



DIRECCION DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE METALOGENIA

PROYECTO GE 33

“METALOGENIA Y GEOLOGÍA ECONÓMICA POR REGIONES”



*Arriba. Plaza de armas de la ciudad de Moquegua y Puerto de Ilo. Abajo. Yacimiento epitermal de Au-Ag Santa Ros*

## MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LA REGIÓN MOQUEGUA

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 este estudio información de la geología económica y recursos minerales metálicos que incluyen las minas y proyectos de la región Moquegua.

Esta publicación se ha denominado “*Memoria sobre la Geología Económica de la Región Moquegua*”, la cual pretende ser un medio de consulta, con la integración de base de datos en constante actualización, que ponga al alcance de los gobiernos regionales, inversionistas, comunidad científica e interesados, la información detallada de la región y perspectivas de cada uno de los principales proyectos mineros.

El presente estudio proporciona información veraz y actualizada que comprende la región Moquegua. 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. Moquegua, es una región privilegiada por contar con concentración de recursos metálicos.

Por estas razones, INGEMMET y el Programa de Metalogenia de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos, con la colaboración del Ing. Alexander Angeldonis Santisteban, contribuyen a mantener la difusión de las principales actividades mineras, en beneficio y apoyo al desarrollo sostenible de la región Moquegua.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	4
1.1 Ubicación y Accesibilidad .....	4
1.2 Geomorfología.....	4
CAPÍTULO II: MARCO GEOLÓGICO .....	7
2.1 Unidades Litoestratigráficas .....	8
2.2 Rocas Intrusivas.....	10
CAPÍTULO III: GEOLOGÍA ECONÓMICA .....	12
3.1 Principales Depósitos Minerales .....	12
3.2 Franjas Metalogenéticas.....	19
3.3 Producción y Reservas Metálicas .....	21
REFERENCIAS .....	24

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1. Ubicación y accesibilidad

Moquegua es un departamento del Perú situado al sureste del país, en la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes. Limita por el norte con los departamentos de Arequipa y Puno; por el este con Puno y Tacna; por el sur con Tacna y por el oeste con el Océano Pacífico y Arequipa. Situado en la región suroeste, tiene regiones de costa y sierra. (Figura 1.1)

Coordenadas del departamento de Moquegua: Latitud sur: 15° 58' 15". Y Longitud oeste: entre meridianos 70° 48' 5" y 71° 29' 18". Su superficie territorial es de 15,733.97 Km<sup>2</sup>, (1,2% del territorio nacional); el territorio abarca zonas de la costa y de la sierra con alturas que varían desde los 0 metros hasta más de 6000 msnm. La ciudad de Moquegua es la capital del departamento, a 1410 m.s.n.m. Políticamente está conformada por tres provincias: Mariscal Nieto, General Sánchez Cerro e Ilo; y veinte distritos

La ciudad del Moquegua es accesible por:

- Lima-Moquegua: 1146 km por la Carretera Panamericana Sur (duración promedio de 18 horas aprox. en auto).
- Arequipa-Moquegua: 227 km por la Carretera Panamericana Sur (duración promedio de 3 horas aprox. en auto)
- Tacna-Moquegua: 159 km por la Carretera Panamericana Sur (duración promedio de 3 horas aprox. en auto)

#### 1.2. Geomorfología

Desde el punto de vista geomorfológico, la región está ubicada entre la faja costanera y la vertiente occidental de los andes. El relieve de la región presenta una forma irregular, con unidades geomorfológicas muy variables, producidas por agentes geotectónicos, deposicionales y erosivos; el origen de estos ambientes geomorfológicos está muy ligado al proceso del levantamiento andino.

Morfológicamente, se divide en las siguientes grandes unidades geomorfológicas:

##### **SISTEMA DE PLANICIE ALUVIAL**

La Planicie Aluvial está formada por niveles de terrazas. Así tenemos los ejes hídricos de los ríos Tambo y Moquegua. Las cuencas colectoras de estos ríos se hallan en las vertientes altas de la cordillera occidental, siendo su fuente principal de alimentación las lluvias que ocurren en dicha región durante el verano.

a) Cauce fluvial activo.-Comprende el lecho fluvial actual de los ríos Tambo y Moquegua, donde se observa que las corrientes continuas son divagantes de acuerdo a los niveles de precipitación, describiendo en la parte baja amplios lechos anastomosados, playas y bancos de grava, formados por el intenso transporte fluvial, cubiertos durante las crecientes y expuestos durante las épocas de estiaje. Estas áreas son altamente vulnerables porque constituyen el nivel de base de acción de los procesos morfodinámicos fluviales, los cuales son intensos, presentándose procesos de erosión fluvial, socavamiento e inundación que se incrementan todos los años durante las avenidas.

b) Terraza fluvial.- Esta unidad es una geoforma de superficie plana y de origen fluvial, se encuentran limitando con el cauce fluvial de los ríos Tambo y Moquegua, pueden ser inundables en épocas de fuertes avenidas, se han formado durante los últimos periodos de inundación y están compuestos por material grueso y fino acarreado por el río y depositados con cierta clasificación. Estas unidades limitan con el cauce del río mediante escarpas verticales y fuertemente erosionadas por las corrientes y con las unidades superiores mediante escarpas deformadas por los sistemas de regadío y la actividad agrícola.

### **SISTEMA DE PLANICIE COSTERA**

La planicie costera se caracteriza por la presencia de superficies planas a ligeramente inclinadas tanto de origen eólico como deposicional, de carácter desértico y que han sido originados por el relleno de una cuenca, de probable origen tectónico, por depósitos clásticos continentales del terciario superior y cuaternario.

a) Planicie ondulada.- Estas unidades están identificadas por áreas de morfología ondulada con cimas de baja altura, formados por un acelerado proceso erosión diferencial sobre litología de baja resistencia, en cuyos flancos se dan procesos menores de erosión. Se encuentran generalmente sobresaliendo en las superficies de colmatación y han sido originadas por la constante modelación y denudación de antiguas formas onduladas de poca altura. Presentan procesos erosivos de poca magnitud.

b) Mantos de Arena.- Esta unidad se caracteriza por presentar materiales arenosos de variada composición litológica, constituida principalmente por arenas finas, medias y gruesas, transportados básicamente por acción de los vientos, y depositadas sobre la planicie costera, lomadas, colinas, y las estribaciones bajas de la Cordillera costera.

c) Valle.- La característica principal de los valles es su juventud, los principales se presentan encañonados, con perfiles transversales en "V" y con pendientes más fuertes que las de las superficies de erosión cortadas por ellos. Se tiene como ejemplo el valle formado por el pasar del río Tambo.

### **CORDILLERA DE LA COSTA**

Paralelamente, y a corta distancia del litoral se presentan en la Costa Sur del Perú, desde la latitud de Pisco, una cadena de cerros bajos, a la que conocemos tanto en el Perú como en Chile, bajo la denominación de Cordillera de la Costa o Cadena Costanera.

En Punta de Bombón y Clesesí, la línea de cumbres que forman esta unidad morfológica entra alineándose por la parte alta del Puerto Mollendo, constituyendo los cerros Miramar (1316 m), Caballo Blanco (1137 m.) etc., que se hallan todavía en el borde de la Pampa de la Joya; continuando hacia el Sureste, ya dentro del Cuadrángulo de Punta de Bombón, con los cerros de Curi-Curi (969 m.), Gordo (1008 m.); Bronce (1080 m.), donde queda interrumpida por el valle Tambo para presentarse en el lado Sureste del mismo, con los cerros Lomas de Chucarapi (906 m.), Lomas El Sauce (813 m.), Iñane (842 m.), El Abra (1146 m.), Cerrillos Negros (1288 m.), Arenal (1528 m.) y Bedel (1469 m.) en el extremo Sur del Cuadrángulo de Clesesí.

### **PAMPAS COSTANERAS**

Esta unidad fisiográfica se extiende longitudinalmente entre la Cadena Costanera y el pie de las estribaciones de los Andes Occidentales. Es un territorio relativamente llano y desértico de ancho variable que ha sido originado por el relleno de una cuenca, de probable origen tectónico, por depósitos clásticos continentales del Terciario superior y Cuaternario.

