



INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO

DIRECCION DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

PROGRAMA DE METALOGENIA

PROYECTO GE 33

“METALOGENIA Y GEOLOGÍA ECONÓMICA POR REGIONES”



Foto: Laguna de la Huacachina, oasis ubicado a 5 km al oeste de la ciudad de Ica.

MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LA REGIÓN ICA

Preparado por:

Jorge ACOSTA, Italo RODRIGUEZ, Alexander FLORES & 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 una memoria de la geología económica con los recursos minerales metálicos que incluyen las minas y proyectos de la región Ica.

La publicación se ha denominado “*Memoria sobre la Geología Económica de la Región Ica*”, 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 gobiernos regionales, inversionistas, comunidad científica e interesados, la información detallada del estado y perspectivas de cada uno de los principales proyectos mineros metálicos.

El estudio proporciona información completa, veraz y actualizada sobre el detalle de las operaciones mineras y proyectos que comprende la región Ica. Para cada operación minera, proyecto y prospectos, se ha 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 contribuyen a mantener la difusión de las principales actividades mineras, en beneficio y apoyo al desarrollo sostenible de la región Ica.

INDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	3
1.1. Ubicación y accesibilidad	3
1.2. Clima e hidrografía	3
1.3. Fisiografía	3
1.4. Geomorfología	5
1.5. Población y actividad económica	7
CAPÍTULO II: MARCO GEOLÓGICO	12
2.1. Unidades litoestratigráficas	12
2.2. Rocas intrusivas	16
CAPÍTULO III: GEOLOGÍA ECONÓMICA	22
3.1. Principales depósitos minerales	22
3.2. Franjas metalogenéticas	28
3.3. Producción y reservas metálicas.....	32
CAPÍTULO IV: ACTIVIDAD MINERA.....	35
4.1. Pequeño productor minero.....	35
4.2. Productor minero artesanal	35
REFERENCIAS.....	38

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Ubicación y accesibilidad

La región de Ica se encuentra ubicada en la costa sur, a 306 Km. de la ciudad de Lima, abarcando una superficie de 21,328 km², equivalente al 1.7% del territorio nacional, la que incluye 22 km² de superficie insular oceánica. Limita por el norte con Lima, por el este con Huancavelica y Ayacucho, con Arequipa por el sur y al oeste con el Océano Pacífico (Figura 1.1).

Políticamente se encuentra dividido en 5 provincias: Ica, Chincha, Nazca, Palpa y Pisco, y 43 distritos, siendo su capital la ciudad de Ica que tiene una altitud media de 406 msnm. La región presenta altitudes desde 2 msnm en Paracas hasta los 3796 msnm en San Pedro de Huacarpansa. Su territorio comprende las coordenadas geográficas entre los paralelos 12° 57' 42" y 15° 26' 36" Latitud sur y entre los meridianos 75° 36' 43" y 76° 23' 48" Longitud oeste.

La región de Ica está estratégicamente ubicada respecto a la infraestructura vial nacional. La vía principal lo constituye la Carretera Panamericana Sur, el trayecto Lima - Ica cubre una distancia de 300 km con una duración de aproximadamente 4 o 5 horas. Por la provincia de Pisco se tiene la carretera o vía Los Libertadores, que conecta al departamento directamente con la sierra central y sur del Perú.

Además posee infraestructura aérea importante como un aeropuerto internacional en Pisco, dos aeródromos en las provincias de Ica y Nazca, y dos pistas de aterrizaje en las provincias de Palpa y Marcona.

1.2. Clima e hidrografía

Ica posee un clima cálido y seco con una temperatura media en verano de 27°C y en invierno de 18°C. Normalmente la temperatura máxima no excede los 30°C y la mínima no desciende a menos de 8°C. Una característica de su clima son los fuertes vientos denominados "paracas", que suelen levantar grandes nubes de arena. Los principales ríos de la región son San Juan, Pisco, Ica y Río Grande.

1.3. Fisiografía

Presenta una notable configuración geográfica, ya que es la única región de la costa sur formada por planicies o llanuras costeñas, donde destacan extensos desiertos como las pampas de Lancha y Villacurí, toda vez que la cordillera de Los Andes se levanta al interior de su territorio. Asimismo, algunos plegamientos geológicos han determinado la formación de terrenos que avanzan hasta el mar, dando lugar a la península de Paracas, mientras que al sur, unas formaciones aisladas han determinado el complejo de Marcona, donde se ubican los más grandes depósitos de hierro de la costa del Pacífico.

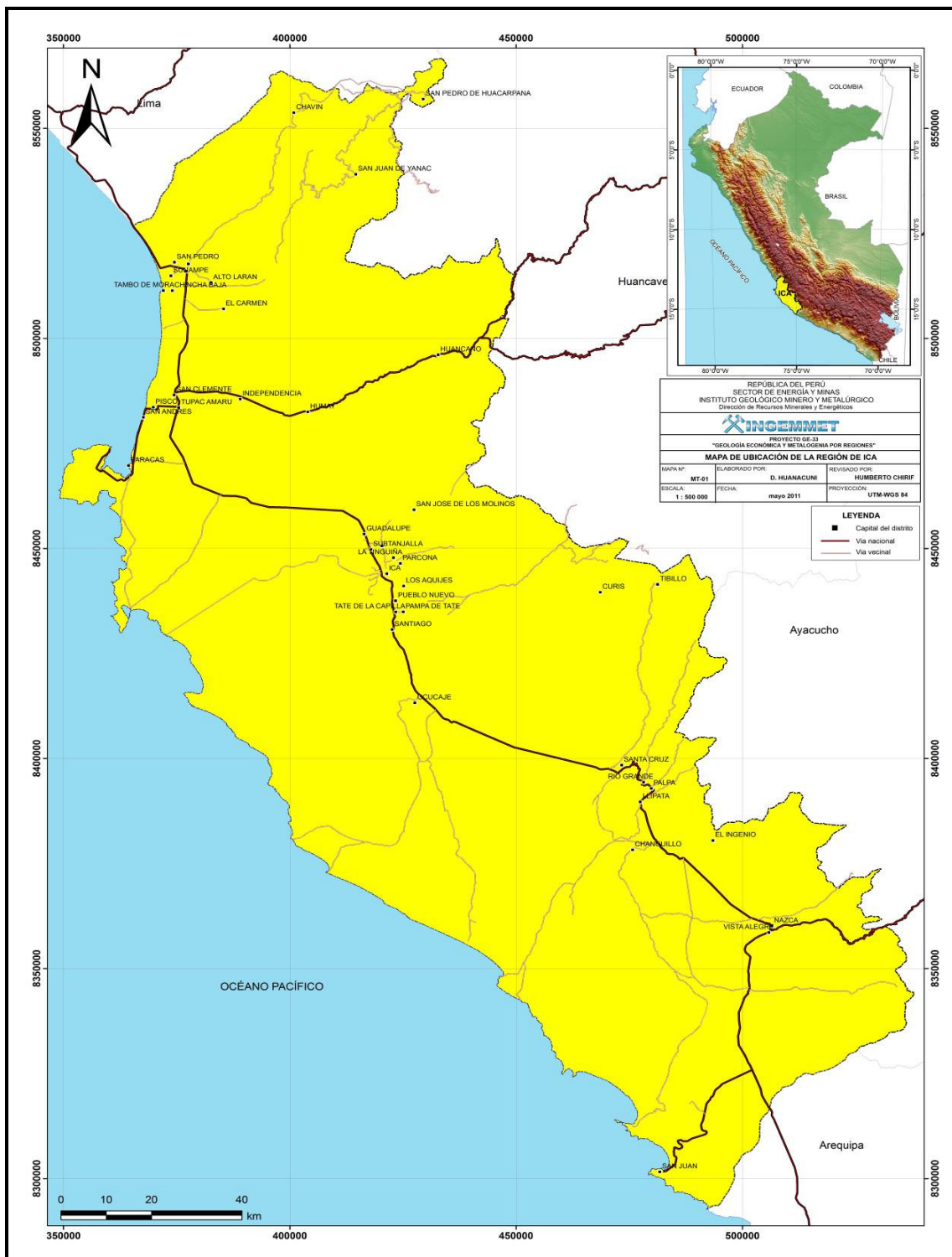


Figura 1.1.- Mapa de ubicación de la región Ica.

1.4. Geomorfología

La región de Ica por encontrarse en la vertiente del Pacífico, comprende un territorio que cubre la faja costanera y parte de la región cordillerana, donde se han desarrollado unidades geomorfológicas sobresalientes, con una distribución discontinua y labradas en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias (ver Figura 1.2).

FRENTE ANDINO

Presenta una morfología plana a ondulada que comprende altitudes variables entre 2,000 y 4,000 msnm. Presenta característicamente cerros con una topografía abrupta.

PLANICIE COSTERA

Es una superficie baja y ligeramente ondulada comprendida entre la cordillera de la costa y las estribaciones andinas constituyendo estructuralmente un graben, y rellenado parcialmente por sedimentos terciarios subhorizontales, acumulaciones aluviales y eólicas. Caracterizada por la presencia de amplias pampas, ocasionalmente las pampas están interrumpidas por lomadas de relieve suave, por quebradas y valles poco profundos.

CORDILLERA DE LA COSTA

Está constituida por una alineación de cerros de moderada elevación, paralela al litoral y de ancho variable llegando alcanzar 40 km. La topografía de esta unidad geomorfológica, se caracteriza por elevaciones aisladas de suave relieve, que llegan hasta los 700 msnm.

VALLES

La zona costera se encuentra intersectada por valles pocos profundos, de piso regularmente amplio y en la mayoría de los casos orientados perpendicularmente a las estribaciones andinas.

TERRAZAS MARINAS

Son superficies escalonadas, distribuidas a todo lo largo de la faja costanera en número variado e irregular, parcial o totalmente destruidas por la acción fluvial, las mismas que constituyen fieles testigos del levantamiento intermitente y rápido del continente durante el cuaternario.

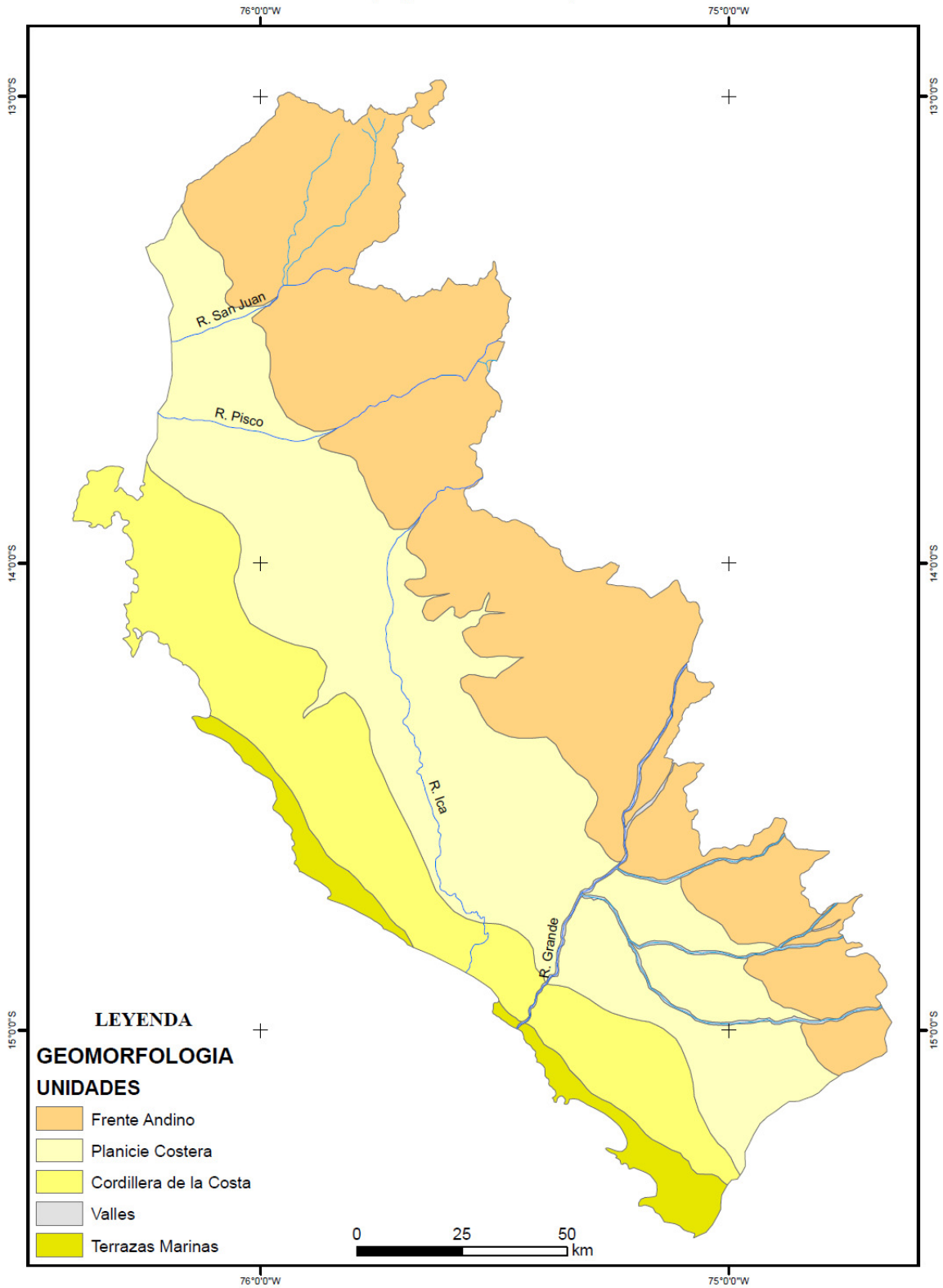


Figura 1.2.- Mapa geomorfológico de la región Ica.

