



REPUBLICA DEL PERU



GEOLOGIA ECONOMICA

Nº 1 B

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Por:

Ingº Eleodoro Bellido Bravo

Ingº Luis de Montreuil D.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

DIRECCION GENERAL DE MINERIA

SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA

Lima, Octubre de 1972

REPUBLICA DEL PERU

GEOLOGIA ECONOMICA

Nº 1

**ASPECTOS GENERALES
DE LA
METALOGENIA DEL PERU**

Por

**ELEODORO BELLIDO BRAVO
LUIS DE MONTREUIL D.**

**MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
DIRECCION GENERAL DE MINERIA
SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA**

Lima, Octubre de 1972



LUIS RODRIGUEZ ARANGUREN
Editor

PROLOGO

"Para aprovechar al máximo los recursos naturales es necesario conocer el suelo y subsuelo del país".—E.B.B.

El desarrollo económico de los países depende fundamentalmente del aprovechamiento e industrialización de los recursos naturales que contienen su suelo y subsuelo. En este sentido, la explotación de los recursos minerales juegan un rol de primera importancia, por el hecho de que los metales y los minerales energéticos, constituyen el sustento de la industria moderna.

El Perú es un país tradicionalmente minero, un alto porcentaje de sus ingresos fiscales provienen de la explotación de sus yacimientos minerales que se distribuyen ampliamente en su territorio. Estos recursos corresponden al tipo de los no renovables; por lo tanto, su producción creciente requiere de la localización y puesta en explotación de cada vez mayor número de depósitos minerales.

Para estas investigaciones, son de primera importancia los relevamientos geológicos, pues mediante ellos y las verificaciones correspondientes de laboratorio, llegamos a conocer la composición, estructura y evolución geológica del territorio nacional; y por consiguiente la génesis, distribución, calidad e importancia de los yacimientos minerales: metálicos y no-metálicos.

El presente trabajo tiene por objeto explicar, en forma resumida, los aspectos más saltantes de la metalogénesis del territorio nacional, cuya expresión cartográfica aparece en el Mapa Metalogénico Preliminar, a escala 1:2'500,000, que acompaña a esta edición.

Consideramos este trabajo como un intento inicial en la interpretación de los procesos de metalización que tuvieron lugar en el territorio a través de los tiempos geológicos, y estamos seguros que en el futuro estas investigaciones recibirán, cada vez mayor impulso para el mejor conocimiento y aprovechamiento de las riquezas minerales del país.

Los autores agradecen profundamente a todos los colegas del Servicio de Geología y Minería, que en una u otra forma colaboraron con sus ideas y críticas constructivas al mejor resultado de esta síntesis.

INTRODUCCION

El Perú es un país de abundantes recursos minerales. A lo largo y ancho de su territorio se encuentra gran variedad de depósitos metalíferos, cuya explotación en el caso de los depósitos de oro y plata y en menor escala del cobre, datan desde la época preincaica. Durante el coloniaje alcanzaron gran desarrollo la exploración y explotación del oro, la plata y el mercurio, y en menor escala, el plomo por su contenido argentífero. En la actualidad se registra la producción de cerca de 40 sustancias entre metálicas y no-metálicas. De las primeras producimos: antimonio, bismuto, cadmio, estaño, hierro, indio, manganeso, mercurio, molibdeno, oro, selenio, talio, telurio y tungsteno; de las segundas: petróleo, carbón, baritina, caliza, yeso, caolín, sílice, sales, arcillas refractarias, ocre, talco, rocas ornamentales, etc.

La producción de algunos metales alcanza porcentajes más o menos altos, en relación con la producción mundial, y permiten catalogar al Perú entre los grandes productores de cobre, zinc, plomo y plata.

El cadmio, bismuto, indio, selenio, telurio y talio se obtienen como sub-productos del beneficio de los sulfuros y sulfosales de cobre, plomo y zinc, en las instalaciones metalúrgicas de La Oroya, Junín. Los minerales de cromo, cobalto, níquel, platino, titanio y uranio se han reconocido en diversas localidades del país, pero las ocurrencias conocidas hasta el presente no parecen constituir yacimientos de interés económico.

El potencial minero del país es cuantioso, tanto para el descubrimiento de nuevos yacimientos como para aumentar el volumen de su actual producción. En la época colonial fueron conocidos y trabajados muchos de los yacimientos que se explotan actualmente en la región andina, mientras que la explotación de los depósitos de cobre

y hierro de la costa datan de tiempos muy recientes. A la fecha se conocen varios depósitos de cobre potencialmente grandes, unos han sido explorados hasta determinar la factibilidad de su explotación (Cua-jone, Michiquillay y Antamina), otros están en plena exploración (Cerro Verde, Tintaya y Morococha) y algunos han sido suficientemente reconocido en cuanto a su magnitud (Quellaveco, Ferrobamba, Sulfobamba y Magistral, entre otros).

Muchas minas y distritos mineros en actual operación tienen reservas para aumentar su producción mediante mayores inversiones y estabilidad del precio de los metales en el mercado; por otro lado, hay áreas y regiones muy poco o nada reconocidas, cuyo estudio y explotación aportarán nuevas reservas minerales al país.

El Programa de Levantamientos e Investigaciones Geológicas que viene realizando en amplia escala el Servicio de Geología y Minería, incrementará enormemente los conocimientos básicos para una exploración más científica de los recursos minerales del país, y por ende, de la metalogénesis en relación con las grandes estructuras regionales, provincias petrográficas, etc.

La producción del año 1968, que a continuación transcribimos nos dan una idea más concreta de la minería nacional.

Antimonio	1,045	T. M.
Arsénico	1'226,755	Ks.
Bismuto	907,127	Ks.
Cadmio	577,693	Ks.
Cobre	201,963	T. M.
Estaño	103,687	Ks.
Hierro	9'014,994	T. M.
Indio	10,031	Onzas Troy.
Manganeso	7,153	T. M. (Miner. de 42%).
Mercurio	107,190	Ks.
Molibdeno	1'577,000	Ks.
Oro	2,688	Ks.
Plata	32,987	(x 1,000) Onzas Troy Finas.
Plomo	152,329	T. M.
Selenio	5,766	Ks.
Talio	50	Ks.
Teluro	24,033	Ks.
Tungsteno	711,786	Ks.
Zinc	322,643	T. M.
Baritina	33,906	T. M.
Carbón	160,606	T. M. (antracítico: 7,491 T. M. y bituminoso: 153,115 T. M.).
Petróleo	27'056,127	Barriles.

ASPECTOS MORFOESTRUCTURALES

El Perú se encuentra en la parte central y occidental de la América del Sur y tiene una superficie de 1'285,216 Km². (Fig. 1).

Es un país de fuertes contrastes topográficos, longitudinalmente está atravesado por el sistema andino, cuya rugosa y elevada estructura hórstica separa hacia el Oeste, una llanura estrecha y desértica que bordea el Pacífico; y hacia el Este, la extensa llanura del Amazonas y del Madre de Dios, de características tropicales.

En este marco físico general, destacan los rasgos morfoestructurales que a continuación se describen. (Fig. 2).

CORDILLERA DE LA COSTA

Esta faja montañosa, llamada también Cadena Costanera está bien definida en dos tramos del litoral pacífico; se compone de núcleos precambrianos, rocas paleozoicas y cobertura parcial del mesozoico temprano. En la parte meridional, se reconoce desde la península de Paracas, hasta la frontera con la República de Chile. Tiene de 20 a 30 Km. de ancho y alturas variables de 1,000 a 1,500 m. s. n. m.; cumbres con altitudes mayores son escasas (Cerro Criterión con 1,725 m. cerca de Nazca). La parte alta del macizo costanero es de aspecto ondulado y con características de una topografía madura. El flanco que da al Pacífico es bastante empinada y en muchos tramos vienen a ser escarpas de fallas paralelas al litoral. Los ríos Ocoña, Majes, Tambo, etc., han cortado en la Cadena Costanera profundos cañones.

En la costa noroeste está representada por los cerros Illescas, Silla de Paita y los cerros Amotape. En conjunto forman un alineamiento montañoso distontínuo y arqueado, debido a fallamientos y cambio de rumbo del eje montañoso de NW a NE.

Entre la península de Paracas y el Cerro de Llescas, el litoral se caracteriza por una pronunciada escotadura. Hay evidencias geológicas que indican que la Cadena Costanera en el tramo citado está hunda en el Pacífico.

LLANURA COSTANERA

En la parte baja del flanco occidental de los Andes se desarrolla una faja de terreno, llano y árido, comunmente denominado Pampas Costaneras. En la costa meridional el llano termina hacia el Oeste contra los cerros de la Cadena Costanera y en la región central y septentrional en el borde de los acantilados marinos. En el Sur, la llanura tiene de 15 a 45 Km. de ancho; en la región central de 5 a 20 Km. y en el Norte, en el área del desierto de Sechura, alcanza alrededor de 100 Km.

Las pampas costaneras en amplios sectores son sensiblemente horizontales o suavemente inclinadas al W y SW, en otras áreas es ondulada, con colinas aisladas, depresiones y pequeñas cadenas de cerros bajos, que corresponden a las porciones terminales de las estribaciones andinas.

Los llanos de la Costa se suponen formados por relleno de depresiones tectónicas y/o topográficas, por clásticos, marinos o continentales, en el curso del Terciario tardío - Cuaternario.

En grandes extensiones las pampas están cubiertas por un manto de aluviales de piedemonte y más localmente por acumulaciones eólicas.

Los valles y los conos aluviales de los ríos que desaguan en el Pacífico, son las únicas zonas cultivables de la Costa Peruana.