La superficie de esta planicie tiene una suave inclinación hacia el Sur. Entre el río Tambo y el borde

occidental de la Qda. Guaneros la planicie se encuentra formada por una sucesión de pampas ligeramente escalonadas, debido posiblemente al sistema de fallamiento en bloques del substrato. Las pampas Colorada, Repartición, Salinas, Clemesí, La Zorra, etc., constituyen extensas superficies casi planas, cuya monotonía es rota por la presencia de suaves colinas bajas, redondeadas o alargadas que se presentan indistintamente dentro del área. El conjunto de estas pampas constituyen el desierto Clemesí.

### **ESTRIBACIONES DE LOS ANDES OCCIDENTALES**

Las Pampas Costaneras pasan irregularmente al este, a una zona formada de cerros alargados de perfiles agrestes que rápidamente se elevan hacia el flanco de los Andes. Evidentemente, esta sección corresponde a las partes más bajas de las estribaciones andinas y se caracterizan por su topografía áspera y ambiente desértico. En ciertos sectores, como a la altura del río Tambo, este pasaje no es muy claro, las colinas y cerros de la Cadena Costanera pasan inmediatamente a las estribaciones de los Andes. Igualmente entre la Qda. Guaneros y el río Moquegua los cerros que corresponden a estas estribaciones avanzan notablemente hacia la Costa.

### **ALTIPLANO**

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por su topografía llana entre cadenas de cerros y conos volcánicos. Se presenta como pequeñas planicies mayormente formada por depósitos fluvio-glaciares denominados "Pampas" que fluctúan entre 4000 a 4800 msnm. En casi todas estas pampas se encuentra pequeños caseríos o cabañas de pastores que se dedican a la crianza de alpacas.

### **CADENA DE CONOS VOLCANICOS**

La cadena Volcánica tiene un ancho de 20 a 30 km con rumbo NO-SE. Toda la zona volcánica ha sido afectada por la glaciación cuaternaria. Rasgos morfológicos de erosión glaciaria como circos, pequeñas lagunas en cubetas rocosas, superficies estriadas, etc. son comunes en los flancos de los volcanes. Igualmente las acumulaciones morrénicas, frontales y laterales, se observan por doquier.



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

## CAPÍTULO II

### MARCO GEOLÓGICO



## 2.1. Unidades litoestratigráficas

En Moquegua tenemos una amplia variedad de unidades litoestratigráficas que abarcan el Proterozoico, el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, los cuales se emplazan en fajas de dirección Andina (NO-SE), teniendo al Proterozoico y Paleozoico hacia el oeste frente a la línea de costa, en forma de afloramientos discontinuos longitudinales y estrechos cubiertos en gran parte por la cobertura eólica. Seguidamente hacia el este de Moquegua, sobre la Cordillera Occidental y su flanco oeste, tenemos las fajas con mayor continuidad del mesozoico y cenozoico. (Figura 2.1)

### EL PROTEROZOICO (PRECÁMBRICO)

El Complejo Basal de la Costa que forma parte de la denominada Cordillera de La Costa, a lo largo de la costa sur del Perú, y que es el basamento del orógeno andino conformado de metasedimentos terrígenos y metamagmatitas, con facies metamórficas de anfíbolitas y granulitas de gneis, migmatitas, esquistos, filitas, anfíbolitas, granitos gnéisicos con franjas milonitizadas, diques pegmatíticos de ortosa-biotita-cuarzo y ortosa-muscovita-cuarzo. Estas rocas han sufrido los efectos de las orogenias precambrianas y paleozoicas que registran diversas etapas de extensión y acreción de terrenos (Jaillard et al, 2000; Chew et al, 2007a; Zappettini, et al, 2001), el cual fue identificado en este sector como Macizo de Arequipa (Bellido & Guevara, 1963) y que habría formado parte del denominado Terreno de Arequipa-Antofalla de rocas de edades de cristalización de hasta 1.9 Ga (Paleoproterozoico) y un metamorfismo de entre 1.2 y 0.97 Ga.

### PALEOZOICO

A principios del Cámbrico, el Terreno Arequipa-Antofalla colisionó durante la Orogenia Pampeana (estadios finales de la Orogenia Brasilides, en 530 Ma.), con el protomargen occidental del Continente Gondwana (Zappettini et al, 2005) y siguiendo una sutura previa de edad Grenvilliana. Al mismo tiempo al borde oeste de este terreno, se emplazó una importante actividad magmática en el Ordovícico. Algunos vestigios de esta sedimentación paleozoica, la tenemos como afloramientos dispersos a lo largo de toda la costa sur en forma de areniscas, cuarcitas, limolitas, calizas y horfels que se han denominado como Lutitas Cocachacra, Conglomerado Pócoma y Grupo Yamayo (Bellido & Guevara, 1963; Narváez, 1964) este último con afloramientos en las inmediaciones del río Ilo, correlacionable con el Grupo Cabanillas del Altiplano (Sánchez et al, 2000).

### MESOZOICO

#### Jurásico

En el Jurásico inferior una transgresión marina generalizada de todo el territorio peruano, avanza hasta el suroeste peruano, incluyendo Moquegua, y deposita sobre la paleo-plataforma continental en un mar poco profundo, calizas, lutitas, areniscas y cuarcitas (Fm Socosani). Hacia la costa, en estas secuencias tenemos facies volcánicas de basaltos y andesitas que forma parte de un arco volcánico jurásico que se prolonga hasta Chile, y que en Moquegua presenta intercalaciones de calizas arrecifales (García, 1978; Atencio & Romero, 2000) que en conjunto forman la denominada Fm Chocolate (Jenks, 1948); y la más volcánica Fm Guaneros (Sánchez et al, 2000). De esta forma, la geotectónica de este sector de los Andes Centrales, es nuevamente controlada por la subducción de la corteza oceánica del Pacífico bajo el borde continental Sudamericano (Zappettini et al, 2001) la que se caracterizaría por una baja tasa de subducción con un ángulo de convergencia de placas muy oblicuo (Rössling, 2000). Esta sería la evidencia definitiva del inicio de la subducción al sur del continente hasta el paralelo de Arica (Dalmayrac et al, 1986). Posteriormente y más al este en el río Puquina, sobre la Cordillera Occidental, se emplaza una cuenca de trasarco muy subsidente que acumuló 2100 m de sedimentos silicoclásticos denominados como Grupo Yura, conformados por las Fm Puente (areniscas y limoarcillitas), Fm Cachíos (limoarcillitas negras), Fm Labra (cuarcitas y areniscas) y Fm



Gramadal (calizas y areniscas blancas), los cuales se le asigna una edad Jurásica superior (García, 1978; Atencio & Romero, 2000), de esta forma en el Titoniano, el mar ocupa casi toda la costa sur peruana.

### **Cretáceo**

En el Cretáceo temprano el territorio de la zona sur del Perú, emerge casi en su totalidad en forma de secuencias marinas calcáreas y terrígenas hasta continentales, en la denominada Cuenca Occidental (Palacios, 1995), que en el sector de Moquegua está representado por algunos afloramientos de cuarcitas, calizas, margas y lutitas, denominados inicialmente como Fm Omate (García, 1978), actualmente correlacionada con la Fm Hualhuani (Atencio & Romero, 2000).

El final del Cretáceo se caracteriza por una fase orogénica escalonada (Fase Peruana) que se caracteriza por el suave plegamiento de la secuencia marina acumulada al oeste de la cuenca andina del Perú, así como vastos cabalgamientos y un progresivo levantamiento epirogénico, así como el emplazamiento del Batolito de la Costa, representado por extensos intrusivos granodioríticos y de vulcanismo andesítico en el suroeste peruano representados en Moquegua por los conspicuos afloramientos del Grupo Toquepala (Bellido, 1979), conformados por las volcánicas Fm Toquepala (lavas andesíticas y dacíticas, rocas piroclásticas y secuencias volcanoclásticas), Fm Paralaque (lavas de andesitas, riolitas y dacitas, con secuencias volcanoclásticas) y Fm Quellaveco (formadas de lavas y rocas piroclásticas generalmente riolíticas), que estuvieron afectados por el alineamiento orogénico de dirección NO-SE (primer esbozo de la actual Cordillera Occidental) y el emplazamiento de molasas continentales como las secuencias conglomerádicas del Grupo Toquepala (Bellido, 1979), la Fm Omoye, y la Fm Jahuay, (García, 1978) correlacionable con el Grupo Puno del altiplano (Atencio & Romero, 2000), provenientes de la denudación de nuevas zonas positivas.