1.5. Población y actividad económica

1.5.1. Población

Acorde al XI Censo de Población y Vivienda del año 2007, la Región de Ica tiene una población de 612,489 habitantes. Considerando el área de la región se tiene una densidad poblacional de 13.98%. (Véase Figura 1.3, 1.4 y 1.5).



Figura 1.3.- Censos Nacionales 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007. Fuente INEI.

ICA: DENSIDAD POBLACIONAL Y ALTITUD, SEGÚN PROVINCIA, 2007

Departamento y Provincia	Superficie (Kilómetros cuadrados)	Población censada 21/oct/2007 (Habitantes)	Densidad poblacional (Habitantes por kilómetro cuadrado)	Capital de provincia	
				Nombre	Altitud (Metros sobre el nivel del mar)
Ica / I	21 327,83	711 932,00	33,38	Ica	406
Ica	7 694,05	321 332	40,71	Chincha Alta	97
Chincha	2 987,35	194 315	65,05	Nazca	588
Nazca	5 234,08	57 531	10,99	Palpa	347
Palpa	1 232,88	12 875	10,44	Pisco	17
Pisco	3 957,15	125 879	31,81		

† Incluye: 22,32 km² de superficie insular oceánica.

Figura 1.4.- Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Fuente INEI.

PROVINCIAS	SUPERFICIE (km ²) 1/	POBLACIÓN 2/
Ica	7 894	335 113
Chincha	2 988	202 319
Pisco 3/	3 978	129 995
Nazca	5 234	58 717
Palpa	1 233	12 943
TOTAL	21 328	739 087

1/ INEI - SIRTOD
 2/ Proyectada al 30 de junio 2009
 3/ Incluye 22,32 km² de superficie insular oceánica.

Figura 1.5.- Superficie y Población estimada 2009. Fuente INEI.

1.5.2. Recursos naturales

En el 2009 la región de Ica aportó con el 2.9% al Valor Agregado Bruto (VAB) nacional. Las actividades más importantes de la economía regional, según la estructura productiva son: manufactura, agropecuario, construcción y comercio, que en conjunto representaron el 62.3%, donde los dos primeros se caracterizan por su orientación exportadora (Figura 1.6).

ICA: VALOR AGREGADO BRUTO 2009 Valores a precios constantes de 1994 (miles de nuevos soles)		
SECTORES	VAB	Participación %
Agricultura, Caza y Silvicultura	851 399	15,4
Pesca	51 277	0,93
Minería	358 149	6,5
Manufactura	1 198 061	21,7
Electricidad y Agua	90 420	1,6
Construcción	824 026	15,0
Comercio	562 887	10,2
Transportes y Comunicaciones	428 109	7,8
Restaurantes y Hoteles	183 248	3,3
Servicios Gubernamentales	283 891	5,2
Otros Servicios	680 259	12,3
TOTAL	5 511 726	100

Fuente: INEI

Figura 1.6.- Valor agregado bruto 2009 para la región de Ica. Fuente INEI.

1.5.3. Principales actividades productivas

SECTOR AGROPECUARIO

La actividad agropecuaria regional aportó el 5.1% del total nacional de 2009. La región cuenta con 117 mil hectáreas de tierras con aptitud agrícola, de las cuales cerca del 97% se encuentran bajo riego y el

resto en seco (dependiente de las lluvias). En las primeras destaca el riego por inundación o gravedad, sobre todo para los cultivos de consumo local, mientras que las plantaciones con fines de agroexportación se encuentran sometidas a un adecuado riego tecnificado, aprovechando el agua del subsuelo.

Entre los principales cultivos de exportación y agroindustria destacan el espárrago, algodón, uva, cebolla cabeza amarilla, palta, cítricos (mandarina, naranja, tangelo y limón), mango, páprika y alcachofa, así como otros de consumo interno como camote, maíz amarillo duro, papa, pallar, tomate y zapallo. Asimismo, destaca la producción de carne de pollo y huevos, debido a la producción intensiva de las granjas asentadas principalmente en la provincia de Chincha. La dificultad que afronta es la escasez del recurso hídrico, cuyas fuentes actuales vienen sufriendo gran presión de demanda por parte de los cultivos de agroexportación.

Espárrago

Es el principal cultivo de la región, con una producción de 122 mil toneladas cosechadas en 11.7 mil hectáreas. Ica es el segundo productor después de La Libertad, con un aporte de 39% en la producción nacional, destacando la producción de la provincia de Ica (pampas de Villacurí). En cuanto a exportación de esta hortaliza, el 2009 se despachó US\$ 117.2 millones, donde el 78% correspondió a su presentación en fresco, cuyo envío se realiza principalmente por vía aérea, siendo sus principales destinos los Estados Unidos, Inglaterra, Países Bajos y España. El 16% fue de espárrago congelado, con envíos hacia Estados Unidos e Italia, mientras que lo restante corresponde a espárrago en conserva. Cabe resaltar que, el aporte de Ica ha llevado al Perú a convertirse en el primer exportador mundial en fresco.

Algodón

Constituye un cultivo tradicional de Ica, donde se siembra la variedad “tanguis”, de alta demanda por la industria textil. La región es el primer productor nacional y responsable del 58% de la producción, a la que le sigue Lambayeque y Piura. Con una producción de 55 mil toneladas en el 2009, se encuentra sujeta al desempeño de las exportaciones textiles, las mismas que observaron una contracción entre el 2008 y el 2009, incidiendo para que la producción de algodón descienda en 34% en el 2009, y trasladándose hacia otros cultivos, como maíz amarillo duro, menestras, papa y camote. Ciertas desventajas relativas vienen siendo el escaso acceso a semilla certificada, largo periodo vegetativo, bajos rendimientos y estructura minifundista de la propiedad que no permite aprovechar economías de escala.

Uva

Es el fruto bandera de la región, entre las variedades de exportación destacan Red Globe, Crimson, Sugarone Seedles y Flame Seedles, siendo la exportación en fresco y destacando como mercados destino Estados Unidos, Hong Kong, Países Bajos e Inglaterra. La demanda del cultivo no sólo es externa, sino también para consumo de la industria vitivinícola dedicada a la producción y exportación de vinos y piscos, siendo las variedades empleadas las no aromáticas como el Quebranta, Negra Corriente, Mollar y Uvina; y aromáticas como Italia, Moscatel, Albilla y Torontel. En cuanto al mercado interno, destaca el consumo de uva fresca, abasteciendo a los mercados regionales de la costa y sierra central, al producir cerca del 50% de uva del país.

SECTOR MINERO

El aporte del sector alcanzó el 6.5%, destacando la producción de minerales como hierro, zinc y cobre. Las empresas que operan son Shougang Hierro Perú, que extrae hierro de Marcona - Nazca, única en este rubro a nivel nacional, y que permite al Perú ubicarlo en el quinto lugar a nivel de América Latina. El resto de minerales son explotados principalmente por la Compañía Minera Milpo, con su unidad minera Cerro Lindo, localizada en la provincia de Chincha.

SECTOR PESCA

En Ica, el sector de la pesca industrial aportó con 0.9%, registrando un desembarque de 1,121 mil toneladas de anchoveta. La pesca que se desarrolla es artesanal e industrial, destacando en el primer caso especies como bonito, jurel, caballa y pejerrey; y mariscos como cangrejos, conchas de abanico y almejas. De otro lado, la pesca industrial, establecida en las provincias de Pisco y Chincha, está más orientada a la industria de harina y aceite de pescado, así como a la producción de conservas de pescado.

SECTOR MANUFACTURA

Es la actividad más importante con el 21.7%, sobresaliendo entre las agroindustriales, las empresas procesadoras de productos frescos, refrigerados y en conserva, vitivinícolas y empresas procesadoras de cacao y café. La industria textil se desarrolla en la provincia de Chincha, mientras que las plantas de harina y aceite de pescado, así como de productos congelados y en conserva se encuentran en las provincias de Pisco y Chincha. También destacan, la planta de fundición de Aceros Arequipa, la planta de producción de gases industriales de Praxair y la unidad de fundición de estaño de Minsur. En cuanto a hidrocarburos, Pluspetrol, produce gasolinas a partir los líquidos de gas natural provenientes de Cusco.

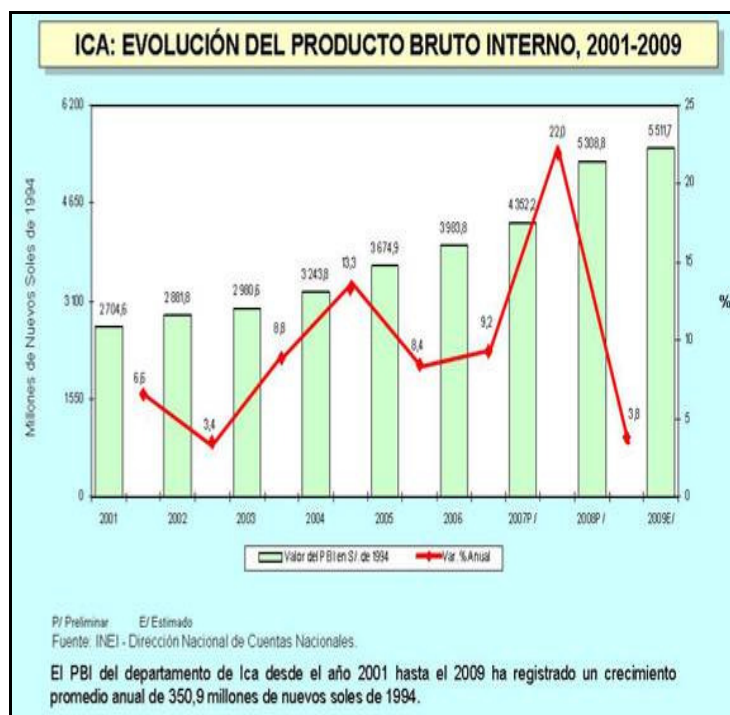


Figura 1.7.- Evolución del producto bruto interno en la región de Ica entre 2001 y 2009. Fuente INEI.

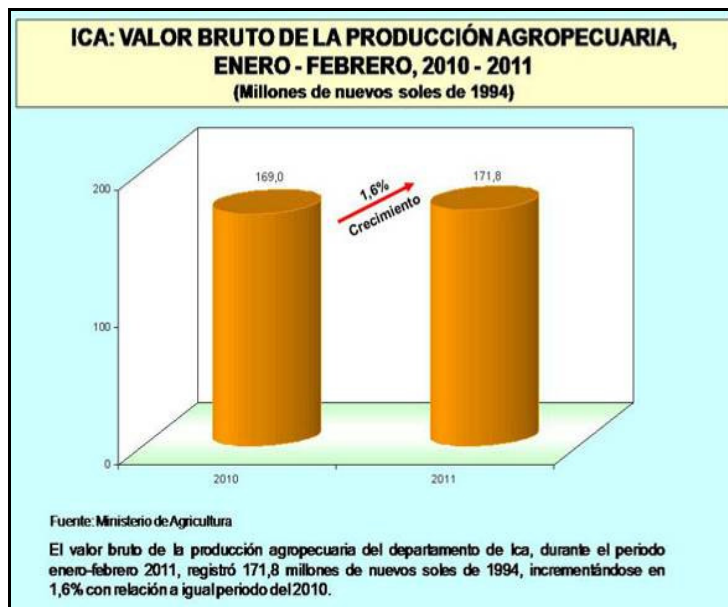


Figura 1.8.- Comparativo del PBI de la región Ica durante el 2010 y 2011. Fuente INEI.

ICA: PRODUCCIÓN DE PRINCIPALES PRODUCTOS, 2009

RANKING EN LA PRODUCCIÓN NACIONAL	PRODUCTO	TOTAL	PART. % RESPECTO A LA PRODUCCIÓN NACIONAL
1º	PECANA (t)	1 147	73,6
1º	PALLAR GRANO SECO (t)	7 805	67,8
1º	ALGODÓN RAMA (t)	55 553	57,9
1º	TOMATE (t)	112 211	50,9
1º	UVA (t)	127 137	48,1
1º	HIERRO (Miles TLF)	4 419	100,0

(t) Tonelada.
(TLF) Toneladas largas finas.