CORDILLERA OCCIDENTAL

Esta Cordillera es la más conspicua de los Andes peruanos y la línea de sus cumbres marca la Divisoria Continental de Aguas. Es una montaña de plegamiento que se ha formado en el curso del Mesozoico-Cenozoico. Su alineamiento, así como la disposición estructural de los pliegues, fallas, elongación de los intrusivos, etc., tienen dirección NW. La Cordillera que señalamos y en general el bloque andino, alcanzó su presente altura por movimientos epirogénicos ocurridos en el transcurso del Terciario tardío y Cuaternario.

La Cordillera occidental se levanta, en términos generales, entre las pampas costaneras por el Oeste y el eje de los valles interandinos por el Este: Marañón en el Norte; Mantaro en el Centro, y parcialmente

por el Apurímac, Vilcanota y Ayaviri, en el Sur.

El paso de las pampas costaneras al flanco andino es nítido por el cambio de pendientes y en algunos tramos está señalado por escarpas de falla.

En los tramos septentrional y central tiene de 130 a 150 Kms. de ancho y en la parte meridional de 150 a 250 Kms. Por otro lado, en las zonas central y meridional es bastante elevada; siendo el punto más alto la cumbre del nevado Huascarán con 6,768 m.s.n.m. La Zona Norte es relativamente más baja y el paso de Porculla con 2,138 m.s.n.m. es el punto más bajo de los Andes en el Perú.

Un rasgo importante de la Cordillera Occidental es la bifurcación en dos ramales, entre los $8^{\circ}45'$ y 10° de latitud Sur. Las montañas denominada Cordillera Blanca (la Oriental) y Cordillera Negra (la Occidental), se desarrollan en forma paralela por cerca de 180 Kms. Entre ambas queda el valle del río Santa, que según los estudios geológicos más recientes ha sido erosionado, por lo menos en parte, en un "graben". El río Santa corre de Sur a Norte y en el lugar donde cambia de curso hacia el Oeste, forma el espectacular Cañón del Pato.

La vertiente pacífica de la Cordillera Occidental es una zona de fuerte declive hasta alturas aproximadas de 3,800 - 4,000 m.s.n.m.; y se encuentra ampliamente disectada por los ríos que descienden al Pacífico. Los valles principales y subsidiarios que atraviesan el flanco andino son profundos y encañonados, y tienen todas las características de valles en estadio juvenil.

Por arriba de las altitudes indicadas se desarrolla el altiplano o meseta andina que asciende suavemente hasta la Divisoria de Aguas, para luego extenderse hacia el Este de ella.

La meseta andina está fuertemente disectada y queda en promedio a una altitud de 4,200 a 4,400 m; en amplios sectores se muestra llana a ondulada, pero también es común la existencia de cadenas de montañas y cerros prominentes, crestas, lomas, en fin un laberinto de perfiles topográficos, cuyas cimas generalmente sobrepasan los 5,000 y 6,000 metros de altitud. Al presente, algunas regiones de gran altura de esta montaña están cubiertas de glaciares, por ejemplo la Cordillera Blanca en cerca de 180 Km de su recorrido. En general, todas las partes altas de la Cordillera que nos ocupa, han sufrido los efectos de una glaciación intensa durante el Pleistoceno.

CADENA DE CONOS VOLCANICOS

En el borde occidental del altiplano meridional, aproximadamente desde el paralelo 15° S. hasta la frontera con Chile, esto es, cerca

de 500 a 600 Km., se presenta un alineamiento montañoso, jalonado por numerosos conos volcánicos. Algunos de los volcanes son majestuosos por los contornos y dimensioes que ostentan en relación con las áreas circundantes. Entre los volcanes más conocidos citamos el Yucamane (5,497 m.), Tutupaca (5,815), Ubinas (5,872), Misti (5,821), Ampato (6,310) y Solimana (6,117 m.).

El cordón volcánico tiene de 20 a 30 Km. de ancho y rumbo general SE-NW. La disposición alineada de los conos sugiere que la actividad volcánica, se desarrolló a lo largo de una zona de debilidad tectónica, coincidente con el borde occidental del altiplano.

La mayoría de los volcanes se encuentran fuertemente erosionados por la glaciación pleistocénica; sin embargo, hay casos de conos intactos como el Misti, el Ubinas, el Yucamane, que son considerados como los más modernos (post-glaciales).

Los volcanes de la faja que tratamos se encuentran en estado de extinción o mejor dicho son "apagados"; sin embargo, los volcanes, Misti y Tutupaca, entre otros, están aparentemente en una fase fumarólica de posible extinción.

El volcanismo que originó la cadena de conos, tuvo lugar, según los conocimientos que se tienen al presente, entre fines del Terciario y el Pleistoceno.

VALLES Y DEPRESIONES INTERANDINAS

El territorio que se encuentra entre las Cordilleras Occidental y Oriental, forma parte de una depresión longitudinal con un relieve moderado.

El rasgo mencionado es bastante conspicuo, desde la frontera del Ecuador hasta la latitud del pueblo de Huanta, en Ayacucho. En el tramo indicado destacan los valles longitudinales del Marañón y Mantaro, mediante los cuales se efectúa el drenaje; también existen áreas llanas correspondientes a la meseta andina en su prolongación al Este de la divisoria continental; así mismo se encuentra el llamado "Nudo de Pasco", y las depresiones de Junín, Jauja y Huanta.

El eje de los valles del Marañón y Mantaro, constituyen las líneas de referencia para individualizar las Cordilleras Oriental y Occidental.

El valle del río Marañón se desarrolla con dirección NW por cerca de 550 Km., aproximadamente desde el centro del país hasta la

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

localidad de Bellavista en el Norte, donde cambia de rumbo al NE y se abre paso a través de la Cordillera Oriental hacia el llano amazónico. En todo su trayecto es profundo y encañonado. Se refiere que en algunos tramos existe hasta 3,000 m. verticales entre el borde del altiplano y el fondo del valle.

El valle del Marañón ha sido labrado en la Zona de yuxtaposición de las Cordilleras Occidental y Oriental y en muchos tramos de su trayecto se encaja en estrechos "grabens", que se disponen en "echelon".

El Valle del río Mantaro se desarrolla en dirección SE por cerca de 300 Km., desde la alta meseta de Junín hasta la localidad de Huanta, en Ayacucho, donde dobla y desarrolla dos prominentes curvas antes de cruzar la Cordillera Oriental. Al igual que el Marañón, este valle está labrado entre ambas Cordilleras y varios tramos de él atraviesan depresiones colmadas con material aluvial y zonas tectónicas que probablemente han centrado su formación.

El rasgo morfo-estructural llamado "Nudo de Pasco", fue considerado inicialmente como lugar de unión o "entronque" de las Cordilleras del sistema andino; sin embargo, las investigaciones geográficas y geológicas más modernas, señalan que se trata de una superficie residual de erosión de la meseta andina, que a modo de un alto topográfico sirve de divisoria de aguas entre los ríos Huallaga y Mantaro.

Al Sur de Huanta, los límites entre las dos cordilleras están señalados parcialmente por los valles de los ríos Pampas, Apurímac y Vilcanota. Los valles de Pampas y Apurímac son cañones profundos cuyos controles estructurales todavía no están bien conocidos. En cambio, el Vilcanota es un valle longitudinal.

El llamado nudo de Vilcanota es otro accidente de igual origen al de Pasco, que divide las aguas por el Norte hacia el río Vilcanota y por el Sur al Ayaviri.

Los valles de Pampas, Apurímac y Vilcanota, cuyos orígenes todavía se encuentran cerca de la Divisoria continental, canalizan el drenaje de la región andina sudoriental y, en su trayecto a través de la Cordillera Oriental, se reducen a estrechas gargantas, constituyendo los pasos peligrosos llamados pongos.

El carácter profundo y encañonado de todo los valles está en relación directa al levantamiento de los Andes.

CUENCA DEL TITICACA

La depresión que contiene la cubeta del Lago Titicaca se encuentra en el altiplano meridional, entre las cordilleras Occidental y

Oriental, en la llamada meseta del Collao, que incluye territorios del Perú y Bolivia.

La depresión, dada sus dimensiones y ubicación entre Cordilleras de diferentes edades, se la supone fundamentalmente de origen tectónico y generada durante las últimas fases de la orogenia andina (Plegamientos miocénico y levantamiento epirogénico del bloque andino en el Plio-pleistoceno). Ligado con estos movimientos debe haberse producido extensos ondulamientos y/o hundimientos de la supracorteza que determinaron, en líneas generales, la formación de una hoya hidrográfica interior, en tiempos tan antiguos como el Mioceno, a partir del cual la región fue tierra firme.

En los lados oriental y occidental del Lago Titicaca, 3,809 m.s.n.m.), existen claras evidencias de grandes sobreescurrecimientos y fallamientos en bloques, elementos que indudablemente participaron en la estructuración de la gran cubeta lacustre.

Hay autores que sostienen que durante el Mioceno existió un lago interior, bastante grande, (Lago Ballivián), que ocupó una gran parte de la actual depresión altiplánica peruano-boliviana.

Los lagos Titicaca y Poopó, serían los remanentes del citado lago ancestral, cuya desaparición se habría producido con posterioridad a la época glacial, por la variación climática a un ambiente cada vez más árido.

CORDILLERA ORIENTAL

Esta entidad orográfica se desarrolla hacia el Este de los valles interandinos en forma más o menos paralela a la Cordillera Occidental. Es una montaña formada durante el Paleozoico; sin embargo, su configuración, contornos y estructuras presentes, se deben a las regeneraciones tectónicas que ha sufrido en el curso del Mesozoico y Cenozoico, conjuntamente con la evolución de la Cordillera Occidental y el bloque andino en general.