### **CENOZOICO**

En el Eoceno superior-Oligoceno, ocurre una fase compresiva de gran envergadura denominada *Fase Inca*. Su duración e intensidad varía según regiones. En Moquegua, se manifiesta en fallamientos que originaron la formación de las cuencas marinas (Palacios, 1995).

Seguidamente, en la Cordillera occidental, desde el norte del Perú hasta la frontera con Chile, se acentúa el emplazamiento de una cadena volcánica de naturaleza calcoalcalina de estratovolcanes y calderas asociadas de lavas y rocas piroclásticas andesíticas hasta riolíticas, en ambientes subvolcánicos subaéreos (Atherton et al, 1985). Entre las unidades más andesíticas tenemos a los Grupo Tacaza y los volcánicos más recientes como el Grupo Barroso, del cuaternario que incluyen numerosas unidades volcánicas como los Volcánicos Ubinas y muchos otras correspondientes a los aparatos volcánicos recientes. Se tienen también cuerpos subvolcánicos como un pórfido andesítico, (Marocco & Del Pino, 1966; Lipa et al, 2001). Durante el Mioceno la actividad volcánica fue intensa en la cordillera Occidental depositándose series de hasta 1000 m de depósitos piroclásticos andesíticos, dacíticos y riolíticos denominados como Fm Huaylillas (Narváez, 1964), localmente con intercalaciones de sedimentos lacustres como las Fm Maure, Fm Capillune (mas reciente), y la Fm Quemillone (Marocco & Del Pino, 1966; Bellido, 1979; García, 1978) esta última actualmente correlacionable al Maure (Atencio & Romero, 2000; Lipa et al, 2001). En este periodo se producen deformaciones a las que Steinmann denominó "Fase Quechua", y "Quechua 1" por otros autores. Esta deformación se caracterizó por ser compresiva, aunque con menores esfuerzos que los de la fase Inca, con pliegues más abiertos y fallamientos reactivados, como el sistema de fallas de dirección andina Incapuquio. Mientras todo esto ocurría, en la costa se depositaron secuencias continentales de abanicos aluviales en una cuenca de antearco denominadas como Grupo Moquegua (conglomerado y areniscas), Fm Sotillo (areniscas y limolitas) y Fm Millo (tobas y sedimentos aluviales) inmediatamente al oeste de la cordillera Occidental (Martínez. & Zuloaga, 2000).

En el Plioceno continua la intensa actividad volcánica, que progresivamente se reduce a la zona comprendida entre los 13°S y la frontera con Chile, originando aparatos volcánicos con fase explosivas y efusivas, principalmente andesíticos, formando estratovolcanes alineados en dirección NNO, en lo alto de la Cordillera

Occidental del Sur, denominado como Arco del Barroso, originado las diversas unidades del Grupo Barroso (Marocco & Del Pino, 1966; Bellido, 1979; García, 1978).

## **CUATERNARIO**

En este periodo, continuó el levantamiento de la Cordillera de los Andes, ocasionando deformaciones locales producto de este movimiento. Una intensa erosión por glaciación afectó a las cabeceras de los valles de las Cordilleras Occidental, configurando el paisaje actual. El vulcanismo continuó después de la glaciación, con efusión de cenizas, lapillis, y lavas que rellenan valles y superficies pre-establecidas, circunscribiéndose a la Cordillera Occidental. Finalmente en los últimos 11 000 años (Holoceno), el territorio peruano llega a su actual fisonomía, y la acción erosiva de los ríos se acentúa; mientras las acumulaciones fluvio-aluviales se van engrosando y la acción eólica se va acumulando en las áreas desérticas de la costa, representados por los desiertos que recubren y se interdigitan con los depósitos de conglomerados, arcillas y gravas de secuencias aluvio-fluviales.

### **2.2. Rocas intrusivas**

El magmatismo en Moquegua está representado por el Batolito de la Costa de Perú, el que continuó intruyendo hasta el terciario temprano, con tendencia de migración hacia el este (Soler, 1990). Estas rocas presentan una afinidad calcoalcalina y una naturaleza que varía entre gabros y granitos, con predominancia de tonalitas y granodioritas (Pitcher, 1979). Este batolito ha sido separado en varios segmentos, que en el sur comprende los segmentos Arequipa y Toquepala (Beckinsale et al, 1985). En Moquegua se han identificado tres superunidades del segmento Toquepala (Sánchez et al, 2000; Atencio & Romero, 2000; Martínez & Zuloaga, 2000):

#### **LA SUPERUNIDAD PUNTA COLES**

Datadas en 170 Ma (Martínez & Cervantes, 2003), es decir, del Jurásico, que son los intrusivos más occidentales, con afloramiento en las inmediaciones de Ilo, en forma alargada y paralela a la costa, y que han sido descritas como dioritas y granodioritas horbléndicas.

#### **LA SUPERUNIDAD ILO**

Datadas en 103 Ma (Martínez & Cervantes, 2003), es decir, del Albiano, que es un gran cuerpo plutónico de dirección andina, ubicada al este de Ilo, y que forma el basamento de la gran cobertura eólica y fluvial. Se han descrito granodioritas, dioritas y granodioritas horbléndicas.

#### **LA SUPERUNIDAD YARABAMBA**

Datadas entre 60 y 84 Ma (Martínez & Cervantes, 2003), es decir, Cretáceo superior y Paleógeno. Otro gran cuerpos intrusivo de orientación andina, emplazado al flanco oeste de la Cordillera Occidental, en las inmediaciones del sistema transpresivo Incahuasi, conformado de un más amplia variedad de litologías que están entre los granitos-granodioritas hasta las monzonitas-monzodioritas. En el Eoceno medio se tienen las últimas intrusiones del Batolito de la Costa del Perú (Pitcher, 1985; Soler, 1990), que finalmente alcanza 1600 Km. de largo por 50 a 80 Km, de ancho. Estas podrían estar asociados a los numerosas intrusiones menores, muchas de ellas no relacionados a unidades del batolito. Entre estas unidades menores tenemos a los pórfidos dacíticos, riódacíticos y riolíticos, algunas unidades tonalíticas y dioríticas, así como domos riolíticos (Sánchez et al, 2000; Atencio & Romero, 2000; Martínez & Zuloaga, 2000).