El departamento de Ica, durante el 2009 fue el primer productor a nivel nacional de pecana, pallar grano seco, algodón rama, tomate, uva y hierro.

Figura 1.9.- Producción de principales productos en la región Ica. Fuente INEI.

CAPÍTULO II

MARCO GEOLÓGICO

2.1. Unidades litoestratigráficas

2.1.1. Precambriano

COMPLEJO BASAL DE LA COSTA (Pe - gn)

Esta unidad es integrada por gneises bandeados, de color rosado hasta gris verdoso, de composición variada, pudiendo gradar a migmatitas. Se complementa en menor proporción con esquistos, anfibolitas y calcosilicatos. Los gneises y esquistos expuestos en la zona costera de Ica, son el resultado de un metamorfismo regional de alto grado. Los afloramientos del Complejo Basal de la Costa han sido establecidos dentro del Precambriano. Esta unidad se puede correlacionar con el gneis de Charcani en Arequipa y del Complejo del Marañón.

2.1.2. Cambriano

FORMACIÓN SAN JUAN (PeC - sj)

Secuencia carbonática-clástica expuesta en el área de San Juan, en el sector suroccidental del cuadrángulo de Palpa, en el área comprendida entre Punta Caballas y la desembocadura del río Grande. La sección se ve afectada por una acentuada esquistosidad de fractura, la cual debido a la acción erosiva en la playa, presenta una morfología de superficies irregulares, en partes con apariencia cárstica o corneana. La Formación San Juan se le asigna al Precámbrico superior-Cámbrico, por encontrarse intruída por el Batolito de San Nicolás de edad 390-442 Ma.

FORMACIÓN MARCONA (Pi - ma)

En la pampa denominada Piedras Azules, existen pequeños afloramientos de caliza recristalizada. Estas calizas afloran en contacto con rocas del Complejo Basal de la Costa y con granodioritas. Se evidencia sedimentos marinos del Terciario, en contacto con las calizas por medio de una falla. Las calizas predominantes son de color azul violáceo y estructura masiva. Por dataciones radiométricas, efectuadas en el Batolito de San Nicolás que intruye a la Formación Marcona, determinaron de que se emplazó en el Ordovícico; deduciéndose por tanto, que a esta unidad le corresponde una edad cambriana o precambriana.

2.1.3. Carbonífero

GRUPO AMBO (Ps - a)

Secuencia sedimentaria, expuesta en los extremos suroriental y suroccidental de la Península de Paracas. El afloramiento situado al sureste de la península en cerro Prieto, es el que expone una secuencia con un afloramiento de 80 m. de areniscas de color gris verdoso, intercaladas con lutitas carbonosas y mantos delgados de carbón. El área el grosor mínimo de esta unidad, es de 220 m. El Grupo Ambo está ampliamente distribuido en el Perú y tiene una posición estratigráfica bien definida. Los estudios coinciden con la edad Misisipiana del Grupo Ambo observado en Paracas, asimismo la flora fósil colectada y estudiada en el Departamento de Paleontología del INGEMMET ratifica esta edad.

2.1.4. Jurásico

FORMACIÓN CHOCOLATE (Ji - ch)

Constituyen esta formación rocas volcánicas, caracterizadas por su textura porfírica y su coloración marrón rojiza. La composición es andesítica y algunas ocurrencias riolíticas, sobretudo en el sector occidental de los afloramientos. Se estima que debe pasar los 2,000 m. La Formación Chocolate subyace aparentemente en forma concordante, a la secuencia volcánico-sedimentaria de la Formación Guaneros, cuya parte inferior en esta área, contiene fósiles del Bajociano, luego la edad de esta unidad es pre Bajociana, llegando su límite inferior, probablemente, hasta el Liásico.

FORMACIÓN MONTE GRANDE (Jm - mg)

Secuencia clástico-carbonatada con intercalaciones volcánicas que aflora en el sector comprendido entre el borde litoral y la Hacienda Monte Grande, en la desembocadura del río Grande. Litológicamente está constituida por una secuencia de lutitas, areniscas, brechas calcáreas y calizas, en capas delgadas a gruesas, intercaladas con algunos paquetes gruesos de derrames volcánicos de composición andesítica; todo el conjunto, ofrece coloraciones marrón grisáceas y amarillentas, debido a la oxidación ferruginosa. Se ha identificado diversas especies y se le asigna una edad Calloviano-Oxfordiano, debiendo sus unidades basales comprender el Bajociano.

FORMACIÓN GUANEROS (Js - g)

En el cerro Portachuelo se expone una intercalación de derrames volcánicos con sedimentos calcáreos, que constituye la parte basal de la unidad. Se diferencian de los volcánicos de la Formación Chocolate, por tener pseudo-estratificación fácilmente distinguible, por su mayor proporción de niveles afaníticos y por su naturaleza brechoide en muchos horizontes. Se considera que el grosor total, deben ser aproximadamente de 2,600 m. Sólo se han encontrado fósiles identificables en dos horizontes, el inferior ubicado muy cerca de la base y aflorante a 4 km al noroeste del cerro Portachuelo, contiene especies han sido clasificadas correspondiente al Bajociano. El horizonte superior aflora en el cerro Mata Caballo, identificado al Bajociano medio superior. La edad de la Formación Guaneros, regionalmente va desde el Bajociano hasta el Oxfordiano.

2.1.5. Cretáceo

GRUPO YURA (Ki - yu)

En la Pampa del Prieto, los afloramientos consisten de areniscas cuarzosas, de color amarillo rojizo, intercalado con algunos horizontes de lutitas, calizas y volcánico. La parte inferior de la unidad está formada principalmente por areniscas cuarzosas de color blanco y rojo oscuro, por la oxidación de abundantes impurezas de hierro. Las areniscas presentan estratificación cruzada y adquieren un carácter cuarcítico, ocasionalmente se hacen calcáreas. Se le asigna edad Neocomiana. En la parte Sur del cerro Mata Caballo, en los horizontes inferiores de esta unidad se han colectado especies pertenecientes al Neocomiano.

FORMACIÓN COPARA (Ki - co)

La Formación Copara aflora en la margen derecha del valle Río Grande. Consiste en una secuencia de grauvacas verdes y moradas, sobre las que descansan unos volcánicos, que en su parte inferior presentan intercalaciones de cuarcitas y pizarras, y, en la parte superior calizas. Los volcánicos son porfíricos, con algunos horizontes afaníticos, de color negro. La composición predominante es andesítica. Los afloramientos de la formación no muestran la unidad que subyace. Se considera que las grauvacas moradas corresponden a la base, las cuales reposan con ligera discordancia, sobre una unidad del Neocomiano, no se han hallado fósiles que permitan determinar la edad de esta formación; se ha encontrado Enallastersp., del Aptiano-Albiano.

FORMACIONES PARIHUANCA-CHULEC (Ki - Phch)

Esta formación consiste de calizas en capas de espesor variable, con horizontes de margas y lutitas grises que por intemperismo pasan a color pardo amarillento y crema. En esta unidad se presenta formando anticlinales y sinclinales y no se observa la base ni el tope de la formación por estar cortada por las diferentes unidades del Batolito de la Costa, se ha estimado un grosor de 500 m. En las formaciones Pariahuanca-Chúlec la fauna consiste en ammonites, lamelibranquios, gasterópodos y echinoideos, cuyas determinaciones indican una edad del Albiano inferior.

GRUPO IMPERIAL (Ki - i)

Secuencia calcárea de 300 m. que fue descrito en la localidad del mismo nombre al noreste de Cañete. La parte basal de este grupo no ha sido observada, la secuencia consiste de calizas grises, en capas medianas a gruesas y algunas delgadas, hacia el tope se intercalan horizontes de calizas margosas y en el tope, en aparente concordancia, el paso a la unidad suprayacente denominada Grupo Quilmaná. Se ha encontrado fauna, compuesta por lamelibranquios, gasterópodos y ammonites que indican una edad Aptiano superior e inicios del Albiano medio.

FORMACION PORTACHUELO (Kis - po)

Al Este de Santa Cruz, aflora la Formación Portachuelo compuesta de margas, lutitas y calizas. Las margas predominan sobre las lutitas. En estos estratos laminares, se ha colectado la mayor cantidad de fósiles, incluyéndose restos de peces. Las lutitas son de color marrón, gradando a margas que se caracterizan por su estratificación laminar. Las calizas son grises, de tonos azulados; en las zonas de contacto con los intrusivos se presentan recristalizadas conteniendo minerales metamórficos. En la Formación Portachuelo, que descansa sobre la Formación Copara, se ha encontrado el fósil guía de la parte superior del Albiano medio.

GRUPO QUILMANA (Kis - q)

Se trata de volcánicos con intercalaciones lenticulares de calizas. Los volcánicos porfíricos tienen color gris verdoso, y los afaníticos gris oscuro. Las intercalaciones calcáreas lenticulares, alcanzan hasta 6 m. de espesor, masivas, grises y violáceas. Intrusivos monzodioríticos y gabroides, han originado un intenso metamorfismo térmico, convirtiendo a los volcánicos en metavolcánicos. Al Este del río Ica, se estima para esta secuencia volcánica un grosor de 2,500 a 3,000 m. sin observar el tope del Grupo. El Grupo Quilmaná descansa directamente sobre el Grupo Yura. La edad del Grupo Quilmaná, queda limitada de manera tentativa entre el Albiano superior y el Cenomaniano, pudiendo llegar a niveles más altos.

FORMACION JUMASHA (Ks - j)

La formación está compuesta de calizas de textura fina, ocasionalmente de aspecto brechoso con intercalaciones de calizas nodulares; son de color gris pardo y se encuentran estratificadas en capas delgadas a gruesas de 30 cm. hasta 3 m. Su espesor es variable, estimándose entre 600 a 1,000 m. La Formación Jumasha es muy fosilífera y representa la transgresión ocurrida en el Albiano superior hasta el Coniaciano.

FORMACIÓN HUARANGUILLO (Kis - hr)

Secuencia sedimentaria volcánica cuyos afloramientos configuran una faja en sentido NO-SE. Su localidad típica se ubica en la quebrada del río San Juan; donde yace una aparente concordancia sobre las calizas del Grupo Imperial. En este lugar se ha reconocido una sección cuyo grosor se estima en más de 3,000 m. El espécimen *Morticeras aff. inflatum* encontrado en el miembro inferior de la formación, caracteriza al Albiano superior.

2.1.6. Paleógeno

FORMACIÓN TANTARÁ (Ti - t)

Secuencia volcánica que tienen su mejor distribución en las partes altas del flanco occidental andino y exposiciones menores en algunas áreas del altiplano. La Formación Tantará está compuesta por derrames andesíticos, riódacíticos y dacíticos de color gris y pardo violáceo. Presentan intercalaciones de brechas andesíticas a dacíticas y tobas andesíticas a riolíticas; también se encuentran delgados horizontes de limolita, arenisca con material volcánico.

FORMACIÓN PARACAS (Ti - pa)

Esta unidad tiene una amplia distribución en casi todo el litoral, desde Paracas hasta las vecindades de Cañete en el Norte. Las rocas de esta unidad, descansan principalmente sobre las unidades metamórficas. En la base de la Formación Paracas, se observa un conglomerado que tiene un grosor de 15m. Sobre las coquinas, se presenta una variada secuencia, que consiste de areniscas arcillosas, de color amarillo ocre. Se calcula que el grosor total, de esta unidad en el área, es alrededor de 700 a 800m. Los fósiles encontrados en esta unidad corresponden al Eoceno medio y superior.

FORMACIÓN CABALLAS (Ti - cb)

Secuencia del Terciario marino de la Cuenca Pisco, aflorante en el curso inferior del río Grande y Puerto Caballas, cuya edad en base a un contenido fósil de diatomeas y moluscos, está comprendida entre el Oligoceno superior-Mioceno inferior. En la parte superior se distingue una alternancia de margas amarillentas y verdosas con calizas margosas grises.

2.1.7. Neógeno

FORMACIÓN PISCO (Ts - pi)

Secuencia litológica de color blanco, consistente en diatomitas, con intercalaciones de areniscas tobáceas y lutitas, que aflora desde el río Pisco hasta las vecindades de Camaná. Las areniscas tobáceas son poco consolidadas y se presentan en capas delgadas con estratificación cruzada. Dada la litología de la formación, el contenido fosilífero está mayormente en los horizontes basales, de donde se colectaron muestras y se le dio la edad del Mioceno.

GRUPO NAZCA (Ti - na)

Secuencia de rocas volcánico-sedimentarias que afloran extensamente sobre la altiplanicie al este de Nazca. La parte superior del Grupo Nazca, conocida como Tobas Nazca. Litológicamente, las tobas presentan un rango composicional que varía desde riolitas a dacitas. Se han efectuado dataciones del Grupo Nazca en las unidades tobáceas de la base y el tope llegándose a establecer que por lo menos su edad está comprendida entre 18 y 22 M.A., correspondiente al Mioceno inferior.