La Cordillera Oriental, a pesar de que en algunos tramos de su trayecto es tan prominente como la Occidental, no tiene la continuidad de ésta; en un corto sector septentrional, está casi ausente y en la porción meridional está segmentada por profundos cañones, a través de los cuales se produce el drenaje hacia la hoya amazónica.

El citado orógeno hacia el Norte de Cerro de Pasco es relativamente angosto y se define entre los ríos Marañón por el Oeste y el Huallaga y Utcubamba por el Oriente; la línea de sus cumbres, que en algunos puntos sobrepasa los 4,000 m., divide las aguas hacia los ríos citados.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Hacia el Norte del cerro Calla-Calla, que se encuentra en el camino Chachapoyas-Cajamarca, la Cordillera comienza a perder altura paulatinamente y se sumerge antes de alcanzar el paralelo 6° S, (Sur de Bellavista), para luego reaparecer al Norte del río Marañón, y más conspicuamente en el límite Perú-Ecuador, donde se le conoce localmente como Cordillera del Cóndor.

Desde Cerro de Pasco hasta la frontera con Bolivia, el cordón montañoso oriental es más ancho y más prominente; sus anchos varían de 150 a 200 Kms. y las cumbres más altas sobrepasan los 6,000 metros de altitud (C° Pumasillo, 6,246; Nv. Salcantay, 6,271; Nv. Auzangate, 6,336, etc.). Varios sectores elevados están cubiertos de nevados (Salcantay, Auzangate, Quemarí, Ananea).

En el tramo meridional la Cordillera está longitudinalmente disectada por la cabecera de los ríos Apurímac, Urubamba, Paucartambo e Inambari, los cuales han erosionado profundos valles longitudinales, antes de salir a la llanura Amazónica. Entre los valles citados quedan alineamientos montañosos con dirección NW-SE, que se suceden en "echelón", y localmente han sido denominados: Cordillera Vilcabamba al que se desarrolla entre los valles Apurímac y Urubamba; Cordillera Vilcanota al que se encuentra entre los ríos Urubamba y Paucartambo y Cordillera Carabaya al alineamiento que se haya entre los valles Paucartambo e Inambari. Sin embargo, es necesario recalcar que se trata de una sola entidad orográfica-orogénica. El drenaje parcialmente longitudinal establecido, siguiendo depresiones u otros accidentes tectónicos, no determina que los alineamientos montañosos que separan sean diferentes Cordilleras en el sentido orogénico.

El flanco Este de la Cordillera Oriental en extensos tramos está definido por pendientes pronunciadas hasta escarpas verticales, debido a su coincidencia con un sistema de fallamientos que existe a lo largo de dicha faja. Igualmente dicha vertiente está intensamente disectada por profundos cañones, y como resultado tiene una topografía muy agreste.

Los pliegues, fallas y otras estructuras tienen en general el rumbo andino.

La alta meseta andina también está presente en la cima de la Cordillera Oriental, pero está profundamente disectada. Las huellas de la glaciación pleistocénica se reconocen a lo largo de la Cordillera.

La vegetación de floresta de la llanura amazónica asciende a la vertiente andina oriental hasta altitudes de 2,000 a 2,500 m., según las regiones.

CORDILLERA SUBANDINA

Al oriente del bloque andino propiamente dicho, se despliega la extensa región subandina, en la cual se individualiza claramente un ali-

neamiento montañoso inmediatamente al pie de la Cordillera Oriental, y más allá, la llanura del Amazonas que termina contra las suaves elevaciones del Grañon brasilero.

Para los efectos de esta descripción se denomina Cordillera Subandina a la faja montañosa ya aludida, la cual se ha generado casi a fines del Terciario, por plegamiento de los sedimentos mesozoicos - cenozoicos, acumulados en la gran antefosa, que se desarrolló entre el bloque andino y el escudo precámbrico guayano brasilero.

La Cordillera citada se desarrolla en forma prominente en el Noriente del país, desde la latitud de Tingo María (Huánuco) hasta la frontera con el Ecuador. Sus alturas son moderadas; 1,800 a 2,000 m.s.n.m.; sin embargo, existen algunas cumbres que superan los 3,000 de altitud.

En primer término la montaña se levanta entre los ríos Huallaga, por el Oeste y el Ucuyali, por el Este. El corte del Boquerón del Padre Abad, a través del cual pasa la carretera Tingo María - Pucallpa, ha sido erosionado en las porciones australes de dicha Cordillera, que localmente se denomina Cordillera Azul.

A unos 250 km. al Norte de Tingo María, el río Huallaga cambia de curso al ENE y corta la Cordillera, casi oblicuamente, formando cañones y pongos.

Al Norte del río Huallaga, la montaña se levanta entre los ríos Huayabamba y Utcubamba por el Oeste, y los límites de Loreto, San Martín y Amazonas por el Este. En este tramo queda el C° Campanario con 3,730 m. de altitud y claros vestigios de glaciación. En las porciones más septentrionales, mejor dicho, al Norte del río Marañón, la Cordillera se bifurca; el ramal occidental llamado Sierras del Cóndor está yuxtapuesto a la Cordillera Real del Ecuador y el ramal oriental se denomina Campanquis, entre ambos se desarrolla el amplio valle del río Santiago, que descende de Norte a Sur, desde territorio ecuatoriano.

El río Marañón atraviesa la cadena de cerros de la Cordillera subandina formando estrechas gargantas, como son los pongos de Rentema, Huaracay y Manseriche; éste último es el más espectacular, el cañón tiene de 6 a 8 km. de largo, y el pongo (paso peligroso) propiamente dicho unos 100 m. aproximadamente. Esta cortado en las formaciones cretáceas y terciarias de las sierras de Campanquis, que estructuralmente corresponde a un anticlinal.

Las estructuras geológicas, pliegues y fallas de la Cordillera descrita, tienen dirección NW, desde la región Tingo María hasta el río Marañón, allí cambia definitivamente a Norte-Sur, coincidiendo con el eje tectónico del Marañón.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Las estribaciones más importantes de la Cordillera hacia el llano están constituidas por las cadenas de Cushabatay y Contamáná.

Los valles de los ríos Nieva, Imaza y Utcubamba que desembocan por el lado Sur en el Marañón así como los valles de los ríos Mayo, Sisa, Huayabamba y Biabo, que entran al Huallaga, son de carácter longitudinal y están erosionados en estructuras geológicas de rumbo NW-SE.

En la región subandina que se desarrolla al Sur de Tingo María no está bien definida la continuidad de la Cordillera subandina, pues las estribaciones y colinas que descienden al llano corresponden a elementos de la Cordillera Oriental, los cuales paulatinamente desaparecen hacia el Este, sepultados por las formaciones terciarias, que sólo presentan leves ondulaciones.

LLANURA DEL AMAZONAS

Con esta denominación que deriva del nombre del río Amazonas, se describe la vasta penillanura que se extiende hacia el Este de las estribaciones de la Cordillera Subandina y hacia el Norte de las suaves colinas de Fitzcarrald, que la separa de la llanura del Madre de Dios.

La llanura del Amazonas, es, aparentemente, plana y sin mayor relieve; sin embargo en detalle, además de estar suavemente ondulada, presenta terrazas marginales a los grandes valles, amplias planicies, lomas alargadas, quebraditas, etc. Toda la comarca queda aproximadamente entre 100 y 400 m.s.n.m., está íntegramente cubierta de una vegetación boscosa de tipo tropical y drenada por el sistema hidrográfico del Amazonas, el río más caudaloso de la Tierra.

Los aspectos citados vistos desde el aire, se nos presenta como un inmenso tablero verde en cuya superficie destacan infinidad de líneas sinuosas que corresponden a los cursos de agua. La monotonía de la llanura sólo está interrumpida por pequeños elementos topográficos positivos como los de C° Contamáná, las montañas del Shira, etc.

Los ríos del Amazonas superior, como el Marañón, Huallaga y Ucayali o el sistema de sus tributarios, después de salir impetuosos de las últimas estribaciones andinas, inician en la llanura un recorrido relativamente lento, a lo largo de amplios y suaves valles en cuyo fondo divagan formando una sucesión interminable de meandros.

Durante las crecientes los valles y los terrenos bajos o "alagadizos", son extensamente inundados y cuando las aguas descienden se transforman en pantanos y charcos que localmente son denominados "tahuampales".

Por otro lado, existen amplias extensiones de terrenos relativamente elevados, no inundables, constituidos por terrazas aluviales, planicies, lomas, etc., a los cuales localmente se les llama "restingas".

La fisonomía topográfica de la Amazonía Peruana y el estado del ciclo de erosión fluvial son, entre otros, características propias de regiones de morfología madura a senil; sin embargo, el sistema de quebraditas que disectan los terrenos elevados, son indicios de un rejuvenecimiento de dicho estadio, probablemente debido a ligeras vasculaciones de la penillanura.

MONTAÑA DEL SHIRA

La montaña del Shira es un elemento topográfico de carácter estructural, que destaca prácticamente ya dentro de la llanura Amazónica, entre el río Pachitea y sus tributarios superiores por el Oeste, y el Alto Ucayali por el Este. Esta cadena de cerros tiene rumbo Norte-Sur, siendo la cumbre más alta superior a 1,800 m.s.n.m.

La montaña está bastante disectada y se caracteriza por una superficie más o menos llana e inclinada hacia el Oeste en la parte superior, en tanto que sus flancos son escarpados, especialmente el del lado Oriental. Sus contornos bajos están rodeados por suaves lomas y colinas.

La montaña del Shira, consiste principalmente de rocas paleozoicas con recubrimiento parcial de formaciones cretáceas. Desde el punto de vista genético, la cadena de cerros del Shira es considerado como block levantado por fallamiento. Precisamente por todo el flanco Oriental corre una falla inversa de alto ángulo, que expone en ese lado rocas del basamento cristalino y las formaciones paleozoicas, que constituye el zócalo de la secuencia mesozoica-cenozoica de la llanura Amazónica.