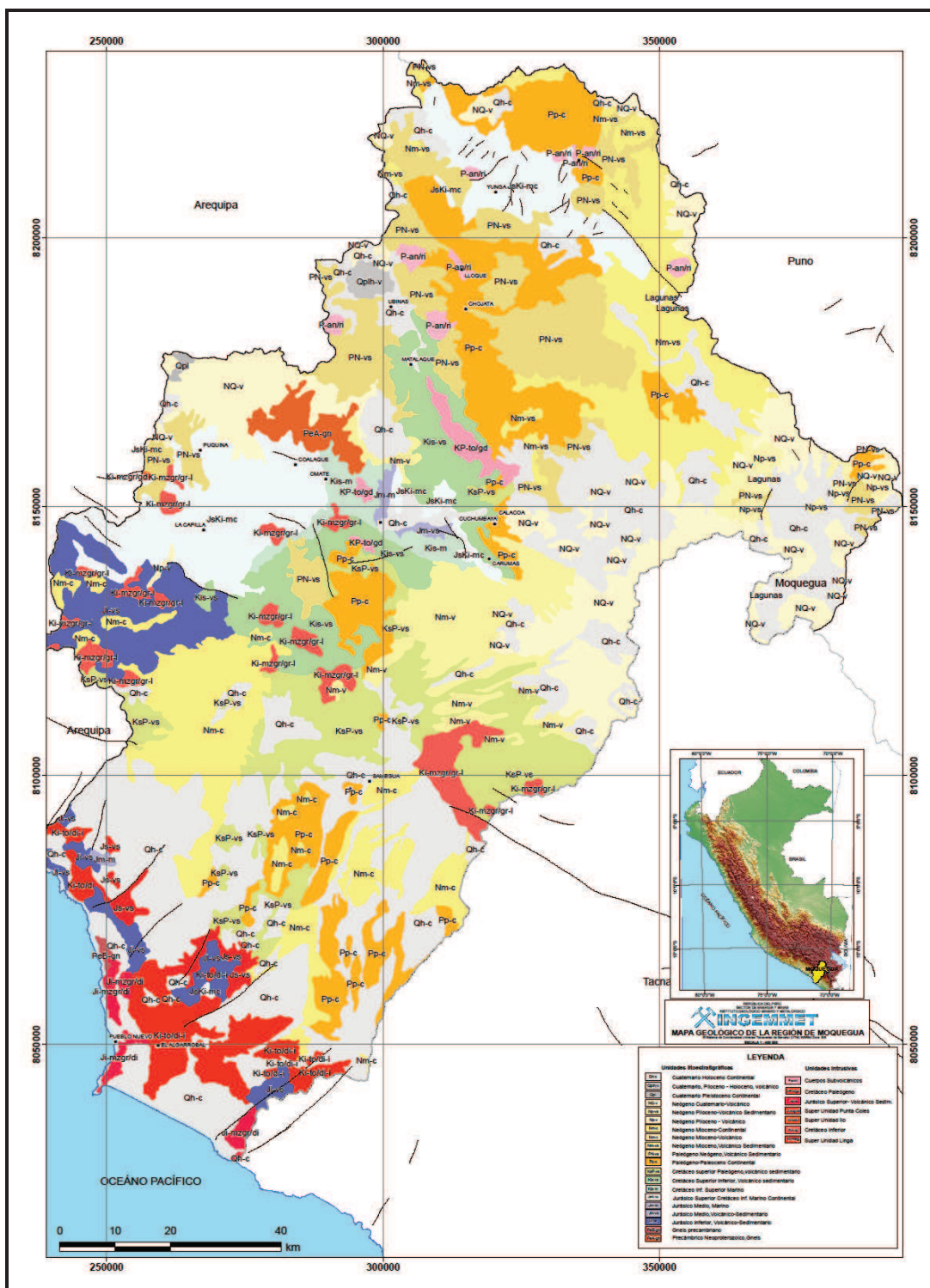


Figura 2.1.- Mapa geológico de la Región Moquegua.

## CAPÍTULO III

### GEOLOGÍA ECONÓMICA

#### 3.1. Principales depósitos minerales

##### 3.1.1. Operaciones mineras activas y cerradas

###### CUAJONE

Se localiza en Moquegua, con una altitud de 3500 msnm, en el área de la quebrada Chuntacala, afluente del río Torata. Sus coordenadas UTM son 8'115,224 N y 318,976 E. Las rocas más antiguas del área de la mina corresponden a andesita basáltica y pórfido riolítico de los miembros inferiores del Grupo Toquepala. El principal cuerpo intrusivo lo constituye un stock de pórfido de cuarzo - latita.

Estructuralmente se tiene una tendencia generalizada hacia el noroeste en el que las principales manifestaciones están representadas por la presencia de brechas, cuerpos intrusivos, diques y estructuras regionales como las fallas Botiflaca y Viña Blanca las cuales forman un corredor donde se ha emplazado el yacimiento que tiene una forma elongada en la misma dirección. El predominio de estructuras dentro del tajo tiene también una dirección noroeste.

La mineralización del yacimiento está relacionada principalmente a la intrusión de latita porfirítica que se emplazó entre 50 y 60 Ma. Presenta una mineralización regular, homogénea y tiene una mineralogía simple. Las alteraciones hidrotermales están representadas por una alteración potásica que ha sido determinada por medio de taladros diamantinos y que en la actualidad todavía no aflora en superficie, donde se observa una alteración propílica que bordea al yacimiento en un halo de aproximadamente cuatro kilómetros y una alteración retrograda filica originada principalmente por aguas meteóricas con temperaturas entre 500 y 100 °C. La mina Cuajone empezó su producción en el año 1976 y hasta el año 2008 ha producido 5'923,155 tf Cu. Sus reservas minables al 2008 llegaron a 1626 Mt con 0.544% Cu.

###### MINA SAN FRANCISCO

Está ubicado en el cerro San Francisco, 5 km al oeste en línea recta de pueblo de Matalaque. Tiene las siguientes coordenadas UTM 8'176,731 N y 301,871 E y una altitud de 3780 msnm. Políticamente pertenece al departamento de Moquegua, provincia de General Sánchez Cerro. Consta de una veta con relleno polimetálico, rumbo S 80° O y buzamiento vertical; la potencia promedio es de 0.40 m. La mina presenta otras tres estructuras filonianas, la primera de rumbo E-O, buzamiento 80° y potencia 0.60 m, la segunda S 80° E, buzamiento 80° N y potencia de 0.60 m y la tercera S 35° E, buzamiento 65° SO con 0.50 m de potencia. En estas vetas se observa galena, crisocola, malaquita, esfalerita, la ganga contiene cuarzo y óxido de hierro. La roca caja es una andesita silicificada y fuertemente fracturada correspondiente a la Formación Matalaque. Los análisis geoquímicos de una muestra dieron valores de 0.05 gr/t Au, 560 ppm Ag, 11.5% Pb, 2.67% Zn y 10% Cu. La mina al momento de la visita se encontraba paralizada y la mayor parte de las labores derrumbadas, se encontró un socavón accesible de 20 m de longitud. No hay información de reservas.

###### MINA SANTA ROSA

Esta mina se ubica en el margen derecha de la quebrada Tomalake, al sur del pueblo de Matalaque. Las coordenadas UTM son 8'173,710 N y 304,150 E, con una altitud de 3460 msnm. Políticamente pertenece al departamento de Moquegua, provincia de General Sánchez Cerro. Este yacimiento consta de vetas con

relleno de mineral polimetálico, teniendo la más importante de 1.20 m de potencia. Se observa calcopirita, galena, esfalerita y como ganga cuarzo, pirita, limonitas. La roca caja es de composición volcánica de textura porfírica que han sufrido fuerte alteración filica. La roca pertenece a la formación Matalaque. El análisis químico de una muestra de veta reporto valores de 18.75 % Pb 1.02% Cu, 183 ppm Zn y 1.5 gr/t Au. Durante el periodos 2002-2008 ha producido 10.151 tf de Au y sus reservas han sido estimadas en 5 Mt con 0.8 g/t Au.

### **MINA CERRO COLPANTO**

Esta mina está ubicada a 7 km al este del pueblo de Quinistaquillas, en la margen derecha del río Tambo. Políticamente pertenece al departamento de Moquegua, provincia de Mariscal Nieto, tiene las siguientes coordenadas UTM: 8'148,181 N, 306,536 E y una altitud de 1810 msnm. Se trata de una veta con 0.80 m de potencia; cerca del afloramiento de la veta se observan vetillas con cuarzo de 1 cm de grosor. El relleno mineral está constituido por galena, esfalerita, calcopirita, malaquita, azurita y como ganga cuarzo y pirita. La roca caja es hipabisal y de composición microdiorítica porfírica bastante propilitizada, de edad del Terciario Inferior. El análisis químico de una muestra de veta reporta 314 ppm Ag, 0.02 gr/t Au, 25% Pb, 1.97% Cu y 3 700 ppm Zn. Actualmente está paralizada, no hay datos de reservas, las labores subterráneas están inaccesibles.

### **MINA IDHELMA**

Este yacimiento se encuentra ubicado en el distrito de Ilo, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, cuadrángulo de Clemesí y las coordenadas UTM son 8'065,902 N y 274,599 E. El marco geológico lo constituyen rocas metamórficas como esquistos, cuarcitas con apófisis de intrusivos granodioríticos. El área está fuertemente fracturada, con presencia de óxido de hierro, moderada oxidación y estructuras mineralizadas en forma de vetas con calcopirita, pirita, bornita, rellenando fracturas y diseminados en las paredes de las vetas. La roca caja presenta silicificación intermedia.

El yacimiento es de tipo vetiforme y rellena fracturas emplazadas en esquistos. La estructura principal tiene una potencia entre 1.5 y 2 m, presenta mineralización de cobre y algunas venillas muy finas de manganeso. Los minerales mena son calcopirita, bornita, malaquita y la ganga está compuesta por cuarzo, calcita, pirita, limonita y sílice. Presenta un moderado fracturamiento de la roca, principalmente en los metamórficos con relleno de fracturas formando finas venillas de manganeso, en los contactos con intrusivo fuerte alteración filica con moderada agilización y relleno de fracturas limitantes de vetas con mineralización de calcopirita, bornita, pirita y óxidos de cobre.