FORMACIÓN CASTROVIRREYNA (Tims - c)

Secuencia de rocas volcánicas, constituida de la base al techo por derrames basálticos, arcosas rojas, aglomerados andesíticos y tufos dacíticos. Por su posición estratigráfica suprayacente en discordancia angular a sedimentos del Grupo Yura de edad Titoniano-Hauteriviano e infrayacente con igual relación a la Formación Caudalosa de edad Mioceno superior-Plioceno inferior, se le asigna tentativamente una edad Oligoceno superior-Mioceno inferior.

FORMACIÓN PÓCOTO (Ts - p)

Se describe un conjunto litológico compuesto de sedimentos continentales y tobas. Las irregularidades originales de esta superficie, han sido rellenadas por un conglomerado brechoso, de color marrón, con cantos de tamaño variable, hasta de 30 cm. La composición de las tobas de la Formación Pócoto es variada predominando las tobas dacíticas sobre las riolíticas y riódacíticas. El

grosor de la Formación Pócolo no excede los 400 m. La Formación Pócolo se le ubica en el Mioceno, como un equivalente lateral de parte de los sedimentos marinos miocénicos del área de Pisco.

2.1.8. Cuaternario

FORMACIÓN CHANGUILLO (TsQ - ch)

Con esta denominación se describe una secuencia de origen mixto (continental y marino), constituida de limolitas, brechas, conglomerados y areniscas tobáceas, expuestos en los alrededores de la localidad de Changuillo. En los afloramientos de la Formación Changuillo del área del río Nazca - Quebrada Poroma, se ha encontrado especies marcadores del Plioceno superior.

FORMACIÓN CAÑETE (Qp - c)

La Formación Cañete es descrita como una acumulación de material aluvional, procedente de conos deyectivos, que han conformado conglomerados de clastos subredondeados con una matriz arenolimoso. La Formación Cañete presenta una secuencia de 15 m. de espesor. Estos depósitos de conglomerados corresponden al Pleistoceno.

DEPÓSITOS ALUVIALES Y ELUVIALES (Q - al)

Bajo este nombre se agrupa a los depósitos clásticos transportados por medio acuoso y acumulados en las quebradas. Los depósitos acumulados en el fondo de las quebradas consisten en conglomerados gruesos intercalados con arena, limo y arcilla, están bien expuestos en los cortes de los ríos y al pie de las terrazas.

DEPÓSITOS EÓLICOS (Q - e)

En la zona costera están ampliamente distribuidos una serie de depósitos eólicos. Los más antiguos, conforman extensos mantos de arena de escaso espesor, que no pasan de un metro en las áreas de mayor acumulación. Las arenas son de grano grueso y color gris oscuro, debido a su alto contenido de ferromagnesianos. Estos depósitos presentan, generalmente, una superficie ondulada a manera de rizaduras de corriente orientadas.

DEPÓSITOS MARINOS (Q - m)

En el litoral se exponen depósitos cuaternarios marinos recientes. Su distribución está restringida mayormente a zonas ubicadas en los extremos internos de las bahías, que resultan favorables para la deposición de materiales. Los depósitos más notables se encuentran en la Bahía de Paracas, Lagunillas y Bahía de la Independencia.

2.2. Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas han sido clasificadas en base a datos cronológicos, composición y textura, y su distribución territorial. El conjunto de intrusivos antiguos, de edad Paleozoico inferior, se le ha denominado Batolito San Nicolás, al igual que en el área situada inmediatamente al Sur, fueron emplazados entre el Ordoviciano y el Siluriano (J. Caldas, 1978). Mientras que los intrusivos más jóvenes, de edad Cretáceo superior, corresponden al Batolito de la Costa, aflorando principalmente en las estribaciones andinas y por excepción en la llanura costera.

2.2.1. Batolito San Nicolás

Bajo este nombre se agrupa un conjunto de rocas intrusivas que afloran en la zona costera y que son anteriores al emplazamiento del Batolito de la Costa. Los granitos, normalmente potásicos, presentan amplia variedad de texturas, desde equigranular de grano grueso, hasta porfiríticas con matriz microcristalina, pasando por todas las variedades intermedias. La edad del Batolito de San Nicolás, se

basa en las observaciones hechas en el área vecina, sobre este mismo batolito expuesto en los alrededores de Marcona del cual se considera como su prolongación y que se emplazó entre el Ordoviciano y el Siluriano J. Caldas (1978).

GABRO-DIORITA (P - gd)

El gabro-diorita es de color gris oscuro a negro, de grano medio. En sección delgada esta roca presenta una composición diorítica, pero se nota que es producto de alteración, ya que la hornblenda actinolítica tiene áreas descoloridas, con epidota formada por evolución, lo cual indica reemplazamiento de un piroxeno original.

GRANODIORITA – TONALITA (P – gd/to)

Las variaciones de composición observadas en la granodiorita, son debidas a la diversa composición de las rocas metamórficas intruídas, produciéndose una composición diferente frente a cada tipo de roca intruída. Los cuerpos de granodiorita se encuentran asociados a unos intrusivos menores de composición granodiorítica a adamelítica y de textura porfiroide, cuyo emplazamiento probablemente sea posterior, es factible tenga un origen común, representando una facies residual, enriquecida en álcalis, del mismo magma granodiorítico.

GRANITOS (P - gr)

No obstante que los intrusivos graníticos se consideran como unidades homogéneas de dimensiones más o menos considerables, el mapeo detallado de estos, demuestra que en realidad, están compuestos por sub-unidades de diferente composición y textura.

PÓRFIDOS GRANÍTICOS (P - pgr)

El pórfido granítico de color rosado grisáceo, se observa que los cuerpos están en contacto con pórfidos cuarcíferos, de matriz afanítica, muchos son contactos fallados.

2.2.2. Batolito de la Costa

El cartografiado y nomenclatura han sido adoptados del estudio sistemático realizado por INGEMMET. Según dicho estudio, el segmento Arequipa está compuesto de las siguientes Superunidades: Patap, Linga, Pampahuasi, Incahuasi y Tiabaya, y el plutón Characas.

SUPERUNIDAD PATAP (K - gb)

El emplazamiento de esta superunidad, constituida por afloramientos de gabros variables en su composición, fue el primer episodio de las intrusiones del plutonismo batolítico. Los gabros de la Superunidad de Patap, son las rocas más antiguas del Batolito de la Costa, segmento Arequipa, y, por estar cortando estratos Albianos.

SUPERUNIDAD LINGA (K-mzdi, mgr-l)

La Superunidad Linga con excepción de los gabros Patap, constituye los emplazamientos más antiguos del Batolito de la Costa, segmento Arequipa. Los afloramientos monzoníticos se pueden observar desde la quebrada Santa Catalina hasta el valle del río Ica. En las rocas de la Superunidad Linga se efectuaron dataciones radiométricas por el método K-Ar, obteniéndose una edad de emplazamiento de 97.3 ma.

SUPERUNIDAD PAMPAHUASI (K - di - p)

La litología consiste de diorita y tonalita; su mineralogía está constituida por agregados de hornblenda sin núcleos de piroxenos, y biotita. La hornblenda y biotita están en igual proporción. Con muestras de rocas de la superunidad Pampahuasi, se efectuaron dataciones radiométricas por los métodos de K-Ar y U-Pb, obteniéndose una edad de emplazamiento de 94 ma.

SUPERUNIDAD INCAHUASI (K - gd - m)

La Superunidad Incahuasi litológicamente está dominada por granodioritas. Los xenolitos cerca de los contactos, constituyen una característica común de las unidades. Las dataciones radiométricas por el método de K-Ar efectuadas en el río Pisco con las rocas de la Superunidad Incahuasi dan una edad de 82.5 - 1.4 Ma.

SUPERUNIDAD TIABAYA (K - gd - t)

La Superunidad Tiabaya es un miembro joven de los componentes del batolito. Los plutones Tiabaya se caracterizan por su naturaleza leucocrática. La mayoría de afloramientos de la superunidad son de naturaleza granodiorítica pero sus variantes van de tonalita a monzogranito. La Superunidad Tiabaya está compuesta por plutones jóvenes del segmento Arequipa, y las dataciones radiométricas por el método K-Ar dan una edad de 80.5±1.4 Ma.

MONZOGRANITO CHARACAS (K - mg - ch)

Este plutón es el último episodio del batolito y está formado por dos pequeños afloramientos, localizados en la quebrada Characas y en la quebrada Cóndor. Este monzogranito es de color rosado intenso, contiene cantidades iguales de plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico. No se han efectuado dataciones radiométricas con las rocas del monzogranito Characas, sin embargo, en el área de la quebrada Huancano la adamelita Tiabaya es cortada por varios aplogranitos que están relacionados al monzogranito Characas, lo que indica que éste es más joven que la Superunidad Tiabaya.

2.2.3. Intrusivo volcánico Bella Unión (Ks - bu)

Aflora un pequeño cuerpo intrusivo volcánico, de ambiente hipabisal, que corta a las cuarcitas del Grupo Yura y a su vez es cortado por un apófisis tonalítico perteneciente al Batolito de la Costa. Pueden distinguirse por lo menos dos fases de emplazamiento: la primera, de mayor volumen, constituida por andesitas porfíricas y de color gris verdoso y la segunda, consistente en diques porfíricos, que estarían asociados a la mineralización de la mina Cóndor. El hecho de que este intrusivo corte sedimentos pertenecientes al Cretáceo inferior a medio, y, a su vez esté intruído por las tonalitas de batolito, que van del Cretáceo a Terciario inferior, determina como edad de emplazamiento al Cretáceo superior.

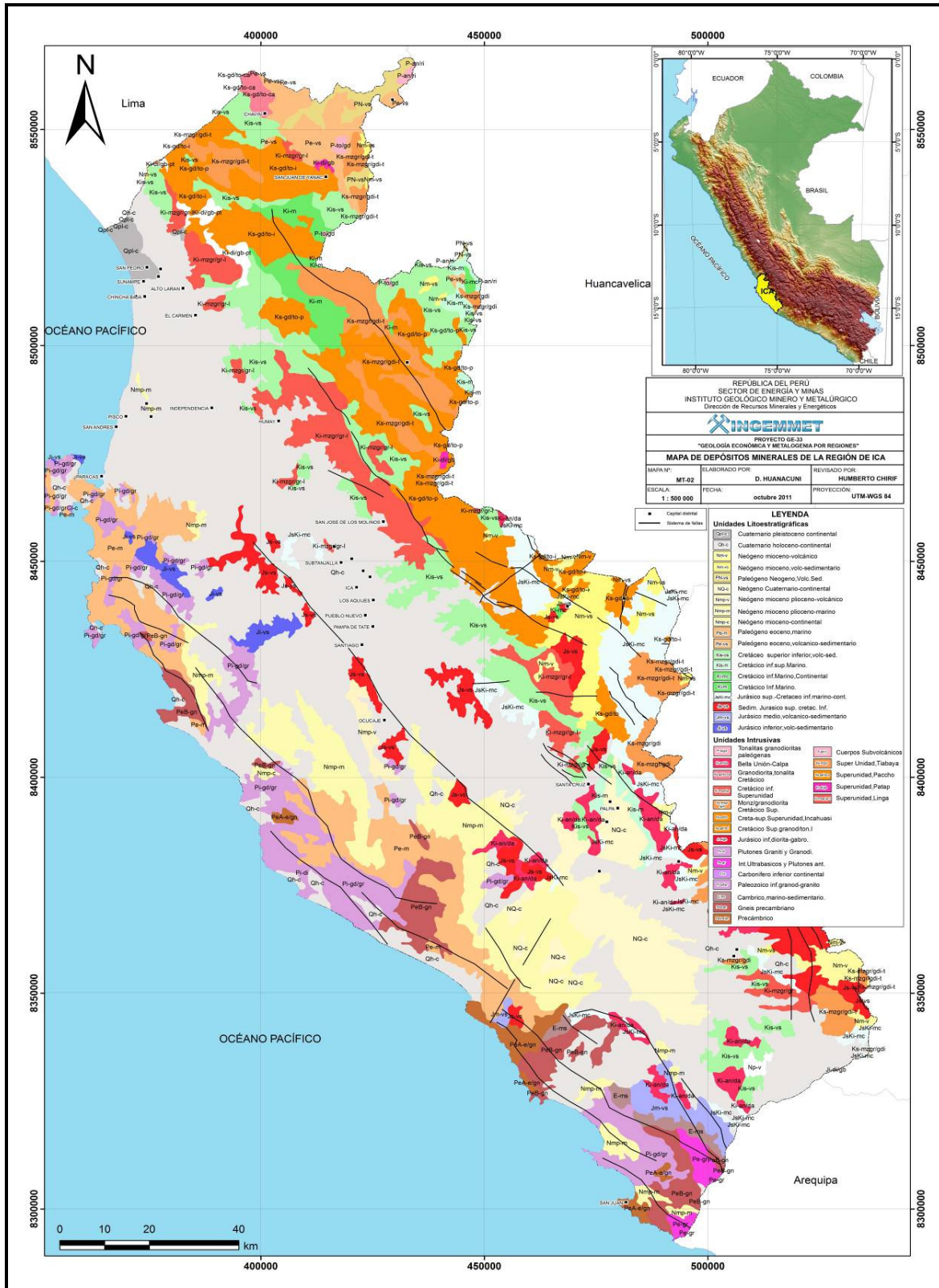


Figura 2.1.- Mapa geológico de la región de Ica.