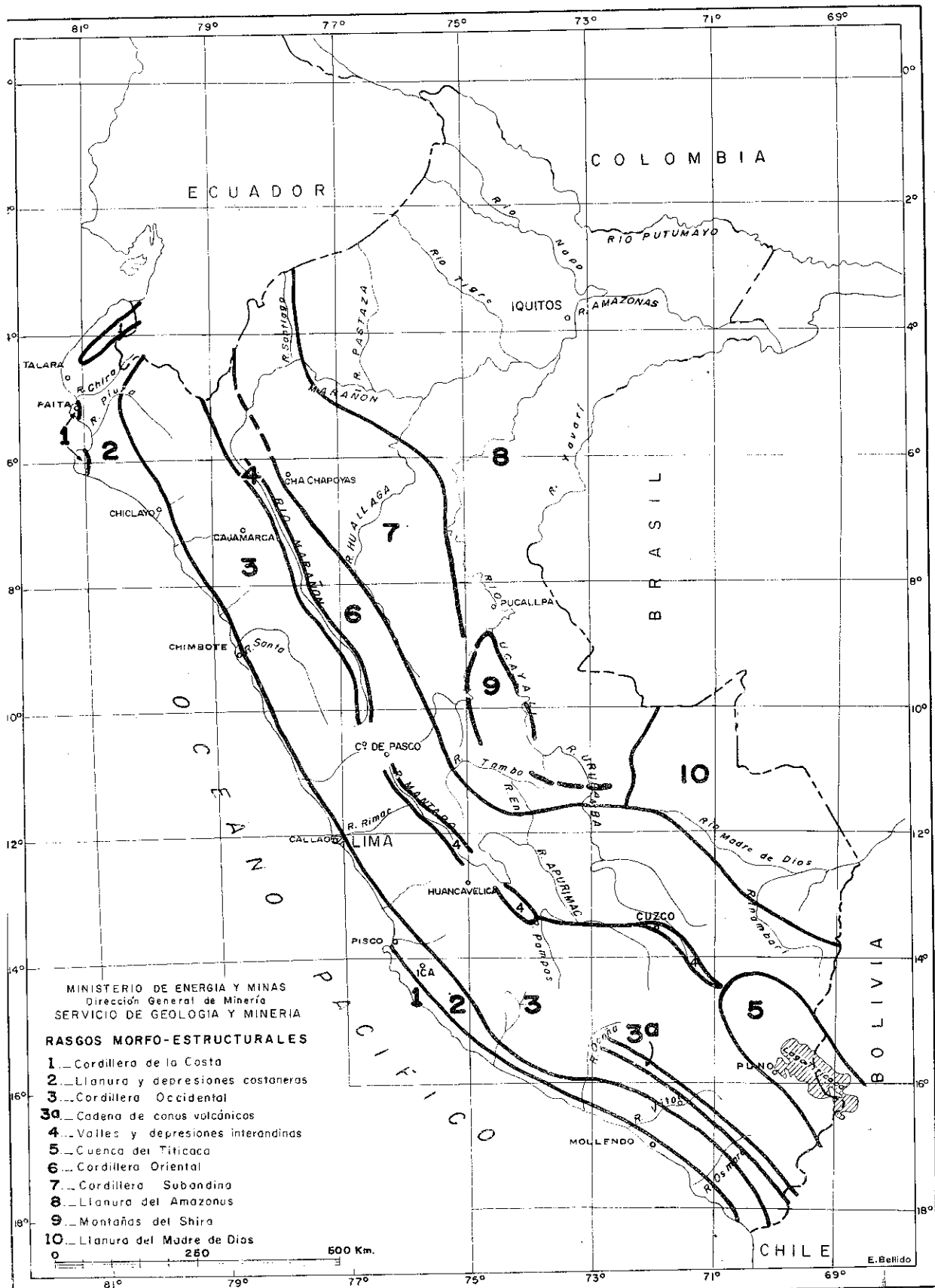
LLANURA DE MADRE DE DIOS

Esta llanura se encuentra en el extremo ESE del país, y comprende casi toda la extensión del departamento del mismo nombre.

Está profusamente drenada por los ríos y tributario del curso superior del Madre de Dios, que a su vez pertenece a la hoya hidrográfica del Amazonas. La cuenca del Madre de Dios está limitada por el Sur por la Cordillera Oriental y por el Oeste y Noroeste por las suaves colinas de Fitzcarrald.

La región al igual que el Oriente y Nororiente del país, es un territorio bajo, ondulado y típicamente cubierto de vegetación tropical que se despliega desde el pie de las estribaciones andinas, hasta más allá de los límites territoriales.

Las características morfológicas y ciclo de erosión fluvial son similares a las de la llanura del Amazonas.



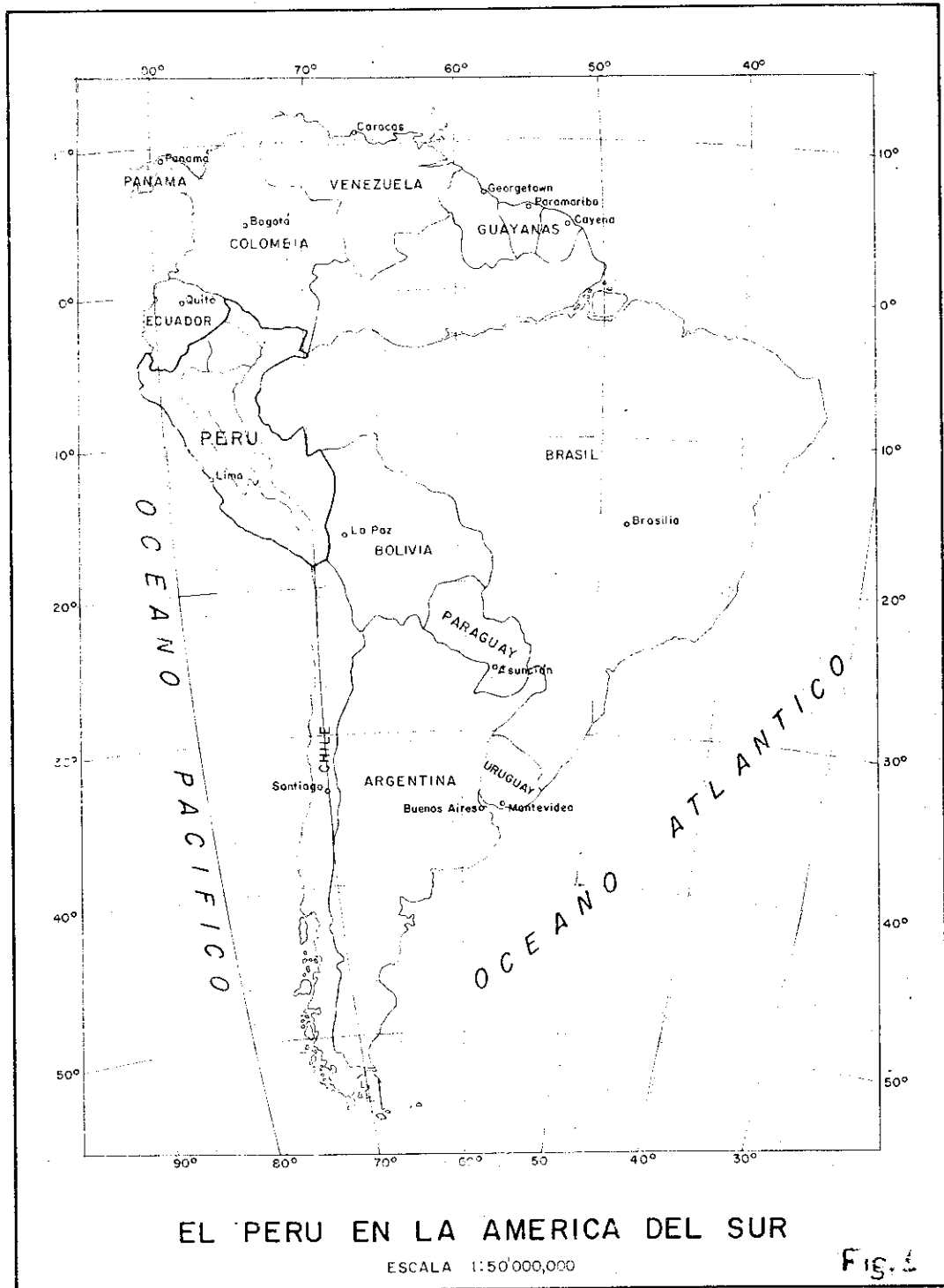
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
 Dirección General de Minería
 SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA

RASGOS MORFO-ESTRUCTURALES

- 1...Cordillera de la Costa
- 2...Llanura y depresiones costaneras
- 3...Cordillera Occidental
- 3a...Cadena de conos volcánicos
- 4...Valles y depresiones interandinas
- 5...Cuenca del Titicaca
- 6...Cordillera Oriental
- 7...Cordillera Subandina
- 8...Llanura del Amazonas
- 9...Montañas del Shira
- 10...Llanura del Madre de Dios

Fig. 2

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU



SINTESIS DEL DESARROLLO GEOTECTONICO.

Los Andes peruanos tienen una orientación general NW-SE, rumbo que también presentan las mayores estructuras: pliegues, fallas, elongación de los intrusivos, fajas de mineralización, etc.

Estos rasgos tectónicos son el resultado de varios procesos orogénicos y magmáticos ocurridos durante los tiempos paleozoicos, mesozoicos y cenozoicos, que a continuación se mencionan brevemente.