### **MINA CHAPI**

El yacimiento se ubica en el flanco izquierdo de la Cordillera Occidental, entre los 2300 y 2800 msnm. Las coordenadas UTM de la parte central son 8'143,612 N y 248,425 E. Se localiza en el extremo norte del alineamiento de yacimientos de pórfido de cobre Toquepala, Cuajone, Quellaveco y Cerro Negro, región de rocas intrusivas acidas, que en conjunto están dentro del gran geosinclinal andino correspondiente al Sur del Perú. Las rocas volcánicas ande síticas de la Formación Chocolate son las más antiguas, y la formación Yura suprayacen discordantemente a la formación Chocolate, la que está constituida por alternancia de lutitas, areniscas y cuarcitas con pequeñas cantidades de caliza. Atravesando a estas secuencias existen rocas acidas del Paleógeno, formando pequeños stocks de granodiorita, diorita, pórfido de cuarzo y diques de andesita al norte de la falla Chapi.

El rasgo estructural más relevante es un graben de aproximadamente 4 km de largo por 1.5 km de ancho, limitado por fallas de orientación NO-SE (fallas Chapi y América). En el graben afloran rocas silicoclásticas y carbonatadas correspondientes a las formaciones Hualhuani y Gramadal; mientras que en los bloques adyacentes afloran los clásticos del Grupo Yura y las andesitas de la formación Chocolate. Esta mina ha



tenido dos periodos de producción: 1936 – 1985 y 2006-2008, desde entonces ha producido cerca de 170,000 tf de cobre. Durante 1985 - 2005 estuvo paralizada y formaba parte de los proyectos mineros de inversión. Sus recursos se han estimado en 63 Mt con 1.06%Cu el año 2007.

### **MINA BLANCA**

El área se encuentra localizada en el distrito de Matalaque, provincia Gral. Sanchez Cerro, departamento de Moquegua a 2 km al noroeste de la ciudad de Matalaque. Tiene las siguientes coordenadas 302,813E, 8°17'77.9N y se encuentra a una altitud entre los 3402 msnm. Se ubica en el cuadrángulo de Ichuña (33-u).

En la zona de estudio se encuentra la formación Matalaque que está compuesta por rocas volcánicas tales como andesitas, dacitas, aglomerados y brechas volcánicas. Las andesitas son de color gris verdoso, textura porfirítica, con plagioclasas macladas y tabulares alteradas a clorita-epídota, esporádicamente presenta cristales de hornblenda (Lipa, V. et al. 2001). Las lavas pardo rojizas corresponden a dacitas de textura porfidotraquítica; los aglomerados y brechas tienen una composición andesítica moderadamente cloritizadas, carbonatadas, sericitizadas y argilizadas.

En el cuadrángulo de Ichuña, tectónicamente se han reconocido tres fases de movimientos. Regionalmente en la zona de estudio se encuentra una fase intensa que ha tenido lugar durante el Cretáceo superior, afectando muy fuertemente al grupo Yura y al volcánico Matalaque. Esta fase tectónica es responsable de la discordancia angular Yura-Puno. Las estructuras presentan direcciones Noroeste-Sureste, con pliegues asimétricos (Marocco, R. & Del Pino, M. 1966). Localmente está dominado por estructuras de vetas con cuarzo y galena con dirección entre 072/84, 065/76 al S y 058/86 SE.

Las rocas presentan silicificación, cuarzo-sericita y parches de óxidos de hierro. También se reconocen vetillas de cuarzo sacaroideo, drusiforme y de calcedonia. La mineralización económica está relacionada con vetas de cuarzo-galena junto con malaquita y neotocita?. (Figura 3.1)





Figura 3.1.- Izquierda, Galería que sigue la veta cuarzo-galena N072/84 SE en la Mina Blanca. Derecha superior. Cristales de calcita lamelar. Derecha abajo. Vetillas de cuarzo con impregnaciones de malaquita.

### 3.1.2. Proyectos y prospectos

#### CHUCAPACA

El proyecto Chucapaca se localiza en las coordenadas UTM: 332,600 E y 8'208,046 N, en la provincia de General Sanchez Cerro, en el distrito de Ichuña. El proyecto lo desarrolla la empresa peruana Cía. de Minas Buenaventura junto a Gold Fields, y se estima un recurso mineral de 5.6 millones de onzas equivalentes. Se informa que a inicios del año 2015 comenzaría la producción del proyecto de oro Chucapaca, que contempla una inversión de unos 750 millones de dólares. En Chucapaca se estima un recurso mineral de 5.6 millones de onzas equivalentes, con una mineralización potencial que podría ampliarse con un programa de perforación. Los recursos se han calculado en 83.7 Mt con 1.9 g/t Au, 0.09% Cu y 8.2 g/t Ag (Fuente: Buenaventura).

#### QUELLAVECO

El yacimiento Quellaveco es un pórfido de Cu-Mo, ubicado a 36 km al este de la ciudad de Moquegua, a una altitud de 3550 a 3900 msnm. En el área aflora una secuencia volcánica constituida por riolitas y andesitas, intruídas por un plutón de naturaleza tonalítica, granodiorítica, estas a su vez fueron intruídas por un stock cuarzo-monzonítico. Sus coordenadas UTM son 8'107,795 N y 330,893 E.

Los lineamientos estructurales predominantes tienen una orientación NO-SE, coincidente con el eje mayor del stock cuarzo-monzonítico. Este yacimiento tiene una distribución zonal de la alteración y mineralización, observándose un halo circundante de alteración propilítica, una zona central con cuarzo-sericita (alteración filica) y una zona inferior de alteración cuarzo-biotita-sericita (alteración potásica). La mineralización tiene un zonamiento vertical, la proporción de calcopirita se incrementa con la profundidad, alcanzando los mayores valores en la zona de mayor alteración filica. Las dimensiones del yacimiento son de 1.9 km de largo con un ancho promedio de 900 m. Las reservas del yacimiento alcanzan los 947 Mt de mineral con una ley promedio de 0.63% Cu y 0.02% Mo (incluye 213 Mt de Cu secundario con 0.94%Cu, 0.014% Mo y 1.74 g/t Ag).

#### LOS CALATOS

El prospecto se ubica en el cerro Los Calatos, al oeste de los caseríos Jaguay Grande y Jaguay Chico, cerca de la pampa Terrones. Departamento de Moquegua, provincia de General Sánchez Cerro, tiene las siguientes coordenadas UTM 8'130,000 N y 286,222 E.

Se trata de rocas volcánicas fuertemente alteradas, se han reconocido 4 tipos de alteraciones (filica, propilítica, epidota-clorita y silico-argilica) que abarca un área de aproximadamente 1000 m por 500 m. Se observa en superficie bastante oxidación "leach capping" con presencia de jarosita (60%), hematita (25%) y goethita (15%). La abundancia de jarosita y hematita indican una lixiviación intensa de sulfuros y la formación de una zona de enriquecimiento secundario en profundidad. Estas rocas alteradas pertenecen a la Formación Matalaque, cerca de ellos afloran rocas intrusivas de composición granodiorita de posible edad del Terciario inferior. Las estructuras que controlan la mineralización tienen rumbos NE-SO, N-S y E-O y han favorecido el emplazamiento del stock y el brechamiento de tipo hidrotermal.

Estudios minerográficos realizados en el INGENMET (2000), reportan la presencia de pirita, hematita, goethita y limonitas, rellenando fracturas y cavidades. La roca en si esta intensamente alterada a cuarzo-sericita-limonita. Los resultados de los análisis geoquímicos de rocas indican valores de 5.7 ppm Ag, 0.03 gr/t Au, 700 ppm Cu, 285 ppm Pb y 589 ppm As. Se estima reservas de 8 Mt con 0.82% Cu (Fuente: American Barrick)

### 3.1.3. Ocurrencias y anomalías

#### MATALAQUE (ANEXO YALAUQUE)

El área se encuentra localizada en el distrito de Matalaque, provincia Gral. Sanchez Cerro, departamento de Moquegua a 400 m al oeste del sector Yalauque. Tiene las siguientes coordenadas 314,109E, 8´163,456N y se encuentra a una altitud entre 2647 a 3091 msnm. Se ubica en el cuadrángulo de Omate (34-u).