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA REGION ICA

ERA	SIST.	SERIE	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	ESPESOR		
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	DEPÓSITOS MARINOS	Arena de playa gris oscura	± 300		
			DEPÓSITOS EOLICOS	Arena de cuarzo, tamaño medio			
			DEPÓSITOS ALUVIALES, ELUVIALES	Arena, limo, cascajo, gravas			
			PLEISTOCENO	FORMACION CAÑETE	Conglomerados con lentes de areniscas y arenas.	± 200	
	NEOGENO		PLIOCENO	FORMACION CHANGUILLO	Conglomerados polimícticos, areniscas y limonitas.	± 150	
		MIOCENO		FORMACION POCOTO	La parte inferior está compuesta por areniscas gruesas, aglomerados, conglomerados volcánicos, andesita fluidal y tobas riolíticas, ocasionales rocas sedimentarias.	± 200	
				FORMACION NAZCA	Tobas dacíticas, ignimbríticas, tobas sueltas, conglomerados.	± 400	
				FORMACION PISCO	Diatomita blanca con intercalaciones de caliza, areniscas arcillosas y lutitas.	± 400	
		PALEOGENO	OLIGOCENO		FORMACION CASTROVIRREYNA	Secuencia sedimentaria piroclástica de facies lacustre con areniscas, calizas, tobas, brechas tufáceas y coladas de lava.	± 600
					FORMACION CABALLAS	Limolitas y areniscas con intercalaciones de diatomitas.	± 150
	EOCENO			FORMACION PARACAS	Limolitas claras amarillentas, areniscas calcáreas, calizas y lutitas intercaladas.	± 300	
				FORMACION TANTARA	Serie volcánica compuesta por derrames andesíticos, riolíticos y dacíticos, en bancos gruesos y medianos, delgados horizontes de limolitas y arenisca	± 2 000	
	MESOZOICO	CRETACEO	Superior	FORMACION HUARANGUILLO	Secuencia de rocas sedimentarias volcánicas metamorizadas. Consiste de lutitas, calizas y cenizas volcánicas alternadas con andesita.	± 400	
FORMACION JUMASHA				Calizas finas con intercalaciones de calizas nodulares.	± 600		
GRUPO QUILMANA				Secuencia de rocas volcánico - sedimentario, seguidas por predominio de rocas volcánicas, constituidas por alternancia de calizas arcillosas, calizas silicificadas.	± 1 000		
			FORMACION PORTACHUELO	Calizas, lutitas y margas en estratos delgados.	± 600		
Inferior				GRUPO IMPERIAL	Calizas margosas intercaladas con calizas grises.	± 300	
				FORMACION PARIAHUANCA / CHULEC	Calizas claras con intercalaciones de lutitas arenosas.	± 500	
				FORMACION COPARA	Aglomerados dacíticos y andesíticos, interposiciones de areniscas y grauvacas violáceas.	± 700	
			GRUPO YURA	Cuarcitas, areniscas y lutitas.	± 1 000		
JURASICO		Superior		FORMACION GUANEROS	Areniscas y lutitas intercaladas con derrames y brechas volcánicas.	± 2 600	
		Inferior		FORMACION MONTE GRANDE	Areniscas y lutitas arenosas intercaladas.	± 300	
			FORMACION CHOCOLATE	Volcánico andesítico porfiríticos.	± 2 000		

PALEOZOICO	CARBONIFERO	Inferior	GRUPO AMBO	Areniscas, lutitas carbonosas, delgadas capas de carbón.	± 220
	CAMBRIANO		FORMACION MARCONA	Conglomerado basal con clastos redondeados de mármoles dolomíticos y bancos de calizas silicificadas.	± 1 500
			FORMACION SAN JUAN	Secuencia predominantemente calcárea, recristalizada por metamorfismo térmico.	± 3 000
	PRECAMBRIANO		COMPLEJO BASAL DE LA COSTA	Rocas metamórficas e intrusivas, tales como gneis y esquistos, dioritas, granitos y migmatitas.	

CAPÍTULO III

GEOLOGÍA ECONÓMICA

3.1. Principales depósitos minerales

3.1.1. Operaciones mineras activas y cerradas

Las principales unidades mineras comprendidas en la región Ica son las siguientes:

CERRO LINDO

Se ubica en el distrito de Chavín, provincia de Chincha, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 392745E y 8554553N. Zona 18. Es un depósito Sulfuro Masivo Volcanogénicos, tipo Andino. Se emplaza en una secuencia de rocas volcánico-sedimentarias (lutitas, areniscas, margas que se intercalan con tobas félsicas y derrames andesíticos) de la Fm. Huaranguillo (Cretáceo medio a superior) intruídas por stocks de granodiorita, tonalita y monzonita del Batolito. Numerosas fallas N60°O con buzamiento 40-70°NE están presentes a lo largo del depósito. Otro sistema son las fallas N45°E donde se encuentran emplazados los diques andesíticos. La mina posee reservas de 34Mt de mineral y una vida útil de 30 años calculada conforme a un nivel de procesamiento de 5,000 tpd (2008). Presenta contenido metálico de Cu, Zn, Pb, Ag, Au.

MARCONA

Se ubica en el distrito de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 493000E y 8325000N. Zona 18. Es un depósito IOCG. Se emplaza en rocas pelíticas y dolomías de la Formación Marcona (Precámbrico superior-Paleozoico inferior) y rocas volcánico-sedimentarias de la Fm. Río Grande (Calloviano-Oxfordiano). Volcánicos de la Formación Jaguay. Se encuentra dentro de un bloque levantado, de la Cordillera de la Costa, con rumbo NO y está limitado al E por la falla "30 Libras". Otras fallas NO son Pista y Huaca; fallas inversas con rumbo N45°E buzantes 65°SO. El depósito se presenta en forma de mantos estratoligados discontinuos de reemplazamiento de Fe, Cu.

MINA JUSTA

Se ubica en el distrito de Marcona, provincia de Nazca, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 493200E y 8323000N. Zona 18. Es un depósito IOCG. Se emplaza en rocas pelíticas y dolomías de la Fm. Marcona y rocas volcánico-sedimentarias de la Formación Río Grande. Se presenta en forma de mantos irregulares; vetas irregulares como cuerpo de reemplazamiento de Fe, Cu. Principales minerales: magnetita, calcopirita, bornita, malaquita. Estructuralmente, esta influenciado por la Falla "30 Libras".

SARAMARCA

Se ubica en el distrito de Palca, provincia de Palca, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 490483E y 8397666N. Zona 18. Es un depósito de sistema de vetas. Se emplaza en forma de filones emplazados en rocas andesíticas del Grupo Yura. Principales minerales de Au, Cu y otros minerales de cuarzo y óxidos de Fe.

ELIANA

Se ubica en el distrito de Yauca del Rosario, provincia de Ica, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 423846E y 8479364N. Zona 18. Es un depósito IOCG. Unidad en Cierre. Su forma geométrica consiste en mantos, localmente en lentes estratoligados que se emplaza en lavas

andesíticas y aglomerados con intercalaciones de tobas y sedimentos calcáreos del Grupo Quilmana y sill granodiorítico del Batolito de la Costa. Stock de monzonita. El depósito se ubica dentro de un sinclinal con rumbo NO recortado en su parte oeste por fallas E-O, mientras que su porción Este, se encuentra intruída por el sill de granodiorita y un stock de monzonita. La mineralización se encuentra en la porción Este del sill.

MONTERROSAS

Se ubica en el distrito de Humay, provincia de Pisco, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 435345E y 845346N. Zona 18. Es un depósito IOCG. Unidad en Cierre. Su forma geométrica consiste en cuerpos tabulares (vetas) relacionados a una falla y fracturas en "echelon" que se emplaza en gabro y diorita toleítica de la superunidad Patap. Granodiorita de la unidad Linga (92 Ma) intruye a los gabros y dioritas de la superunidad Patap.

ISLA 01

Esta mina se ubica en el Anexo La Isla, distrito y provincia de Palpa, departamento de Ica, sus coordenadas UTM de referencia son 480,190E y 8'402,830N, a una altitud de 542 msnm, situada dentro del cuadrángulo de Córdova (29-m). El acceso a esta labor se realiza por la carretera Panamericana (Ruta PE-1S) a la altura de la localidad de Río Grande, de donde parte un desvío aguas arriba del valle por 9 Km hasta el anexo La Isla, luego 0.5 km por una trocha carrozable en la quebrada del mismo nombre hasta las galerías.

A lo largo de la quebrada La Isla afloran secuencias sedimentarias e intrusivas de edad mesozoica. Acorde al mapa geológico elaborado por De la Cruz y Jaimes (2001) estas unidades corresponden a las formaciones Labra, Pariatambo, y unidad intrusiva Tiabaya en orden de edad. La Formación Labra de edad Jurásico superior, aflora en la parte media de la quebrada, y esta conformado por estratos de cuarcitas grises y blancas en bancos de 3 a 5 m, intercaladas con delgados niveles de lutitas oscuras silicificadas, presentando buzamientos fuertes entre 70° y 80° con dirección NE. La Formación Pariatambo de edad Cretácico inferior, se distribuye en la parte baja de la quebrada, en el área de la ocurrencia. Está conformada por estratos de calizas de color gris oscuro intercalados con coladas de andesitas de textura porfírica. Las calizas muestran textura wackstone, con 30% de partículas soportadas en una matriz lodosa, presentan venillas de calcita, y los estratos tienen una orientación promedio de N20°/42°SE. Este conjunto es intruído por un cuerpo granodiorítico a tonalítico perteneciente a la Superunidad Tiabaya, de edad Cretácico superior (80.5±1.4 Ma; De la Cruz y Jaimes, 2001), que presenta un color gris, textura fanerítica de grano medio, fenocristales de cuarzo 50%, plagioclasa 30% y biotita 5%.

La región es dominada por un sistema compresional de dirección andina, las manifestaciones más representativas se observan a lo largo de la quebrada La Isla como plegamientos y fallas inversas. Localmente, la estructura mineralizada en la labor esta controlada por una falla inversa de orientación N177°/49°NE.

La alteración observada en el área de la labor está restringida a la zona de contacto de los estratos de calizas con la estructura mineralizada, produciendo esencialmente una baja argilización en estas rocas. La argilización se produce principalmente en el piso de la estructura, afectando la caja compuesta por calizas, y limitado por la falla inversa N177°/49°NE.

La mineralización esta relacionada a una estructura vetiforme de 1.0 m de ancho y orientación N44°/45°-50°SE, sub-paralelo a los estratos de caliza, y controlada por la falla inversa N177°/49°NE. La parte central de la veta tiene 0.12 m de ancho con hematita y arcillas, mientras en las zonas laterales predominan las limonita con goethita y arcillas. Otras vetas presentan además óxidos de cobre (crisocola) junto a la roca hospedante (Figura 3.1).

La mineralización está relacionada con fluidos mineralizantes que procedieron del intrusivo granodiorítico y reaccionaron con las calizas, donde la mineralización se depositó en zonas de debilidad como fallas y algunos niveles sedimentarios permeables. No obstante, el potencial económico en el sector esta asociado a la mineralización en las estructuras.