OROGENESIS PRECAMBRIANA O PALEOZOICA ANTIGUA

Las rocas metamórficas (gneis, esquistos, filitas, etc.), asociadas con dioritas, granitos y pegmatitas que afloran en la cadena costanera Sur y en varios lugares de la Cordillera Oriental, forman el basamento cristalino de los Andes, y probablemente corresponden a montañas precambrianas profundamente erosionadas.

OROGENESIS HERCINICA.

Comprende dos etapas de plegamientos ocurridos en el Paleozoico y están mejor representados en la Cordillera Oriental.

El plegamiento eohercínico tiene lugar en el Devónico Superior.

Las estructuras que se reconocen en las rocas ordovícicas y devónicas de la Cordillera Oriental consisten en pliegues y repliegues asimétricos muy apretados e isoclinales, muy echados, fallas y sobrees-

currimientos, que coinciden en general con dirección de los Andes. Es probable que esta disposición estructural ya se deba al tectonismo andino, pues las rocas presentan de dos a tres sistemas de esquistosidades.

El plegamiento neohercínico se produce en el Permiano medio. Los sistemas afectados corresponden al Missisipiano, Pensilvaniano y Pérmico inferior (grupos Ambo, Tarma y Copacabana). Las estructuras que muestran estas formaciones en la Cordillera Oriental son amplias y sugieren que el movimiento consistió en un pronunciado levantamiento con arqueamientos y ondulaciones suaves y fuerte fallamiento.

La denudación post-orogénica generó molasas continentales rojizas asociadas con material volcánico (grupo Mitu, del Pérmico superior).

La fase magmática de estos movimientos está representada por grandes intrusivos graníticos, granodioríticos y stocks básicos. Algunos de estos cuerpos muestran relación genética con la mineralización.

OROGENESIS ANDINA.

Los movimientos tectónicos ocurridos en el Mesozoico y Cenozoico son los responsables de la formación de los Andes.

El ciclo andino comienza en el Triásico superior con una transgresión de O a E, que paulatinamente cubrió la mayor extensión del territorio actual, depositando hasta el Bajociano inferior una gruesa serie de calizas, dolomitas y margas que en las porciones más occidentales son de facies volcánico-sedimentaria. (Grupo Pucará).

Hay indicaciones de un posible movimiento, intrusión y mineralización en el Jurásico medio, y al final del Jurásico quedarían definidas dos cuencas: una occidental y otra oriental, mediante un geanticlinal, cuya posición coincidiría con la actual Cordillera Oriental.

En el término Jurásico superior-Aptiano, se depositaron en la cuenca occidental sedimentos marinos y continentales, cuya facies y grosores variaron de Oeste a Este. Una subsidencia a comienzos del Albiano permitió una transgresión, que aún invadió la cuenca oriental y depositó en el curso del Cretáceo medio y superior, calizas, margas y lutitas, ampliamente difundidas a través del país.

El primer movimiento tectónico en la cuenca occidental sucede a fines del Cretáceo y, produjo una emersión general con plegamientos suaves, dando la configuración de la actual Cordillera Occidental.

La erosión de las tierras levantadas en los albores del Terciario, originó los sedimentos molásicos de las Copas Rojas, muy desarrolladas al Este de la Divisoria Continental.

El segundo plegamiento acaece en el eoterciario. El efecto compresivo de este movimiento, el más importante de la orogenia andina, definió prácticamente la estructura y geografía de los Andes occidentales.

Las fases tectónicas referidas fueron seguidas por un intenso magmatismo plutónico y efusivo. Al primer caso corresponde el emplazamiento del batolito granodiorítico de la Costa, que se iniciaría poco después del primer plegamiento y con pulsaciones sucesivas continuó hasta el Terciario inferior. Por otro lado, el volcanismo aparentemente relacionado al gran plutonismo, generó la gruesa secuencia de derrames y piroclásticos a lo largo del eje de la Cordillera Occidental.

Finalmente las rocas volcánicas fueron afectadas por una compresión más suave en el Mesoterciario. (?) La fase magmática de este último movimiento, está representada por pequeños plutones de composición intermedia que se distribuyen a lo largo de la Cordillera Occidental y con ellos está relacionada genéticamente la mayor metalización que se conoce en los Andes peruanos.

El plegamiento mesoterciario fue seguido por una prolongada denudación que hacia fines del Mioceno (?) dejó reducidas las montañas a una penillanura a poca altura sobre el nivel del mar.

PLEGAMIENTO EN LA CUENCA ORIENTAL.

En el curso del Mesozoico y Cenozoico llegó a depositarse en ciertas zonas de la cuenca oriental, en forma continua y concordante, de 10 a 12 mil metros de sedimentos marinos y continentales, que sufrieron los efectos de una deformación compresiva a fines del Mioceno y más probable en el Plioceno inferior, generando la Cordillera Subandina.

LEVANTAMIENTO ANDINO.

La penillanura finimiocénica (?) comenzó a levantarse por procesos epirogénicos, en el Plioceno. El movimiento continuó a través del Cuaternario, con notable arqueamiento y fallamiento en bloques.

El volcanismo post-orogénico eyectó grandes cantidades de lava y piroclásticos a lo largo de la Cordillera Occidental. La cadena de conos volcánicos de la región meridional se formó durante este período.

El levantamiento de los Andes alcanzó en el pleistocénico una altura considerable (4,200 - 4,400 metros en promedio) y en sus partes más altas se instalaron grandes glaciares que modificaron la morfología primitiva.



MINERALIZACION

La mineralización del territorio peruano, evidentemente está vinculada con los episodios magmáticos que tuvieron lugar durante las fases orogénicas y post-orogénicas de la evolución de los geosinclinales paleozoico y mesozoico, que originaron el sistema andino.

Las rocas que forman el zócalo de los Andes son metamórficas y de edad precambriana, ellas afloran a lo largo de la Cordillera Oriental y de la Cadena Costanera. Durante el Paleozoico, en áreas de la faja andina, tuvieron lugar dos ciclos de sedimentación en ambientes geosinclinales, cada ciclo terminó con etapas de deformación y magmatismo; la primera a fines del Devónico y la segunda en el Pérmico medio tardío. Las rocas paleozoicas y los depósitos minerales asociados con dichos procesos, se presentan mayormente en la Cordillera Oriental.

El geosinclinal andino se acondicionó casi en la misma faja en el Triásico tardío. Después de una breve etapa de deformación, intrusión y posible mineralización (?) en el Jurásico medio, el geosinclinal siguió su desarrollo durante el Jurásico tardío y el Cretáceo, terminando con varias fases del plegamiento y magmatismo entre fines del Cretáceo y el Terciario Superior.

Las mineralizaciones asociadas con las diferentes fases de la orogénia andina, tienen su máximo desarrollo en la Cordillera Occidental, y es muy probable que algunas de sus fases afectaron la Cordillera Oriental, y en esta forma se encuentran superimpuestas a la mineralización paleozoica de dicha región.

La distribución de las principales sustancias metalíferas a través del territorio, así como algunas de sus características geoquímicas, son las siguientes:

O R O

Las zonas auríferas más importantes del Perú se encuentran en dos regiones de la Cordillera Oriental, entre Pataz y Buldibuyo en el Norte, y entre Marcapata y Sandia, en el Sur. Los yacimientos en estas zonas son principalmente filonianos. En ellos, el oro se presenta como inclusiones en el cuarzo y birita y en cierto grado como solución sólida en el sulfuro de hierro, genéticamente la mineralización está relacionada con intrusiones ácidas. También hay depósitos de concentración mecánica de origen aluvial en las márgenes de los ríos, y en fluvio-glaciares en las partes altas de la cordillera.

En la Cordillera Occidental el oro se presenta en pequeñas y medianas proporciones en la mayoría de los depósitos metalíferos y ocurre como inclusiones en el cuarzo, como inclusiones y en solución sólida en la pirita y como inclusiones en algunos sulfuros y sulfosales de los metales básicos; en algunos casos se presenta en forma de electrum.

En la faja cuprífera de la vertiente del Pacífico, está presente en la mayoría de los yacimientos y el área Nazca-Ocoña es particularmente importante por sus vetas auríferas. Allí el oro está en forma de inclusiones en el cuarzo, en la chalcopirita y pirita, y también en solución sólida en el último mineral.

En la zona de oxidación de algunos depósitos de las regiones citadas, la descomposición de la pirita y otros minerales, han liberado el oro y éste se encuentra en forma libre dentro de las limonitas, (pacos).

P L A T A

Este metal se presenta con relativa abundancia en los depósitos de la Cordillera Occidental y en menor escala en la Oriental.

En las vetas epitermales de la faja de rocas volcánicas de la Cordillera Occidental, se encuentra constituyendo minerales primarios (argentita, pirargirita, proustita, polibasita, perarceíta, estefanita, sternbergita, stromeyerita, miargirita, etc.) y secundarios (plata nativa, acantita, cerargirita, etc.). La plata también ocurre en solución sólida en la galena (galenas argentíferas), y mayormente como exsoluciones e inclusiones de minerales de plata (argentita, pirargirita, polibasita, etc.) dentro de la galena. Igualmente, se encuentra en solución sólida en minerales de cobre (tetraedrita, freibergita, tennantita, etc.).

En los depósitos de la faja de rocas sedimentarias de la misma cordillera y regiones interandinas, los minerales típicos de plata son menos abundantes. Allí, el elemento se presenta en solución sólida en la galena y principalmente en las sulfosales de cobre. Los depósitos de esta faja son mayormente mesotermiales.

En los depósitos de la Cordillera, Oriental la plata se halla en solución sólida en la galena y tetraedrita, la ocurrencia de minerales típicos de plata no es común en dicha región.