Entre las localidades de Muilaque y Candahua aflora un stock de forma alargada de dirección SSE – NNO, el cual ha intruído a la Formación Matalaque compuesta de andesitas, dacitas, aglomerados y brechas. El intrusivo petrográficamente está compuesto por plagioclasa y feldespato potásico, como minerales accesorios se tiene cuarzo, anfíboles, biotita, piroxenos, cloritas y epidota, y como secundarios cloritas, sericita y limonitas. Las plagioclasas son tabulares, macladas, zonadas y se encuentran alteradas a sericita, epidota y clorita, además se nota un intercrecimiento de feldespato potásico y cuarzo. (Quispesivana, L. & Zapata, A., 2000).

Los principales rasgos estructurales tales como plegamientos y fallamientos se encuentran caracterizados en el dominio estructural Mesozoico-Paleógeno, los cuales se ubican al suroeste de la zona de estudio. Estos terrenos han soportado movimientos tectónicos de gran intensidad ocurridos durante el Cretáceo superior y el Paleógeno; incluyendo movimientos posteriores considerados de menor magnitud dando lugar a fallamientos, siendo el más importante el que está localizado frente a la pampa San Lorenzo donde una falla normal de dirección NNO-SSE pone en contacto las unidades superiores del Grupo Yura con la Formación Matalaque. Así también se tiene la Falla Pachas de rumbo ONO-ESE que afecta rocas Cretáceas de las formaciones Matalaque y Huaracane. (Quispesivana, L. & Zapata, A., 2000). Se han tomado datos estructurales de campo de dos fallas de rumbo con direcciones 036/63 NE y 046/72E.

En la zona de estudio el intrusivo presenta vetillas de clorita-epidota con halos de feldespato y feldespato-clorita, así como vetillas de turmalina-feldespato-potásico-cuarzo. (Figura 3.2) La mineralización ocurre como calcopirita diseminada en porcentajes menores que 1%, junto con malaquita y óxidos de hierro.

#### CERROS COLLAHUAQUE Y CASERÍO COAPAMPA

Las áreas se encuentran localizadas en el distrito de Matalaque, provincia Gral. Sanchez Cerro, Región Moquegua, aproximadamente a 5-6 km al noroeste de la ciudad de Matalaque. Se ubican en el cuadrángulo de Ichuña (33-u).

Las anomalías de los Cerros Collahuake tienen las siguientes coordenadas: 299,401E, 8´177,300N y se encuentra a una altitud entre los 4148 msnm. Mientras que las anomalías del Caserío Coapampa tienen las coordenadas 300602E, 8178371N a una altitud entre los 3755 msnm.

La Formación Matalaque está compuesta de rocas muy alteradas, debido esencialmente a un metamorfismo de contacto ocasionado por el intrusivo granodiorítico de Chijulaque. Las rocas presentan un fuerte diaclasamiento que se manifiestan en bloques de 10 a 20 cm de arista (Marocco, R. Del Pino, M. 1966).

En el cuadrángulo de Ichuña, tectónicamente se han reconocido tres fases de movimientos. Regionalmente en la zona de estudio se encuentra una fase intensa que ha tenido lugar durante el Cretáceo superior, afectando muy fuertemente al grupo Yura y al volcánico Matalaque. Esta fase tectónica es responsable de la discordancia angular Yura-Puno. (Marocco, R. & Del Pino, M. 1966)

En los Cerros Collahuake se puede apreciar una extensa área argilizada con presencia de óxidos de hierro. Las rocas alteradas presentan sericita-arcillas con sulfuros diseminados y goethita. (Figura 3.3) En el Caserío Coapampa se ha reconocido rocas argilizadas con arcillas tipo caolinita? y óxidos de Hierro. Las

rocas alteradas presentan vetillas de cuarzo-calcedonia y sílice gris.



Figura 3.2.- Izquierda: Espejo de falla de rumbo dextral en roca intrusiva con crecimientos de cristales de feldespato-epidota. Derecha arriba: Intrusivo con turmalina y malaquita. Derecha abajo: Venilla de feldespato-epidota con neotocita?



Figura 3.3.- Arriba: Cerros Collahuague con rocas alteradas a sericita-arcillas, sulfuros diseminados y goethita. Abajo: Caserío Coapampa donde se aprecia afloramientos argilizados con vetas de cuarzo-calcedonia con sílice gris (sulfuros) y goethita.



### CERRO COLLAHUAQUI-CHACCHAJEN

El área se encuentra localizada en el distrito de Matalaque, provincia Gral. Sanchez Cerro, departamento de Moquegua, aproximadamente 1.5 km al sureste de la caserío de Janagua. Tiene las siguientes coordenadas 305,191E, 8°17'46N y se encuentra a una altitud entre los 2583 msnm. Se ubica en el cuadrángulo de Ichuña (33-u).

Los afloramientos corresponden a la formación Matalaque, rocas muy alteradas, debido esencialmente a un metamorfismo de contacto ocasionado por el intrusivo granodiorítico de Chijulaque (Marocco, R. & Del Pino, M. 1966). En los caseríos de Huarina y Janagua se encuentra dos fallas de rumbo con dirección NO-SE. En el Cerro Chachajen se encuentran estructuras con dirección 033/72SE y 048/83NO con cuarzo-sericita y óxidos de hierro.

La roca presenta una alteración cuarzo-sericita con fragmentos silicificados de cuarzo-jarosita-azufre. Las rocas alteradas están cortadas por vetillas de cuarzo gris y cuarzo-pirita-hematita. (Figura 3.4) La mineralización se presenta como especularita, óxidos de hierro y cuarzo en bandas. También se encuentran brechas con hematita-especularita y fragmentos angulosos con cuarzo-sericita.



Figura 3.4.- Arriba: Labor minera artesanal en el Cerro Collahuauqui-Chacchajen. Abajo izquierda: Alteración cuarzo-sericita con jarosita y óxidos de hierro. Abajo derecha: Roca alterada con jarosita, goethita y especularita.

### 3.2. Franjas metalogenéticas

La región Moquegua tiene 7 franjas metalogenéticas que tienen dirección NO-SE. (Figura 3.5)

#### **FRANJA IV DE PÓRFIDOS Cu-Mo DEL JURÁSICO MEDIO**

Se localiza en la Zona Costera del sur del Perú. Esta franja se encuentra controlada por el sistema de fallas NO-SE Ica-Islay-Ilo y fallas menores NE-SO y N-S. Las rocas hospedantes están formadas por andesitas de la Fm Chocolate. No existen ocurrencias en este sector, sin embargo hacia el NO en la región Arequipa se encuentra el proyecto minero Tía María y otras ocurrencias de cobre. La edad de mineralización de esta franja se encuentra entre 155 y 166 Ma (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. Esta franja comprende la Superunidad Intrusiva Punta Coles del Batolito de la Costa y no se reconocen ocurrencias importantes en la región Moquegua, salvo al NO, donde se ubica el depósito Rosa María (Cu-Au) en Arequipa y la Mina Marcona (Fe) en Ica. La edad de mineralización de esta franja se encuentra entre 164 y 145 Ma (Acosta, 2006a, b; Acosta et al., 2008).

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

Esta franja comprende dos segmentos en el territorio nacional, de los cuales el segmento Ica-Islay-Ilo corresponde a esta región. Los controles estructurales están constituidos por la prolongación del sistema de fallas NO-SE Ica-Islay-Ilo y fallas menores NE-SO. Las ocurrencias importantes se encuentran en Ilo, donde la mineralización se encuentra en vetas de Cu-Au como es el caso de Santiago, Valparaíso y Licón, la cual está relacionada con un plutón granodiorítico-tonalítico leucocrático de edad ~100-105 Ma (Clark et al., 1990) No se tienen datos de la edad de mineralización de esta franja, sin embargo podría ser posterior a la edad del plutón (Acosta, J., 2006a, b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

#### **FRANJA X DE PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR**

La mineralización está relacionada con intrusivos graníticos del Cretácico superior del Batolito de la Costa y está controlada por las fallas NO-SE de los sistemas de fallas Incahuico, así como por fallas menores con orientación N-S. En la región Moquegua se ha reconocido en esta franja los pórfidos (Cu-Mo) El Chorro y El Yaral. La edad de mineralización de esta franja se encuentra 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 la franja más importante de la región, la cual se extiende en el flanco Oeste de la Cordillera Occidental del sur del Perú y alberga 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 Incahuico. 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 los depósitos Cerro Verde (Arequipa), Toquepala (Tacna) y posiblemente Chapi (Moquegua). La segunda época es del Eoceno (54 y 52 Ma), caracterizada por los depósitos de Cuajone y Quellaveco ubicados en 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).