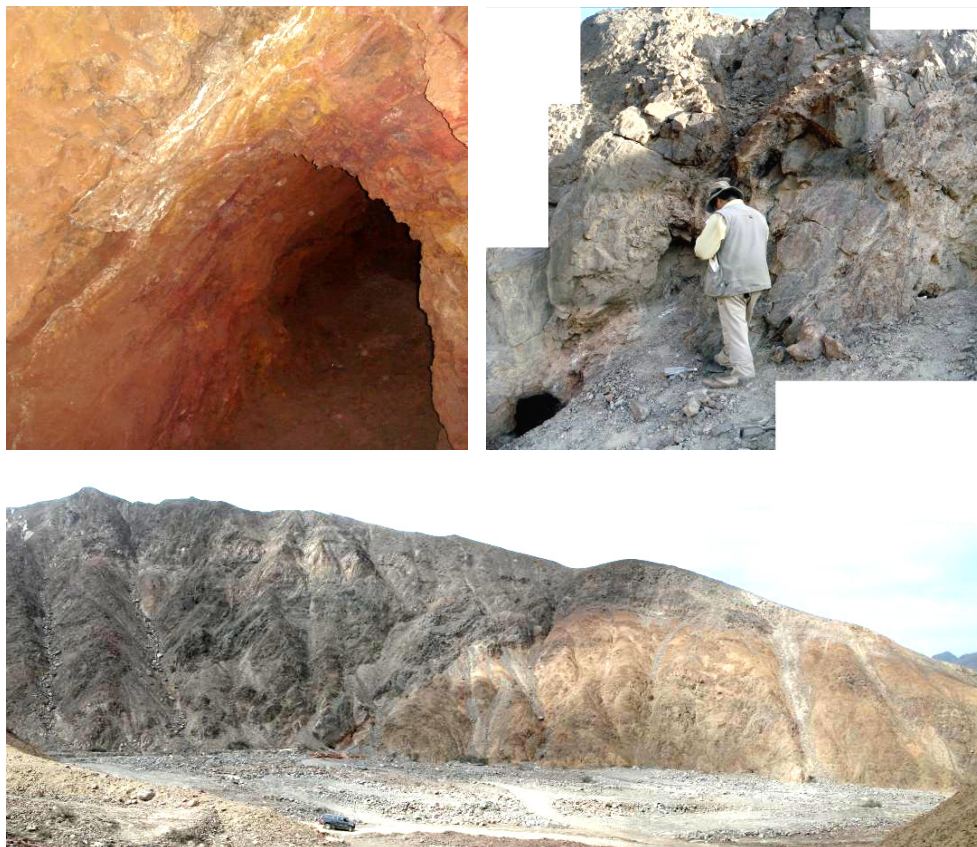


Figura 3.1.- Arriba, detalle de las labores de la mina Isla 01 en la ladera izquierda de la Quebrada La Isla en zonas de falla con óxidos de Fe. Abajo, falla inversa N177°/49°NE que controla la mineralización con la caja piso alterada.

EL CAMPANARIO

La mina artesanal El Campanario se ubica en la localidad del mismo nombre, Anexo de San Miguel, distrito y provincia de Palpa, departamento de Ica, sus coordenadas UTM de referencia son 477,551E y 8°403,257N, situada en el cuadrángulo de Córdova (29-m). El acceso a esta labor se realiza por la carretera Panamericana (Ruta PE-1S) a la altura de la localidad de Río Grande, de donde parte un camino afirmado de 10 km hacia el anexo de San Miguel, luego 2 km a la localidad de El Campanario, desde donde se accede por un camino de herradura que sube el cerro Llamicho hasta las labores.

Los afloramientos de la zona comprenden un cuerpo intrusivo con facies de gabro a diorita atribuidos a la superunidad Tiabaya (De la Cruz y Jaimes, 2001). En la mina el intrusivo presenta una coloración gris verdusca, textura fanerítica, de grano medio, con cristales de plagioclasa, cuarzo, ferromagnesianos y minerales de alteración como clorita. La zona presenta sistemas de fracturamiento con direcciones N30°-40° y N110°-130°. La mineralización es controlada por una falla de orientación N120°/82°NE.

La alteración se presenta en la zona mineralizada como arcillas (argilización), siendo controlada por una falla de dirección N120°. La roca hospedante presenta minerales de clorita reemplazando a minerales ferromagnesianos (Figura 3.2).

La mineralización se encuentra en una veta de 1 a 1.5 m de ancho con orientación N120°/82°NE, que presenta bandas de óxidos de hierro (hematita, goethita, limonitas) y óxidos de cobre (neotocita? y cuprita), con cuarzo como mineral de ganga.



Figura 3.2.- Izquierda, Mina artesanal El Campanario con galería que sigue la veta SEE. Derecha, detalle del intrusivo que hospeda la mineralización con alteración a clorita de los minerales ferromagnesianos.

3.1.2. Proyectos y prospectos

MOLLETAMBO

Se ubica en el distrito de Yauca del Rosario, provincia de Ica, departamento de Ica. En las coordenadas UTM: 459988E y 843000N., Zona 18. Es un depósito IOCG. La geometría del yacimiento se manifiesta en Mantos delgados (afloramiento) dentro de los volcanoclásticos de la Formación Quilmaná. Molletambo se ubica en un anticlinal con rumbo NO intruido por sills de gabro, diorita y granodiorita. Fallas NO y E-O. Se presenta minerales oxidados se tiene jarosita, hematita, goethita, crisocola, malaquita, azurita, brocantita, óxidos de Mn. Los metavolcánicos presentan una alteración biotítica con halos de epidota-magnetita. Se ha explotado el Cu en forma artesanal y Au (>10 ppm) como subproducto.

PAMPA ANDINO

Se ubica en el distrito de San Pedro de Huacarpana, provincia de Chincha, departamento de Ica. En las coordenadas 420499E y 8549500N. Zona 18. Es un depósito de baja sulfuración de Au-Ag, que se presenta en forma de vetas Las estructuras mineralizadas, Veta Rosita y Veta Raquel, se emplazan en el margen suroeste de la caldera Tantarará, una orientación N-S y buzamiento 60 a 80 al O. Se le estima en reservas 15,770 TM con 13.1 g/t de Au y 20.4 oz/t Ag.

3.1.3. Ocurrencias y anomalías

ISLA 02

Esta ocurrencia se ubica en el anexo La Isla, distrito y provincia de Palpa, departamento de Ica, sus coordenadas UTM de referencia son 480,216E y 8'403,029N, a una altitud de 555 msnm, situada en el cuadrángulo de Córdova (29-m). El acceso se realiza por la carretera Panamericana (Ruta PE-1S) a la

altura de la localidad de Río Grande, de donde parte un camino afirmado de 9 km hasta el anexo La Isla, se toma una trocha carrozable en la quebrada homónima por 0.5 km hasta llegar a la labor en la margen derecha de la quebrada.

La ocurrencia se desarrolla en los estratos de la Formación Pariatambo de edad Cretácico inferior (De la Cruz y Jaimes, 2001), cuyos afloramientos se distribuyen en la parte inferior de la quebrada La Isla. Litológicamente comprende una sucesión de calizas de textura wackstone con venillas de calcita e intercaladas con andesitas grises, que presentan una orientación N20°/42°SE. Estos estratos son cubiertos por depósitos coluviales, conformado por gravas sub-angulares, de baja esfericidad, provenientes de la erosión de los afloramientos. La región es dominada por un sistema compresional de dirección andina, estando la mineralización asociada a la prolongación de la falla inversa N177°/49°NE que controla la veta de la mina Isla 01, ubicada a la margen izquierda de la quebrada.

La alteración se presenta en forma de arcillas blancas producto de la argilización junto con limonitas. La mineralización esta relacionada a una estructura vetiforme de 1.0 m de ancho y orientación N176°/75°SO, con una zona central rica en hematita y zonas laterales con goethita (Figura 3.3).

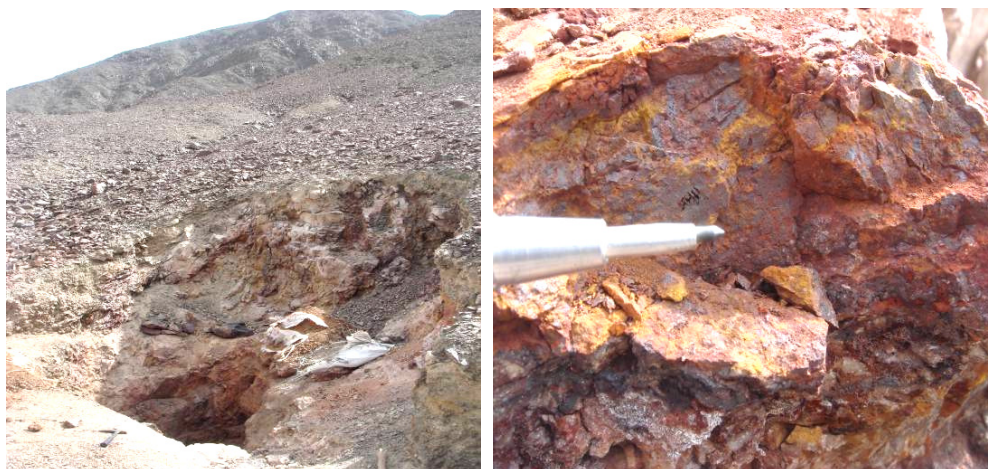


Figura 3.3.- Izquierda, Pique que sigue la veta N-S en la ocurrencia Isla 02. Derecha, detalle de la veta con óxidos de hierro (hematita y goethita).

EL INDIO

La ocurrencia El Indio se ubica en el cerro Llamicho, en el Anexo de San Miguel, distrito y provincia de Palpa, departamento de Ica, sus coordenadas UTM de referencia son 478,275E y 8'404,637N, a una altitud de 721 msnm, situada en el cuadrángulo de Córdova (29-m). El acceso se realiza por la carretera Panamericana (Ruta PE-1S) a la altura de la localidad de Río Grande, de donde parte un camino afirmado de 10 km hacia el anexo de San Miguel, desde este poblado se accede por un camino de herradura que sube la quebrada Aguada en el cerro homónimo hasta una pequeña labor (Figura 3.4).

Los afloramientos de la zona comprenden rocas sedimentarias de la Formación Labra y volcánicas de la Formación Pariatambo, que son intruídas por un granitoide con facies pertenecientes a la superunidad Tiabaya (De la Cruz y Jaimes, 2001). La ocurrencia se ubica en la parte superior de la quebrada La Aguada, donde aflora una secuencia de cuarcitas intercaladas con delgados niveles de limolitas grises pertenecientes a la Formación Labra de edad Jurásico superior. La orientación de sus estratos presentan una dirección N134° y buzamiento de 35° al SO. En la parte inferior de dicha

quebrada se observan niveles de andesitas de color gris a verde que se atribuyen a la Formación Pariatambo de edad Cretácico inferior.

La zona está dominada por un fallamiento inverso que levanta los estratos de la Formación Labra sobre los volcánicos de la Formación Pariatambo. Localmente la mineralización esta controlado por un falla inversa de orientación N23°/58° NO, y otras secundarias de orientación N93°/35° S y N144°/90°, que afectan los sedimentarios de la Formación Labra.



Figura 3.4.- Pequeña labor donde se nota las vetas NNE y ESE y las zonas de alteración argílica.

La alteración se encuentra a lo largo de las fallas N93°/35° S y de igual forma en la falla N23°/58° NO, las cuales cortan secuencias de cuarcitas y limolitas alteradas a arcillas con limonitas. La mineralización se presenta en vetas de 0.8 a 1 m de ancho con orientación N23°/58° NO y N93°/35° S con una zona central de 0.2 a 0.5 m y venillas ricas en óxidos de hierro. Pequeños mineros de la zona manifiestan que han obtenido leyes menores a 0.3 g/t de Au.

En los alrededores se encuentra un intrusivo gabroico formado por ferromagnesianos, plagioclasa y cuarzo en contacto con la secuencia sedimentaria. Este intrusivo podría ser la fuente de procedencia de los fluidos hidrotermales que formaron la alteración argílica y depositaron la mineralización en las zonas de debilidad.

LA AGUADA

Esta ocurrencia se ubica en la quebrada La Aguada, anexo de San Miguel, distrito y provincia de Palpa, departamento de Ica, sus coordenadas UTM de referencia son 478,487E y 8'404,268N, una altitud de 551 msnm, situada en el cuadrángulo de Córdova (29-m). El acceso a la labor se realiza por la carretera Panamericana (Ruta PE-1S) a la altura de la localidad de Río Grande, de donde parte un camino afirmado de 10 km hacia el anexo de San Miguel, desde donde se accede por un camino de herradura que sube la quebrada La Aguada hasta la labor (Figura 3.5).

La ocurrencia se ubica en la quebrada La Aguada, donde aflora una secuencia de andesitas de color

gris verdoso atribuidas a la Formación Pariatambo de edad Cretácico inferior (De la Cruz y Jaimes, 2001). Esta roca tiene textura porfirítica, con fenocristales de plagioclasas y presenta minerales de alteración como clorita y epidota. En la parte superior de la quebrada afloran cuarcitas intercaladas con limolitas pertenecientes a la Formación Labra de edad Jurásico superior. Ambas unidades son intruidas por un cuerpo perteneciente a la superunidad Tiabaya (De la Cruz y Jaimes, 2001). La zona esta dominada por un fallamiento inverso de rumbo andino que levanta los estratos de la Formación Labra sobre los volcánicos de la Formación Pariatambo.

Las andesitas están argilizadas cerca de la zona mineralizada, mientras que las que se encuentran más alejadas se alteran a clorita y epidota. La mineralización se encuentra en una veta de 1.2 m de ancho con orientación N78°/70°NO, que presentan venas con abundante óxidos de hierro (goethita y limonita) y óxidos de cobre (malaquita, cuprita y neotocita). De acuerdo al informe de García (1971) esta mina actualmente inactiva tendría una ley de 15% de Cu.