PLATINO

Este metal se ha encontrado sólo en una localidad de la Cordillera Oriental (Prospecto San Cipriano, provincia de Calca, Cuzco). Específicamente no se conoce el mineral de platino; sea cual fuere el espécimen, es probable que se encuentre como inclusiones en la pirrotita. Este último mineral ocurre diseminado y en ojos en el cuerpo de un pequeño apófisis de roca ultrabásica, que intruye a sedimentos paleozoicos.

PLOMO - ZINC

Estos metales ocurren siempre juntos y están presentes en mayor o menor proporción en casi todos los yacimientos de la Cordillera Occidental. En los yacimientos conocidos de la Cordillera Oriental se presentan en cantidades menores, en relación a los de la Cordillera Occidental; pero extensas zonas de aquella cordillera quedan todavía por explorarse.

El mineral de plomo más abundante es la galena, en menores proporciones ocurren: jamesonita, boulangerita y bournonita. En pequeñas cantidades se encuentran especies como geocronita, gratonita, semseyita, zinkenita, owyhesita, baumhauerita, andorita, revoredoíta y es posible que existan otras sulfosales aún no identificadas para lo cual son necesarios rayos x y microsonda electrónica. Entre los minerales secundarios se hallan: cerusita, anglesita, piromorfita y más escasamente los óxidos massicot y minio.

El zinc se obtiene principalmente de la esfalerita, en menor escala de la variedad marmatita y wurtzita. Un caso especial es la ocu-

rrencia de brunckita en el yacimiento de Cercapuquio con valores de zinc y cadmio. Entre los minerales secundarios se encuentran pequeñas cantidades de smithsonita, goslarita, hemimorfita e hidrozincita.

El plomo y zin se encuentran en depósitos meso a epitermales. En los depósitos del primer tipo la galena contiene abundantes exsoluciones de minerales de plata, en tanto que la esfalerita, contiene exsoluciones de chalcopirita. Las esfaleritas epitermales carecen en general de exsoluciones de chalcopirita, en cambio contienen inclusiones de dicho mineral.

C O B R E

Este metal es abundante en toda la Cordillera Occidental, desde las pendientes bajas del flanco del Pacífico hasta las regiones interandinas; en cambio, en la Cordillera Oriental se presenta en cantidades menores.

El mineral más abundante es la chalcopirita. Los depósitos de toda la faja cuprífera del flanco del Pacífico se componen principalmente de chalcopirita. La bornita y enargita se presentan en pequeñas proporciones y muy esporádicamente. Prácticamente, esta sub-provincia cuprífera es monominerálica, en cuanto se refiere a minerales de cobre.

En la porción alta de la Cordillera Occidental ocurren chalcopirita y sulfosales de cobre, tales como: tetraedrita-tennantita, famatinitaluzonita, enargita, chalcostibita, bournonita, freibergita, polibasita, stromeyerita, etc., notándose cierto predominio de los miembros antimoniales de las soluciones sólidas en la faja de rocas volcánicas; en cambio, los miembros arsenicales predominan en la zona de rocas sedimentarias. En esta última zona, hay raras ocurrencias de cubanita e idaita.

Los depósitos cupríferos varían desde hipotermales hasta mesotermales, predominando estos últimos. Algunas chalcopiritas contienen estrellas de esfalerita debido a exsolución.

Los minerales secundarios más abundantes son: chalcocita, covellita, bornita y en menores proporciones ocurren digenita, djurleíta, cobre nativo, cuprita, tenorita, malaquita, azurita, crisocola, atacamita, brochantita, chalcantita, etc.

En la Cordillera Oriental, tanto la chalcopirita como las sulfosales de cobre se presentan en proporciones moderadas.

H I E R R O

El hierro se presenta predominantemente en la cadena Costanera del Sur del país y en la faja sedimentaria de la Cordillera Occidental, zonas en las cuales se encuentran depósitos de importancia económica. El mineral primario es principalmente la magnetita. La especularita es escasa. Los minerales secundarios son hematita roja, limonita, jarosita, etc.

Los yacimientos más importantes son de sustitución, metasomáticos de contacto, relleno de fisuras y filonianos de inyección magmática. Algunos depósitos de playa y también acumulaciones eólicas de la faja costera, contienen cantidades variables de magnetita.

T U N G S T E N O

Este metal se presenta a lo largo de la Cordillera Occidental, principalmente en la faja de rocas sedimentarias. Las áreas de mayores ocurrencias se encuentran en la zona de Pasto Bueno y Mundo Nuevo, en el Norte; lugares en los cuales la mineralización de tungsteno genéticamente se asocia a intrusivos ácidos. En cantidades menores se halla en Cabanillas (Puno) y en ciertos depósitos del área Chimboya-Sandia del Sureste. Subsidiariamente se presenta en algunos depósitos de la región central (Carhuacayán, San Cristóbal, Morococha y Julcani).

El mineral primario más abundante es la wolframita y en menores proporciones se encuentran hübnerita y ferberita. La scheelita se conoce hasta la fecha en pocas localidades, pero es muy probable que ocurra en cantidades comerciales en los depósitos de contacto metasomático.

Hay algunas ocurrencias de tungstita, por ejemplo en Julcani y en la región tungstenífera de Ancash-La Libertad.

M O L I B D E N O

Esta sustancia ocurre esporádicamente en la Cordillera Occidental y Oriental. En la franja cuprífera se encuentra en forma subsidiaria, pero con valor económico, en los depósitos de pórfido de cobre (Toquepa'a, Cuajone, etc). En las partes altas de la vertiente del Pa-

cífico se presenta formando pequeños yacimientos filonianos en conexión con rocas ácidas (Mina Turmalina y otros). En la faja de mineralización en rocas sedimentarias, ocurre en algunos yacimientos filonianos y de contacto metasomático (Magistral, Antamina, etc.). En el Suroriente, se encuentra en las vetas tungsteníferas del área de Cabanillas. El mineral principal es la molibdenita y hay pocas ocurrencias de powellitita y molibdita. Algunas molibdenitas podrían contener renio (pórfidos de cobre).

MANGANESO

El manganeso se encuentra en muchos yacimientos epitermales, especialmente en la faja de rocas volcánicas, en forma de alabandita, rodocrosita y rodonita; pero no constituyen depósitos económicos.

Los minerales supergenos más abundantes son pirolusita y psilomelano, que en algunas localidades se encuentran rellenando fisuras o reemplazando carbonatos; muchos de ellos forman concentraciones de alta ley y son factibles de ser explotados económicamente (Gran Bretaña, Marcapomacocha, San Cristóbal y probablemente también sea el caso del depósito de Berenguela, del Sur del Perú).

TITANIO

Hasta el presente no se han descubierto depósitos comerciales de titanio. En las arenas de playa y en algunas arenas eólicas, se encuentran escasas proporciones de ilmenita, esfena, rutilo, brookita, anatasa, etc. La magnetita de estas mismas acumulaciones contiene, en algunos casos, exsoluciones de ilmenita en forma de pequeñas lamelas (titano-magnetita). Las concentraciones de minerales de titanio son relativamente bajas.

ESTAÑO

El estaño en forma de casiterita se encuentra en las localidades de Santa Cruz (Cajamarca); en Cajatambo (Provincia de Cajatambo);

Cerro de Pasco; Pachaconas (Provincia de Antabamba). Y también está presente en algunos depósitos hidrotermales de la Cordillera Oriental meridional, tales como Cerro Condoriquiña, Poto, Cerro Patacca, Cerro Accoabina (Provincia de Puno) y Vilquechico (Provincia de Huancané); en las minas de cobre de Nazareth y Quenemari, se le recupera económicamente.

También la casiterita ocurre en forma detrítica en los depósitos fluvio-glaciares y morrénicas de Poto, Anccala y Huarasa'ani (Provincia de Sandía).

En forma de estannita se encuentra en pequeñas proporciones en algunos depósitos de los metales bases, como en Los Tambillos (Distrito de Chavín), Yanantauri (Provincia de Cajatambo), San Cristóbal (Provincia de Yauli), Yauricocha (Provincia de Yauyos), Cobriza (Huancavelica), Mina Rosario y Quebrada Cachana (Provincia de Lampa) y Vilquechico (Provincia de Huancané). Es muy probable que en los depósitos de la faja sedimentaria de la Cordillera Occidental, el estaño se presente en solución sólida en algunas galenas y esfaleritas y como exsoluciones de estannita en las esfaleritas.

BISMUTO

El bismuto se encuentra en varios yacimientos complejos de plomo, zinc y cobre de la región central del país, dentro de la faja de mineralización en rocas sedimentarias, de los cuales se obtiene como sub-producto del beneficio de dichos metales.

Los minerales primarios más importantes son: bismutinita (San Gregorio, Cerro de Pasco, Cobriza, Atacocha, Yauricocha, Julcani, entre otros); en cantidades menores se encuentra emplectita (Morococha, Colquijirca, Atacocha y Cerro de Pasco); matildita, como exsoluciones en la galena (Morococha y Julcani); aramayoíta (Cerro de Pasco, Julcani y San Genaro) y bismuto (Cobriza y San Gregorio). También se ha reportado algunas ocurrencias de aikinita (Morococha y otros), wittenhenita (Colquijirca), annirita y galenobismutita.

ARSENICO

Esta sustancia se presenta a través de la Cordillera Occidental, principalmente en forma de arsenopirita, rejalgar, oropimente y más escasamente como loellingita, dimorfita, y arsenolita.

Sin embargo, la producción nacional proviene del tratamiento metalúrgico de las sulfosales arsenicales de plomo, plata y cobre.

ANTIMONIO

El antimonio en forma de estibina y también en forma de sulfoantimoniuros de plomo, cobre y plata, se encuentra en numerosas localidades del país.

