actividad minera, debido principalmente a la planta y mina de IMINSUR y al continuo tráfico de camiones cargados de mineral y relaves que son llevados de minas Eugenia a la planta de Belén en Chala.

Inversiones Mineras del Sur (MINSUR)

La compañía trabaja la mina Ishihuinca cerca a Caravelí y procesa el mineral en la planta ubicada a las afueras de la ciudad de Caravelí. La planta trabaja por el proceso de cianuración.

REFERENCIAS

- ACOSTA et al. (2009) - Memoria Mapa Metalogenético del Perú 2009. INGEMMET. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos. Programa de Metalogenia; 17 pp.
- CALDAS, J. (1978) - Geología de los cuadrángulos de San Juan, Acarí y Yauca, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A: Carta Geológica Nacional, 30-A, 1978, 78 pp.
- CALDAS, J. (1993) - Geología de los cuadrángulos de Huambo y Orcopampa, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A: Carta Geológica Nacional, 46-A, 1993. 62 pp.
- DÁVILA, D. (1988) - Geología del cuadrángulo de Caylloma, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A: Carta Geológica Nacional, 40-A; 1988, 84 pp.
- DÍAZ, H. & MILLA, D. (2003) - Revisión y actualización de los cuadrángulos de Jaqui (31-ñ), Cora Cora (31-O), Chala (32-ñ) y Chaparra (32-O). Escala 1:100 000. Convenio UNI-Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 54 pp.
- FERNÁNDEZ, J. & AMSTUTZ, G. C. (1955) - El yacimiento de hierro sedimentario de cerro Casca o Tarpuy. Fondo documental de INGEMMET.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2000) - Estudio de los recursos minerales del Perú, Franja No. 1. INGEMMET. Boletín. Serie B: Geología Económica, n. 8, 196 p., 2000
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO (2010) - Informes Internos del Programa de Metalogenia de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, 2010.
- LEÓN, W.; PALACIOS, O.; TORRES, V. (2000) - Sinopsis sobre la revisión de la geología de los cuadrángulos de Atico, Ocoña, Camaná, La Yesera, Aplao, Mollendo. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 6 pp.
- LOPEZ, TEJADA (1976) - Geología de Quicacha y alrededores (cuadrángulo de Chaparra), Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 39 pp.
- MENDÍVIL, S. & CASTILLO, W. (1960) - Geología del cuadrángulo de Ocoña hoja 33-p. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 3, 52 pp. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico.
- OLCHAUSKI, E. (1980) - Geología de los cuadrángulos de Jaquí, Cora Cora, Chal y Cháparra, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A: Carta Geológica Nacional, 34-A, 1980., 81 pp.
- PALACIOS, O. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Chulca y Cayarani, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A: Carta Geológica Nacional, 51-A, 1994., 73 pp.
- PALACIOS, O. & LEÓN, W. (2000) - Mapa geológico actualizado del cuadrángulo de Mollendo (34-r). INGEMMET, DGR.
- PECHO, V. (1983) - Geología de los cuadrángulos de Pausa y Caravelí, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Serie A: Carta Geológica Nacional, 37-A; 1983; 124 pp., 11 figs., 26.
- SANCHEZ, A. & ZAPATA, A. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos 29t, 29u, 29v, 29x, 29y, 29z, 30t, 30v, 30x, 30y, 31t,31u,31v,32t,32x. Instituto Geológico Minero y

Metalúrgico, 45 pp.

THE METAL MINING AGENCY OF JAPAN (2002) - Informe sobre el Estudio Geológico en el Área Sur de la república del Perú. Informe final traducido por Manrique, A., INGEMMET., Marzo 2002, 196 pp.

VARGAS, A. (1972) - Reconocimiento Geológico-Minero de las áreas anómalas (Cu, Mo) de Maraycasa, Marcahui y Huallacha. Ministerio de Energía y Minas, 9 pp.

Web MINEM