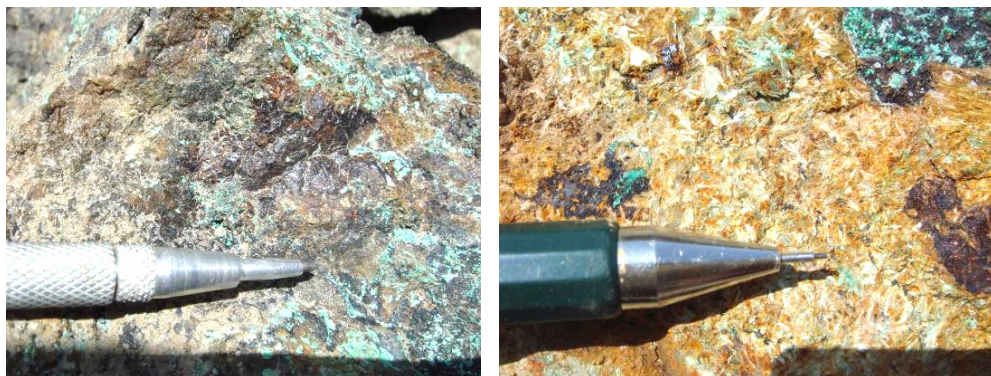


Figura 3.5.- Arriba, vista de la Mina abandonada La Aguada. Abajo, mineralización con óxidos de cobre (cuprita y malaquita) y goethita.

3.2. Franjas metalogenéticas

Las franjas metalogenéticas que se desarrollan en gran extensión en la región Ica son:

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), como la Falla Treinta Libras en Marcona (Injoque J., 2002). Los depósitos más importantes que constituyen esta franja son Marcona con mineralización de hierro ($154 \pm 4 - 160 \pm 4$ Ma; $164-150$ Ma, Injoque et al., 1988; Vidal et al. 1990), Mina Justa con mineralización de Cu ($164 \pm 4-150 \pm 4$ Ma, Moody et al. 2003, aunque otros como Chen, 2008, le asignan una edad de 104-95 Ma) y Pampa de Pongo de Cardero Resources, que contiene como 863 Mt con leyes 41.3% Fe, 0.1% Cu and 0.07 g/t Au (Cardero Resource Corporation, 2008).

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

Esta franja se encuentra segmentada en dos partes: Trujillo-Mala-Paracas-Ocoña y Locumba-Sama. Entre Trujillo y Ocoña ($8^{\circ}-15^{\circ}30'$) los principales controles de mineralización son las fallas NO-SE de la cuenca Casma y del sistema Ica-Islay-Ilo, así como fallas menores NE-SO, relacionado a un magmatismo entre ~ 110 y 95 Ma. En este segmento destacan los depósitos Eliana (115 ± 5 y 113 ± 3 Ma: Vidal et al., 1990), Monterrosas ($97-107$ Ma: Vidal et al., 1990). La edad de mineralización de esta franja varía entre 117 y 100 Ma (Acosta, J., 2006 a, b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

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

Se extiende discontinuamente en tres áreas: Trujillo (Cerro Ballena; $9^{\circ}30'-10^{\circ}$), Canta (Lomada-Caracol-Lajas; $11^{\circ}-11^{\circ}30'$) y Saramarca-Nazca-Ocoña ($14^{\circ}30'-17^{\circ}$). Las estructuras mineralizadas de cuarzo-oro-sulfuros se encuentran hospedadas en granitoides del Cretácico superior del Batolito de la Costa. En Saramarca-Nazca-Ocoña, las estructuras mineralizadas están controladas por fallas con orientaciones NO-SE, N-S y E-O, que constituyen el corredor Nazca-Ocoña. Entre los principales depósitos de esta franja se puede mencionar a escala de pequeña minería depósitos importantes de Au y Cu, explotados de manera artesanal e informal entre los centros de Nazca y Chala como C^o El Indio, El Campanario, Isla y Mina C^o Llamicho.

FRANJA X DE PÓRFIDOS DE Cu-Mo DEL CRETÁCICO SUPERIOR

Su mineralización está relacionada con intrusivos graníticos del Cretácico superior del Batolito de la Costa y controlada por fallas NO-SE de la continuación de los sistemas Cincha-Lluta, así como por fallas menores con orientación N-S. Los principales depósitos que constituyen esta franja son Durazno, Cuco y Tibillos, relacionados con intrusivos del Cretácico superior. La edad de mineralización de esta franja se registra entre 80 y 65 Ma (Acosta, J., 2006a,b; Acosta & Santisteban, 2007; Acosta et al., 2008).

Al norte de la región Ica se encuentran dos segmentos de menor extensión de las franjas XI y XVIII, las cuales son importantes por encontrarse la Mina Cerro Lindo y el proyecto Pampa Andino respectivamente:

FRANJA XI DE SULFUROS MASIVOS VOLCANOGÉNICOS De Pb-Zn-Cu DEL CRETÁCICO SUPERIOR-PALEOCENO

Está constituida por dos sub-provincias. Entre la Libertad e Ica, Romero (2007) diferencia secuencias volcánicas calcoalcalinas del Cretácico-Paleoceno, anteriormente atribuidas como Grupo Casma, pero ahora denominada Cuenca Maastrichtiano-Daniano, tipo marginal de tras arco (Romero et al., 2008). Esta cuenca alberga depósitos tipo sulfuros masivos volcanogénicos de Pb-Zn-Cu (tipo kuroko), cuyos controles regionales de mineralización son fallas NO-SE. El yacimiento más relevante es Cerro Lindo. La edad de mineralización de esta franja se encuentran entre 68 y 62 Ma.

FRANJA XVIII DE EPITERMALES DE Au-Ag DEL OLIGOCENO

Entre las regiones de Ayacucho e Ica se encuentra el segmento Huaytará-Tantará-Tupe ($12^{\circ}30'-14^{\circ}30'$) de esta franja. Los controles de mineralización son fallas con orientaciones

preferenciales NO-SE y E-O, donde destacan los depósitos Antapite, Pampa Andino y Ticrapo. Las estructuras mineralizadas presentan geometrías vetiformes con contenidos de Au-Ag tipo epitermal de baja sulfuración. Las edades de mineralización se estiman entre 31 y 25 Ma.

En la parte central y oriental de la región Ica se encuentran dos segmentos de menor extensión que corresponden a las franjas de depósitos de Au-Cu-Pb-Zn relacionados con intrusiones del Eoceno y de epitermales de Au-Ag del Mioceno hospedados en rocas volcánicas cenozoicas. No se reconocen proyectos y prospectos importantes.

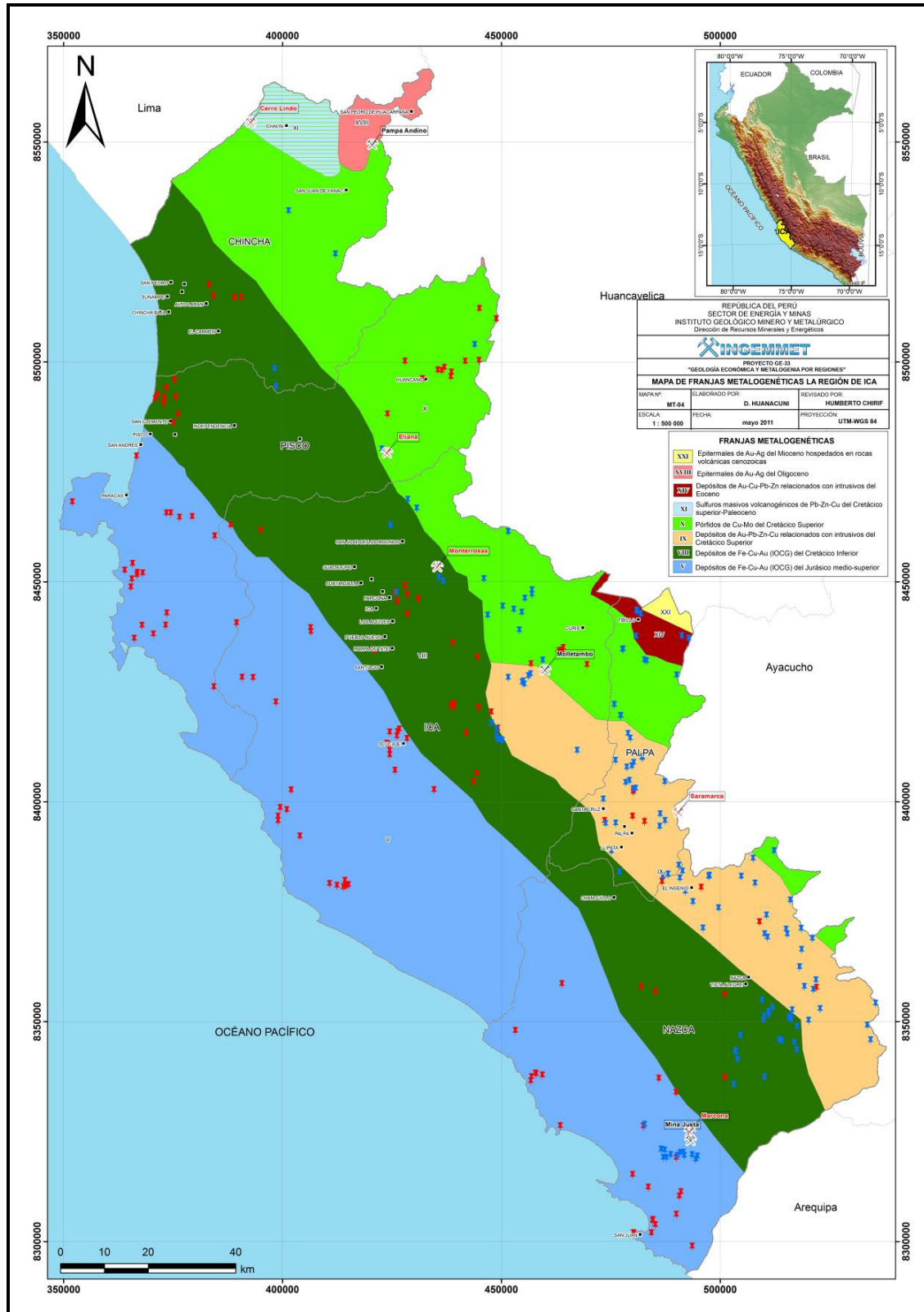


Figura 3.6- Mapa metalogénico de la Región Ica.

3.3. Producción y reservas metálicas

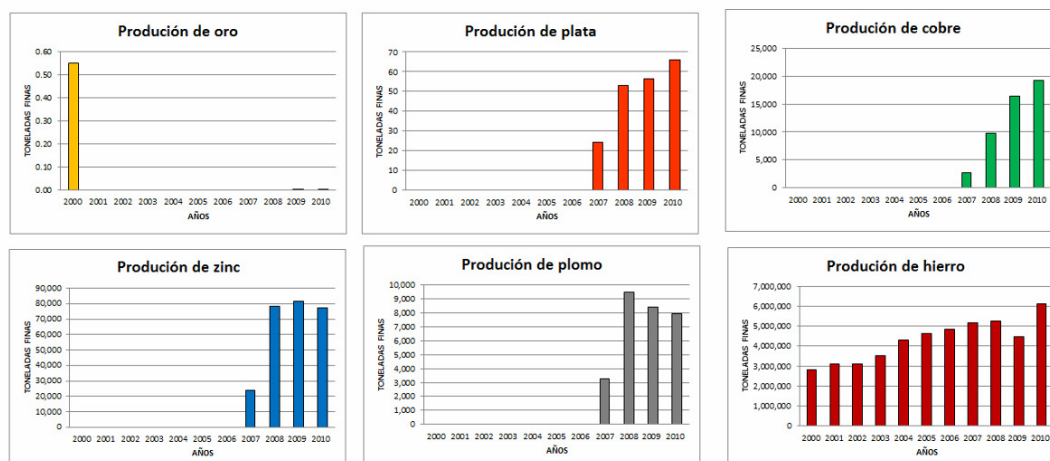
PRODUCCIÓN

La Tabla 3.1 y Figura 3.7 muestran la producción metálica de los últimos 10 años, donde se nota que la región Ica es principalmente productora de hierro. La producción se ha incrementado desde 2.8 Mt hasta más de 6 Mt en el año 2010, y proviene básicamente de la Mina Marcona. También se puede distinguir que a partir del 2007 la región empieza a producir plata, cobre, plomo y zinc cuando entró en operación la Mina Cerro Lindo. La producción del cobre ha ido en aumento, empezando con una producción aproximada de 2,700 toneladas durante el 2007 hasta llegar cerca a las 20,000 toneladas en el 2010. Por otro lado, la producción de plomo alcanzó su pico más alto el año 2008 con más de 9,500 toneladas, la cual fue disminuyendo hasta cerca de 8,000 toneladas en el año 2010. En el caso del zinc, la producción se ha mantenido casi constante, obteniéndose una producción promedio de casi 80,000 toneladas los tres últimos años. La producción de la plata se ha elevado desde 24 toneladas en el 2007 hasta 66 toneladas en el año 2010. Para el caso del oro, solo se tiene registro de 552 Kg en el año 2000 que ha provenido de la minería artesanal. Recién el 2009 y 2010 se ha registrado 1.2 y 1.7 Kg de oro respectivamente.