En la faja de rocas volcánicas de la Cordillera Occidental, ocurre en vetas epitermales muy superficiales (Sierra de Canta, Cordillera Negra, etc.); mientras que en la faja de rocas sedimentarias se presenta en las zonas periféricas o porciones superiores de los grandes focos de mineralización (Cerro de Pasco, Atacocha, San Cristóbal, etc.).

En algunas localidades de la Cordillera Oriental meridional, se encuentran pequeños distritos con yacimientos irregulares de estibina (Aguas Calientes, en Sicuani; Putina, Puno, etc.).

También el antimonio se recupera del beneficio metalúrgico de las sulfosales antimoniales de plomo, plata y cobre.

Otras especies mineralógicas que ocurren en pequeñas proporciones son: berthierita, senarmontita, valentinita, cervantita, estibiconita, kermesita y antimonio nativo.

MERCURIO

Este metal se encuentra en varias localidades del país en yacimientos epitermales. El mineral más importante es el cinabrio; en escasas proporciones se presenta en forma de metacinabrio, mercurio nativo y montroydite. El principal depósito se encuentra en los alrededores de la ciudad de Huancavelica. Los yacimientos menores se hallan en Huánuco, Puno, Cajamarca, Junín, Lima y Pasco.

Es probable que algunas esfaleritas y tetraedritas (schwazitas) de los yacimientos epitermales de la Cordillera Occidental, contengan mercurio en solución sólida.

CADMIO - INDIO - SELENIO - TELURO - TALIO - GALIO - GERMANIO

Estos metales se recuperan principalmente del beneficio metalúrgico de los sulfuros de plomo, zinc y cobre.

Es probable que el teluro, selenio y talio se hallen en cierto grado de solución sólida en la galena; y, el cadmio, indio, selenio y talio, en las esfaleritas.

La greenockita y brunckita del depósito de Cercapuquio, han dado los más altos valores en cadmio.

El indio también puede encontrarse contenido en la chalcopirita, esfalerita o en los minerales secundarios de zinc (hemimorfita, smithsonita, etc.).

Igualmente el selenio puede hallarse reemplazando isomórficamente al azufre en la chalcopirita, pirita, pirrotita y en los minerales supergénicos de cobre.

Es posible que el teluro en forma de altaíta, se encuentre como exsoluciones en algunas galenas.

Pequeñas cantidades de gallita y germanita se han detectado en Yauricocha y Colquijirca, respectivamente.

NIQUEL Y COBALTO

Pequeñas cantidades de minerales de níquel y cobalto se encuentran en venas del tipo de relleno de fisuras de la región de Vilcabamba (Cuzco), Rapi (Ayacucho) y Chilifruta (Junín). Ocurrencias más escasas se han detectado en las minas de Morococha, (Yauli), Mina Eliana (Pisco), Cansa (Ica), Tayacaja (Huancavelica) y Esquilache, (Puno).

Los minerales primarios de níquel y cobalto reconocidos en el Perú son: Cloantita, esmaltita, niquelita, cobaltita, ullmanita, rammelsbergita, gersdorffita, bravoíta y millerita. Entre los minerales secunda-

rios tenemos: eritrita, annabergita, zaratita, morenosita, pimelita, texasita, piromelita y heterogenita.

La región de la Cordillera Oriental es la que brinda mayores posibilidades para la prospección por níquel y cobalto, ya que presenta caracteres geológicos favorables.

VANADIO

Este metal se encuentra en la Cordillera Occidental en asociación con las asphaltitas de la formación Pariatambo del Albiano, que tiene gran desarrollo en el Perú Central. Pequeñas proporciones de vanadio junto con molibdeno, cobre y uranio se encuentran contenidas en dichas asphaltitas.

El depósito más importante que tuvo el Perú fue Minas Ragra, donde el vanadio se hallaba en forma de sulfuros (patronita), óxidos (vanadinita, descloizita, minasragrita, etc.) y en mezclas completas de sulfuro de vanadio con coke.

Es probable que el vanadio del yacimiento citado se removilizó a partir de las asphaltitas, pero los procesos de su concentración y transformación en sulfuros, todavía no están bien establecidos.

También se ha explotado el vanadio de las mismas asphaltitas que en forma de lentes y vetillas se encuentran dentro de las lutitas de la formación Pariatambo (Marcapomacocha, Lacsacocha, etc.).

URANIO

En numerosas localidades del país se han registrado manifestaciones de uranio en forma de uraninita y pechblenda, reconocida en algunos yacimientos metálicos hidrotermales (Sayapullo, Colquijirca y Vilcabamba) es relativamente pequeña. Igualmente la ocurrencia de uranio singenético, detectadas en algunas rocas intrusivas de la Cordillera Oriental (granito rojo) y en las formaciones sedimentarias de la parte superior de la Cordillera Occidental de los Andes, son muy escasas.

Es posible que en algunos depósitos ocurran concentraciones de cierta importancia económica. Por otro lado, las investigaciones sobre las posibilidades de Uranio en el país, sugieren que las pendientes orientales de los Andes, son las regiones más favorables para la exploración por minerales radioactivos.

CROMO

La ocurrencia de cromita mejor conocida se encuentra en el Cerro Tapo, cerca de Tarma, en Junín. Se trata de un yacimiento de bajo tenor en cromo, del tipo de segregación magmática, donde la mineralización se halla dispersa en pequeño apófisis de peridotita emplazada en formaciones del Paleozoico.

PEGMATITAS

Diques de composición pegmatítica se encuentran asociados en las rocas metamórficas precambrianas de la Cadena Costanera y de la Cordillera Oriental. Las pegmatitas contienen pequeñas proporciones de mica y escasos minerales de uranio y torio.



PROVINCIAS METALOGENICAS

El esquema metalogénico del Perú, a escala 1:2'500,000 que acompaña a esta edición, está delineado en base a la ubicación y contenido mineralógico de algo más de 1,800 localidades con ocurrencias metalíferas, que incluyen minas grandes y pequeñas en actual operación, otras inactivas o abandonadas, depósitos potenciales y manifestaciones de mineralización comprobadas por trabajos de exploración.

La gran mayoría de los depósitos metalíferos del Perú, son primarios, epigenéticos y del tipo hidrotermal. Estos yacimientos se presentan como vetas, mantos, cuerpos de reemplazamiento, como metasomáticos de contacto, stockworks y diseminados del tipo "pórfido de cobre". Raros son los casos de yacimientos singenéticos y entre los depósitos de origen secundario, los más importantes son los aluviales de oro.

Algunos aspectos de la metalogénesis del territorio peruano, como: la mineralogía de los diversos yacimientos, forma de los depósitos, asociación con rocas intrusivas, controles locales de mineralización, casos de zonación, tipos de alteraciones de las rocas de caja, génesis, etc., están al presente más o menos bien conocidos; sin embargo, hay otros hechos, como la distribución regional de la mineralización en fajas longitudinales, las relaciones entre ellas, la importancia de las estructuras regionales en el control y deposición de los minerales, etapas y épocas de metalización, relación genética con los diversos procesos magmáticos, asociación con las provincias petrográficas, etc., que todavía se encuentran poco o nada estudiados. En general, los aspectos citados se suponen vinculados a las diversas fases orogénicas de la evolución de los Andes, que en forma muy breve se ha expuesto en las primeras páginas.

La metalización se presenta constituyendo fajas longitudinales, caracterizada por hierro en los cerros de la cadena Costanera meridional; por cobre en la parte baja y media de la vertiente del Pacífico; por una concentración de metales tales como plomo, zinc, plata y cobre, además de hierro, tungsteno, mercurio, antimonio, etc., en la porción alta de la Cordillera Occidental; y, finalmente, por una con mineralización variada de oro, cobre, plomo, zinc, estaño y ocurrencias de cromo, níquel, cobalto, platino y uranio, en la Cordillera Oriental.

Las fajas mineralizadas se arreglan en el campo de dos grandes dominios orogénicos: La Cordillera Occidental del Mesozoico-Cenozoico y la Cordillera Oriental del Paleozoico. La metalización que ocurre en ambas regiones, difiere algo en composición, intensidad de mineralización, forma de los yacimientos, y, posiblemente, también en época de formación; en consecuencia, se consideran como pertenecientes a dos provincias metalogénicas a las que denominamos: Provincia Metalogénica Andina Occidental y Provincia Metalogénica Andina Oriental.

La Provincia Occidental comprende el dominio de la Cordillera Occidental e incluye: las áreas de hierro de la Costa, la Sub-provincia cuprífera del flanco del Pacífico y la Sub-provincia polimetálica del Altiplano.

La Provincia Oriental es de carácter polimetálico, es menos conocida que la Occidental y comprende importantes áreas auríferas en el Norte y Sur de la Cordillera Oriental.

En la parte central de la cadena costanera hay un extenso afloramiento de rocas metamórficas con depósito de pegmatitas y hierro de tipo metamórfico.

A continuación detallaremos cada una de las características mineralógicas tipos de yacimientos, controles estructurales, relaciones genéticas de cada una de estas fajas mineralizadas.

PROVINCIA METALOGENICA ANDINA OCCIDENTAL

Áreas de Hierro de la Cadena Costanera Meridional

A lo largo de los cerros de la cadena costanera del Sur del país, se presenta una mineralización de hierro esporádicamente distribuida, cuyos depósitos consisten en filones de inyección magmática, en mantos y cuerpos tabulares de sustitución y vetas.

La geología de gran parte de la región consiste de gneis y esquistos asociados con granitos rojos; este conjunto de rocas forma el basamento cristalino y se le considera de edad Precambriana a Paleozoica

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

antigua. Cubriendo a los metamórficos se encuentran pequeñas extensiones de rocas paleozoicas y depósitos volcánicos y volcánico-sedimentarios del Triásico superior y Jurásico.