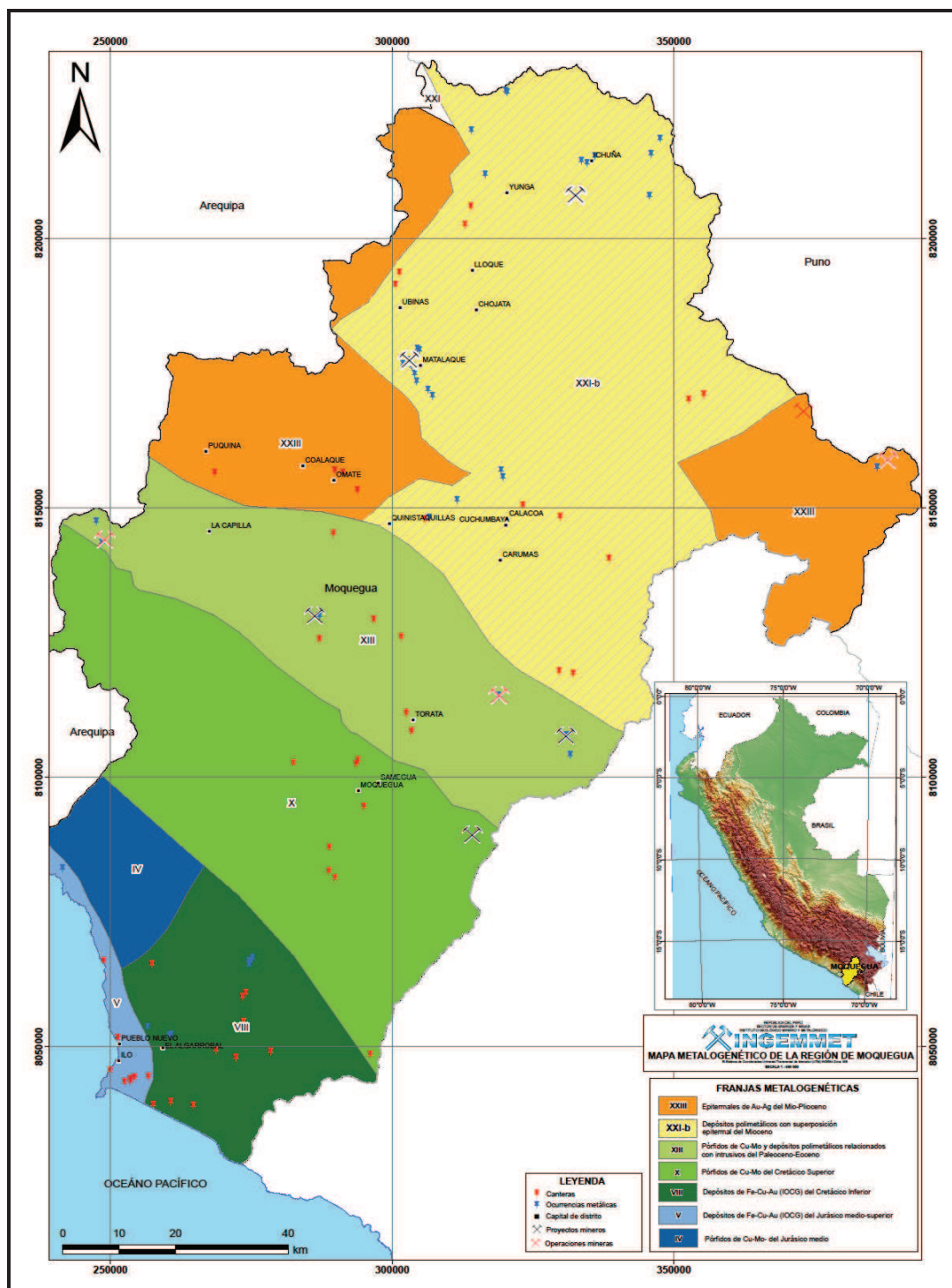


Figura 3.5.- Mapa metalogénico de la Región Moquegua.

**FRANJA XXIB DE DEPÓSITOS POLIMETÁLICOS CON SUPERPOSICIÓN EPITERMAL Au-Ag DEL**



**MIOCENO.**

Esta franja epitermal se encuentra en la Cordillera Occidental. Las rocas hospedantes están formadas por rocas volcánicas del Grupo Tacaza de edad miocénica y secuencias silicoclásticas del Grupo Yura. La mineralización polimetálica es de tipo Cu, Au, Pb y Zn y esta superpuesta por eventos epitermales de Au-Ag. La geometría corresponde a cuerpos y vetas asociadas a los corredores formados por los sistemas de fallas Incapuquio y Condorama-Caylloma. Esta franja se extiende hacia la región Puno donde se encuentran importantes yacimientos como Tacaza, Santa Bárbara, Berenguela y San Antonio de Esquilache. En Moquegua, esta franja aloja al depósito de Chucapaca (Au-Ag-Cu). La edad de mineralización está asociada a intrusivos de edades comprendidas entre 22 y 19 Ma (Quispe, 2004; 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°30'-18°). La mineralización de Au-Ag, está relacionada con actividad magmática Mio-Pliocena. Sus controles estructurales son fallas NO-SE del sistema de fallas Cincha-LLuta, así como, fallas menores E-O. Las edades de mineralización de esta franja se registran entre 7 y 1 Ma, constituida principalmente por depósitos epitermales de Au-Ag de alta sulfuración. Esta franja se encuentra segmentada en dos zonas, una al oeste y otra al este donde se encuentran las operaciones mineras de Au-Ag de alta sulfuración de Tucari y Santa Rosa (Quispe, 2004; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

**3.3. Producción y reservas metálicas**

Moquegua es llamada la región del cobre porque posee las mayores reservas del país, se explica ello por su territorio volcánico. La provincia de Mariscal Nieto posee el 99% de los yacimientos de cobre y de polimetálicos que se encuentran en la región como: molibdeno, plomo, selenio, zinc y plata. Cabe destacar el molibdeno cuya explotación se realiza mayormente en Toquepala, siendo un importante ingreso no sólo para la región sino también para el país. Si nos referimos en términos porcentuales, basados en datos estadísticos mineros del año 2010, se tiene que la región de Moquegua posee 174,589 Toneladas métricas finas de Cobre y se ubica en el tercer lugar con el 14.0 % de la producción nacional. En cuanto al Oro, posee 212 Miles de onzas Finas de Au y está ubicado en el quinto lugar con un 4.04 % de la producción nacional.

**PRODUCCIÓN**

La Tabla y Figura 3.6 muestran la producción metálica de la región durante los últimos 10 años. Así tenemos que para el oro en el año 2000 registró un producción mínima de 0.2 toneladas. A partir del 2002 la producción se incrementó y se ha mantenido entre 5 a 6 toneladas promedio. Cabe resaltar que esta producción proviene de las minas Tucari y Santa Rosa principalmente, sin embargo, Cuaajone también produce oro como subproducto. La plata al igual que el oro no registró producción durante el 2001 pero alcanza sus mayores registros durante los años 2000, 2009 y 2010 con un promedio de 140 toneladas, la cual proviene como subproductos de las minas de oro. La producción de cobre alcanzó su mayor producción en el año 2000 con más de 233,000 toneladas, durante los siguientes años ha mantenido una producción promedio de 180,000 toneladas provenientes de las minas Cuaajone y Chapi.