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

Metal / Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Oro	0.552	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0012	0.0017
Plata	--	--	--	--	--	--	--	24	53	56	66
Cobre	--	--	--	--	--	--	--	2,682	9,758	16,405	19,312
Zinc	--	--	--	--	--	--	--	23,851	78,272	81,379	77,311
Plomo	--	--	--	--	--	--	--	3,246	9,497	8,425	7,952
Hierro	2,812,915	3,087,158	3,105,095	3,540,822	4,315,328	4,638,243	4,861,379	5,185,494	5,243,520	4,489,676	6,139,610

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM



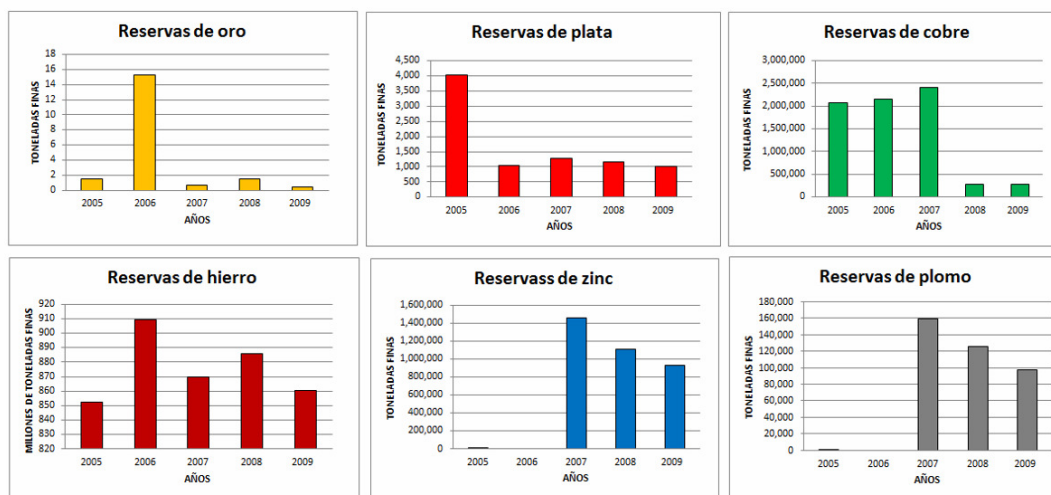
RESERVAS PROBADAS Y PROBABLES

En la Tabla 3.2 y Figura 3.8 se distingue que las mayores reservas de oro se registró en el año 2006 alcanzando las 15 toneladas, desde entonces solo se registran reservas menores que 2 toneladas. Durante el año 2005 se registró las mayores reservas de plata con más de 4,000 toneladas para posteriormente mantenerse en una tonelada promedio. Las reservas de oro provienen de los proyectos Mina Justa y Pampa Andino. Las reservas de cobre aumentaron ligeramente a partir del año 2005 hasta el 2007 donde alcanzó las 2.4 Mt sufriendo posteriormente un notorio declive hasta 267,000 toneladas. Las reservas de cobre se encuentran en las minas Cerro Lindo y Marcona y en el proyecto Mina Justa. Con respecto al hierro, las reservas han sufrido variaciones desde el año 2005 hasta el 2009, alcanzando su pico más alto el año 2006 con más de 909 Mt. Dichas reservas provienen de la Mina Marcona y de los proyectos Mina Justa y Yaurilla. En el caso de las reservas de zinc y plomo, provienen de la Mina Cerro Lindo, y en ambos casos sus mayores reservas se registraron durante el año 2007 con cerca de 1.5 Mt toneladas de zinc y 160,000 toneladas de plomo. Durante los dos siguientes años las reservas han disminuido llegando a 934,000 toneladas de zinc y 97,000 toneladas de plomo respectivamente.

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

Metal / Años	2005	2006	2007	2008	2009
Oro	1.53	15.30	0.69	1.50	0.38
Plata	4,033	1,029	1,284	1,149	1,007
Cobre	2,079,103	2,161,425	2,410,918	283,112	267,253
Zinc	2	-	1,460,092	1,110,520	934,122
Plomo	2	-	159,152	125,126	97,901
Hierro	852,424,972	909,458,532	870,038,193	885,964,460	860,710,203

Fuente: Anuario Minero 2000-2010, MINEM



CAPÍTULO IV

ACTIVIDADES MINERAS

Se tiene registros de cuadros que nos brindará la producción minera de la región Ica, con respecto a los estratos de Pequeño Productor Minero (PPM) y Pequeño Minero Artesanal (PMA).

4.1. Pequeño productor minero

COBRE (Cu)

Con respecto a la producción de cobre, sólo se tiene registros de los dos últimos años, el cual viene siendo realizada por las labores de la empresa Minera Proyec SAC; alcanzando su producción en el año 2010 con 629 TMF (Tabla 4.1).

Tabla 4.1.- Producción de Cobre de PPM, año 2009-2010

EMPRESA MINERA	2009	2010
MINERA ENPROYEC	699	629
TOTAL	699	629

4.2. Productor minero artesanal

COBRE (Cu)

Se registra producción de cobre (Cu) a partir del año 2008, alcanzando su máxima producción de cobre en el año 2010 con 75 TMF.

Tabla 4.2.- Producción de Cobre de PPA, año 2009-2010

EMPRESA MINERA	2008	2009	2010
QUISPE CONDORI OSCAR	26	42	75
TOTAL	26	42	75

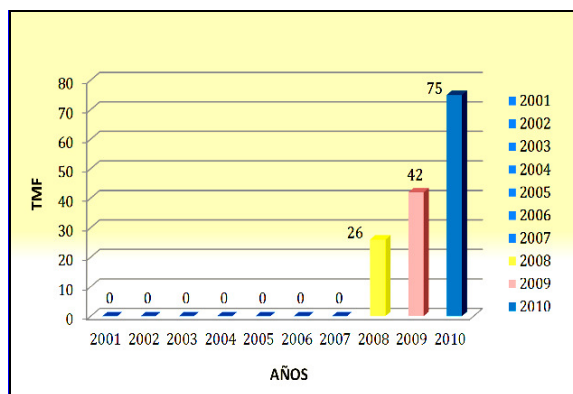


Figura 4.1.- Distribución del cobre del PMA al 2010

ORO (Au)

Desde el año 2001 al 2008 no se tiene registros de la producción de oro dentro de este estrato; en el año 2010, registra su máxima producción de oro (Au) con 55 onzas. Cabe mencionar que se registra una información del Sur Medio (Ica, Nazca y Arequipa) con una producción de 69,157 onzas (2'151,018 gf) para el año 2001 y 85,586 onzas (2'662,336 gf) para el año 2002.

Tabla 4.3.- Producción de Cobre de PPA, año 2009-2010

EMPRESA MINERA	2009	2010
QUISPE CONDORI OSCAR	1,191	1,697
TOTAL EN GRS	1,191	1,697
TOTAL EN ONZAS	38	55

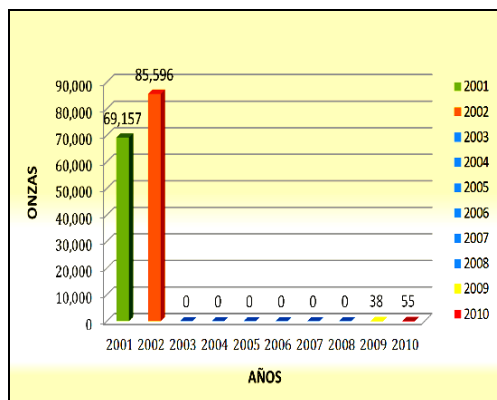


Figura 4.2.- Distribución del oro (Au) del PMA al 2010

PLATA (Ag)

Sólo se registra información en los dos últimos años, siendo el 2010 el año que mayor producción alcanzó, con un total de 547 onzas

Tabla 4.4.- Producción de Cobre de PPA, año 2009-2010

EMPRESA MINERA	2009	2010
QUISPE CONDORI OSCAR	10	17
TOTAL EN KG	10	17
TOTAL EN ONZAS	322	547

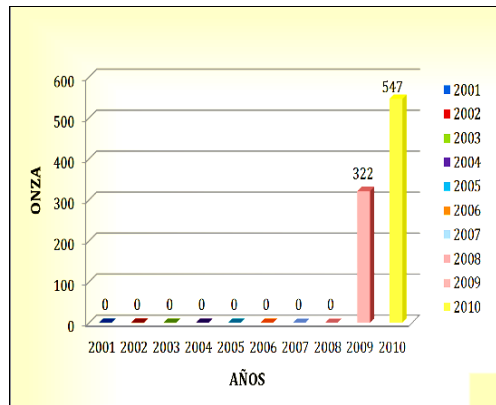


Figura 4.3.- Distribución de plata (Ag) del PMA – 2001-2010

REFERENCIAS

- Acosta, J.; Rivera, R.; Valencia, M.; Chirif, H.; Huanacuni, D.; Rodriguez, I.; Villarreal, E.; Paico, D.; Santisteban, A. (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. En: Congreso Peruano de Geología, 14o, Lima, 2008. CD-ROM. Lima: Sociedad Geológica del Perú.
- Acosta, J. & Santisteban, A. (2007) - Estudio de los arcos magmáticos del Mesozoico y Cenozoico del sur del Perú, informe técnico interno. Lima: INGEMMET, DRME, 21 p.
- Acosta, J. (2006a) - Características metalogénicas de los yacimientos asociados a los arcos magmáticos mesozoicos y cenozoicos del sur del Perú, informe técnico interno. Lima: INGEMMET, DGEPM, 26 p.
- Acosta, J. (2006b) - Características metalogénicas de los yacimientos asociados a los arcos magmáticos mesozoicos y cenozoicos del sur del Perú (Latitudes 14° - 16°S), informe técnico interno. Lima: INGEMMET, DRME, 20 p.
- Caldas J. (1978) - Serie A: Carta Geológica Nacional-030: Geología de los cuadrángulos de San Juan, Acarí y Yauca.
- Caldas J., García W., Montoya M., (1994) - Serie A: Carta Geológica Nacional-053: Geología de los cuadrángulos de Lomitas, Palpa, Nazca y Puquio.
- De la Cruz, N.; Jaimes, F. (2001) - Mapa geológico actualizado del cuadrángulo de Córdova (29-m). INGEMMET, DGR.
- Fernández Dávila M. (1993) - Serie A: Carta Geológica Nacional-047: Geología de los cuadrángulos de Pisco, Guadalupe, Punta Grande, Ica y Córdova.
- García, G. (1971) - Informe preliminar del prospecto San Miguel. Informe interno de la Cerro de Pasco Corporation. Fondo documental de INGEMMET.
- Injoque, J. (2002) - Fe Oxide-Cu-Au Deposits in Perú, an Integrated View. Hydrothermal Iron Oxide Copper-Gold and Related Deposits: A Global Perspective, 2: 97-113.
- Injoque, J.; Atkin, B.; Harvey, P.; Snelling, N. (1988) - Mineralogía y geocronología del skarn geotermal de hierro de Marcona. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, (78): 65-80.
- Landa C., Salazar H. (1993) - Serie A: Carta Geológica Nacional-044: Geología de los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conayca, Chinchá, Tantará y Castrovirreyna.
- Moody, T.; Hawkes, N.; Ramos, D.; Loador, S.; Panez, R.; Abbott, C.; Carbonell, J.; Sillitoe, R. (2003) - The Marcona Iron Oxide-Copper Deposits, Perú. En: Congreso Internacional de Prospectores y Exploradores, 3o, Lima, 2003. Resúmenes. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2 p.
- Quang, C. X.; Clark, A. H.; Lee J. K.; Hawkes, N. (2005) - Response of supergenes processes to episodic cenozoic uplift, pediment erosion, ignimbrite eruption in the porphyry copper province of southern Perú. Economic Geology, 100(1): 87-114.
- Quispesivana, L., Navarro, P. (2002). Mapa geológico actualizado del cuadrángulo de Chincheros (28-o). INGEMMET, DGR.
- Rivera, M.; Monje, R.; Navarro, P. (2005) - Nuevos datos sobre el volcanismo Cenozoico (Grupo Calipuy) en el norte del Perú: Departamentos La Libertad y Ancash. Boletín de la Sociedad

Geológica del Perú, 99: 7-21.

Romero, D.; Quispe, J.; Carlotto, V.; Tassinari, C. (2008) - Los depósitos de la cuenca Maastrichtiano-Daniano: relación con los yacimientos tipo sulfuros masivos volcánogénicos de Pb-Zn-Cu; Perú central. En: Congreso Peruano de Geología, 14o, Lima, 2008. CD-ROM. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.

Vidal, C.; Injoque, J.; Sidder, G. B.; Mukasa, S. B. (1990) - Amphibolitic Cu-Fe skarn deposits in the Central Coast of Peru. *Economic Geology*, 85(7): 1447–1461.

<http://www.minem.gob.pe/sector.php?idSector=1>