**TABLA 3.6: PRODUCCIÓN METÁLICA (Toneladas métricas finas)**

Metal / Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oro	0.21	0.00	1.75	3.35	4.10	6.56	5.91	5.27	4.76	5.47	6.60
Plata	138.14		67.13	78.45	92.18	84.63	81.36	117.69	122.65	143.05	141.98
Cobre	233,638	165,139	168,067	189,816	199,890	169,530	184,567	194,152	206,442	197,776	174,589

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

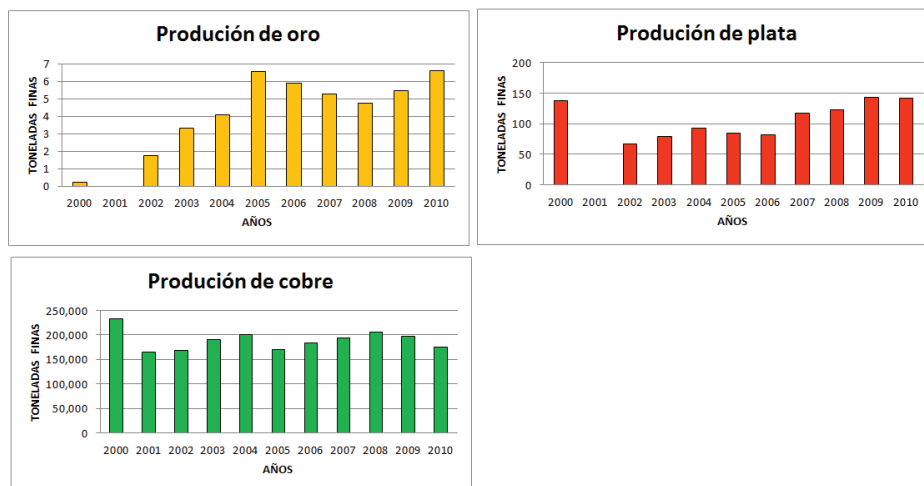


Figura 3.6.- Producción metálica (toneladas métricas finas) de la Región Moquegua. Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM.

**RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES**

En la Tabla y Figura 3.7 se aprecia que las mayores reservas metálicas registradas durante el periodo 2005-2009 corresponden al cobre con un promedio de 17 Mt por año, donde el año 2009 alcanzó aproximadamente 20 Mt. Con respecto al molibdeno, las reservas se calcularon en 202,000 toneladas durante el 2005, posteriormente estas se incrementaron hasta sobrepasar las 630,000 toneladas a fines del 2009. Las reservas de cobre y molibdeno se encuentran principalmente en Cuajone, Quellaveco y Los Calatos. En el caso del oro, en el año 2006 se registran las mayores reservas con cerca de 460 toneladas, es decir casi cuatro veces más de las calculadas el año anterior. Durante los siguientes años estas reservas sufren un abrupto declive alcanzando las 22 toneladas promedio. Las reservas de oro se encuentran en las minas de Tucari y Santa Rosa, así como en el proyecto Chucapaca. La plata solo registra reservas durante los años 2006 y 2007 con 0.7 y 6.8 toneladas respectivamente.

TABLA 3.7: RESERVAS METÁLICAS (Toneladas métricas finas)

Metal / Años	2005	2006	2007	2008	2009
Oro	96.69	459.84	0.12	39.00	25.75
Plata		0.69	6.79	0.00	0.00
Cobre	16,103,133	16,272,671	18,340,947	17,542,184	19,621,963
Molibdeno	202,561	210,260	318,520	410,563	631,275

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

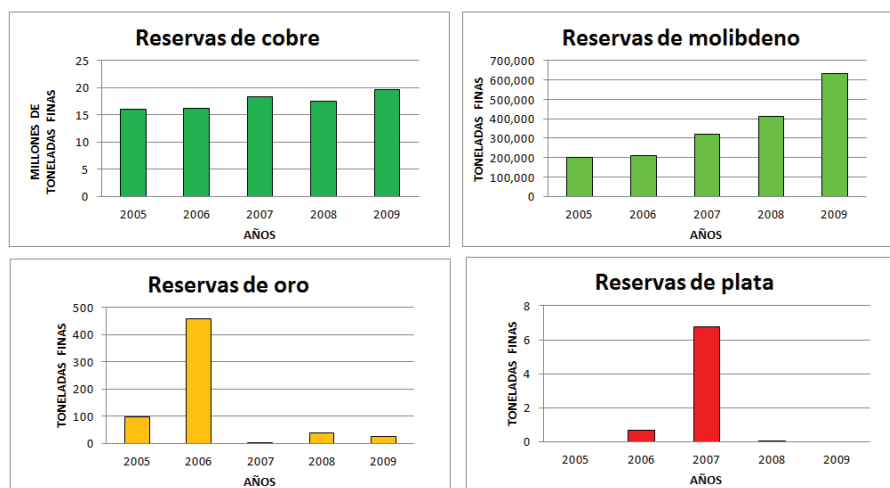


Figura 3.7 Reservas metálicas probadas y probables (toneladas métricas finas) de la Región Moquegua. Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM

## REFERENCIAS

- ACOSTA et al. (2009) - Memoria Mapa Metalogenético del Perú 2009. INGEMMET. Dirección de Recursos Minerales y Energéticos. Programa de Metalogenia; 17p.
- ACOSTA, J., QUISPE, J., SANTISTEBAN, A. & ACOSTA, H. (2008).- Épocas metalogenéticas y tipos de yacimientos metálicos en la margen occidental del sur del Perú: latitudes 14°s - 18°s. CD Resúmenes extendidos XIV Congreso Peruano de Geología, C28.
- ATENCIO, W. & ROMERO, D (2000).- Memoria descriptiva de la geología del cuadrángulo de Puquina (34-t), Escala 1:50 000. Lima: INGEMMET,
- BELLIDO, E (1979) - Geología del cuadrángulo de Moquegua (35-u). INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 15, 78 p.
- BELLIDO, E. & GUEVARA, C. (1963) - Geología de los cuadrángulos de Punta de Bombón y Clemesí. Carta Geológica Nacional. Bol. N° 5 Serie A. Ingemmet. Lima
- DALMAYRAC, B.; LAUBACHER, G. & MAROCCO, R. (1986) - Caracteres generales de la evolución geológica de los Andes peruanos. Inst. Geol. Min. Met., Lima, 12 Serie D, 348 p GARCÍA, W. (1978).- Geología de los cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma, hojas 34-t, 34-u, 34-x, 34-y. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, N°. 29, 63 p.
- JENKS, W. (1948) - Geología de la Hoja de Arequipa. Bol. Inst. Geol. Perú, Lima, 9, p. 105-204 LIPA, V.; VALDIVIA, W.; CARRASCO, S. (2001).- Memoria explicativa de la revisión geológica del cuadrángulo de Ichuña (33-u), Escala 1:50 000. Lima: INGEMMET
- LIPA, V.; VALDIVIA, W. & CARRAZCO, S. (2001) - Memoria explicativa de la revisión geológica del cuadrángulo de Ichuña (33-u), escala 1:50000. INGEMMET, 12 p.
- NARVAEZ, S. (1964) - Geología de los cuadrángulos de Ilo y Locumba. Carta Geológica Nacional Bol. N° 7 Serie A. Ingemmet. Lima
- MAROCCO, R. & DEL PINO, M. (1966) - Geología del Cuadrángulo de Ichuña (hoja 33-u). INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, vol. 14, 57 p.
- MARTÍNEZ, W. & ZULOAGA, A. (2000) - Memoria explicativa de la geología del cuadrángulo de Moquegua (35-u), Escala 1:50 000. Lima: INGEMMET, 12 p.
- QUISPE SIVANA, L. & ZAPATA, A. (2000) - Memoria explicativa de la geología del cuadrángulo de Omate (34-u), Escala 1:50 000. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 23 p.
- SÁNCHEZ, A.; ROSELL, W.; RAYMUNDO, T. (2000) - Memoria explicativa de la revisión geológica en los cuadrángulos de Punta de Bombón (35-s), Clemesí (35-t), Ilo (36-t), Locumba (36-u), La Yarada (37-u), Tacna (37-v), Huaylillas (37-x), Juli (33-y), Pizacoma (34-y) e Isla Anapia (33-z), Escala 1:100 000. Lima: INGEMMET.