Las rocas descritas están cortadas por cuerpos de dioritas y granodioritas. Las coberturas más recientes están constituidas por formaciones detríticas, marinas y continentales, del Terciario.

La mineralización de hierro se encuentra en dos áreas importantes, la primera se extiende entre Paracas y Chala y la segunda, entre Mollendo y Tacna.

En la primera zona se encuentran los depósitos de Marcona, Acarí y Yaurilla. Marcona es un yacimiento de reemplazamiento y la mineralización primaria está constituida por magnetita, pirita y cuarzo; con estos minerales se asocian actinolita y calcita. En la parte superior los cuerpos de mineral están oxidados a hematita y hay débiles ocurrencias de minerales secundarios de cobre. Se supone que las soluciones mineralizantes derivaron de intrusivos de composición intermedia que afloran inmediatamente al Oeste del área mineralizada.

Los depósitos de Acarí y Yaurilla son filonianos y se consideran del tipo de inyección magmática. Están emplazados en cuarzo-dioritas y su mineralización consiste de magnetita asociada con apatita, anfíboles, algo de cuarzo y calcita; en algunas vetas de Acarí, el anfíbol aumenta en profundidad, en tanto que disminuye el mineral de hierro. La especularita ocurre muy esporádicamente.

En el área Mollendo-Tacna los yacimientos son todos filonianos; el más importante se encuentra en el Cerro Morritos, cerca al poblado de Sama. La mineralización consiste de magnetita con menores proporciones de hematita y escaso cuarzo, en algunos casos ocurre chalcopirita en diseminaciones, ojos y venillas en los cuerpos de magnetita. En varias localidades de esta área se presentan vetillas de especularita.

Las asociaciones mineralógicas que se encuentran en las áreas descritas indican altas temperaturas de formación.

Sub-Provincia Cuprífera de la Vertiente del Pacífico

A lo largo de las partes baja y media del flanco occidental de los Andes se encuentra una mineralización predominante de cobre, a la que se denomina faja cuprífera del Pacífico, por abarcar extensas regiones de los territorios de Chile y Perú.

La mayor parte de la vertiente del Pacífico en el Perú está constituida por el batolito andino, cuya composición varía entre gabro y granito, pero predominan las tonalitas, granodioritas, adamellitas y dioritas. Este macizo ígneo tiene un afloramiento continuo entre los 8° y 16° de latitud Sur (1,200 Kms.); sus prolongaciones hacia el Norte como al Sur están señaladas por afloramientos discontinuos. Las rocas del batolito aparecen emplazados por el Oeste en formaciones volcánicas y volcánico-sedimentarias del Jurásico y Cretáceo inferior; en tanto que en el lado oriental atraviesan a los clásticos y calcáreos del Jurásico y Cretáceo, y a las rocas volcánicas del Cretáceo superior-Terciario inferior.

El metamorfismo producido por el batolito en las rocas huéspedes es débil.

En el cuerpo del batolito son frecuentes pequeños stocks post-batolíticos de composición intermedia (monzonita, dacita, etc.), así como rocas filonianas ácidas y básicas. En algunos sectores hay fuertes fallamientos que afectan tanto al intrusivo como a las rocas intruidas.

Los depósitos de cobre de la Sub-provincia consisten en vetas, pipes, mantos de sustitución y diseminados del tipo "pórfido de cobre", que se emplazan tanto en los plutones como en las rocas encajonantes. Las vetas son los yacimientos más comunes y sus dimensiones varían enormemente. Los rumbos predominantes son Noroeste con buzamientos moderados a empinados. Los yacimientos de reemplazamiento son más escasos y los diseminados del tipo pórfido de cobre más conocidos se hallan en la parte meridional del país.

En la Sub-provincia cuprífera se distinguen tres áreas importantes, caracterizadas por la intensidad de mineralización, morfología de los yacimientos y asociaciones mineralógicas; fuera de ellas, la mineralización conocida es dispersa y débil.

El área meridional se extiende entre Cerro Verde y Toquepala, abarcando porciones de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. En esta zona ocurren yacimientos diseminados y también depósitos del tipo veta y uno que otro de sustitución.

Los yacimientos de pórfido de cobre más conocido son Cerro Verde, Cuajone, Quellaveco y Toquepala, sólo este último se halla en explotación. Los depósitos mencionados están emplazados en chimeneas de brecha que se localizan en rocas intrusivas, tales como monzonitas, dioritas y granodioritas, pertenecientes al batolito, o en rocas volcánicas encajonantes de aquéllas. La mineralización se supone genéticamente relacionada según los casos, con stocks de dacita, monzonita cuarcífera y pórfido cuarcífero, más jóvenes que el batolito.

La mineralización primaria de estos depósitos consiste de chalcopirita asociada con pirita y pequeñas proporciones de bornita, esferita, galena, energita y molibdenita. En la zona de sulfuros secundarios predominan la chalcocita y subsidiariamente se presenta la covellita, bornita y digenita. En la zona lixiviada ocurren tenorita, cuprita, malaquita, crisocola, brochantita, chalcopisita, etc. La alteración hidrotermal es intensa en las partes centrales de los yacimientos; las rocas intrusivas (diorita y monzonita) están alteradas a caolín y sericita. La silificación es intensa. En general, la alteración disminuye hacia la periferie, donde predomina la propilitización.

El área Nazca-Ocoña está caracterizada por una mineralización auro-cuprífera. En el pasado, numerosos yacimientos de la región fueron intensamente trabajados por su alta ley en oro. Los depósitos son del tipo de relleno de fisuras que se hallan en las rocas intrusivas del batolito. Las vetas tienen generalmente rumbo Noroeste y sus longitudes y anchos son muy variables.

El relleno de las fracturas consiste de cuarzo con pirita y algo de chalcopirita y galena. El oro se halla libre en el cuarzo o asociado con la pirita. En general, las partes superiores de las vetas están oxidadas hasta profundidades de 60 a 100 m. y en casos excepcionales hasta niveles más profundos.

Al presente la explotación aurífera está paralizada por agotamiento del mineral en las estructuras conocidas; sin embargo, en la zona se viene explotando pequeños yacimientos de cobre (Acarí y Nazca).

El área Nazca-Mala es una región con mineralización predominante de cobre. Los depósitos son mayormente del tipo veta, pero también hay algunos de sustitución, pequeños depósitos metasomáticos de contacto y se viene detectando la ocurrencia de yacimientos diseminados. Las vetas son en general pequeñas e irregulares, de rumbo Noroeste y Noreste; se encuentran en rocas del batolito, en formaciones sedimentarias y volcánicas adyacentes al intrusivo. La mineralización primaria se compone de chalcopirita, bornita y a veces galena, asociadas con pirita y cuarzo. Las vetas de la mayoría de las minas del área están oxidadas hasta profundidades que llegan a 60 m. o más. Los minerales secundarios de cobre son malaquita, azurita, crisocola y en menor cantidad atacamita y algo de cuprita, asociados con limonita.

En el lado oriental del batolito ocurren pequeños yacimientos filonianos y también metasomáticos de contacto emplazados generalmente en las calizas y volcánicos cretáceos. En algunos lugares las calizas se presentan marmorizadas o silicificadas.

Los yacimientos de reemplazamiento (?) más conocidos son Condestable, Raúl y Eliana. En Condestable los cuerpos de mineral consisten en mantos próximos unos a otros, encajonados en tufos calcáreos que a su vez alternan con rocas volcánicas andesíticas. La mineralización se compone de chalcopirita, pirita, magnetita y pirrotita; además

ocurren galena, esfalerita, molibdenita y marcasita, en pequeñas cantidades. Entre los minerales secundarios aparecen bornita, cuprita, hematita, malaquita, crisocola y atacamita. En Raúl el reemplazamiento ocurre en tufos calcáreos y en algunos horizontes de caliza.

Las recientes prospecciones geoquímicas por depósitos de cobre en esta zona, vienen indicando la posible ocurrencia de yacimientos diseminados. El ejemplo más conocido es Almacén ubicado al Este de la Ciudad de Chíncha Alta, se trata de un yacimiento diseminado de bajo tenor en cobre y molibdeno.

Desde el valle de Mala hasta las cercanías de la ciudad de Chiclayo, la mineralización de cobre se presenta con menos intensidad; sin embargo, hay áreas de alteración manifiestas por "sombreros de hierro" (limonita) y en ciertas localidades hay pequeñas venillas y ojos de chalcopirita con pirita y cuarzo, dentro del batolito y rocas encajonantes.

De Chiclayo hacia el Norte las prospecciones en recientes investigaciones están demostrando la ocurrencia de yacimientos diseminados de cobre.

Las asociaciones mineralógicas de la sub-provincia cuprífera señalan temperaturas de formación que van desde hipotermiales a mesotermiales, con predominio de estas últimas.

Muchas minas de esta sub-provincia, tales como Toquepala, Chapi, Acarí, Raúl, Condestable, Eliana, et., se encuentran en producción bastante activa. Toquepala es actualmente la primera productora de cobre en el país.

En resumen, la sub-provincia cuprífera se ofrece como una zona de altas expectativas para la producción de cobre en gran escala y para la exploración de nuevos depósitos.

Sub-Provincia Polimetálica del Altiplano

Esta unidad metalogénica abarca las partes altas de la vertiente del Pacífico, el altiplano (4,200 - 4,400 m. de altitud) y zonas interandinas; es decir, toda la porción alta de la Cordillera Occidental.

La sub-provincia en cuestión encierra las mayores reservas de plomo, zinc y plata del país, además de cobre y hierro; en menores proporciones se encuentran tungsteno, molibdeno, vanadio, manganeso, mercurio y antimonio. Muchos metales, como bismuto, cadmio, indio,

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

selenio, telurio, etc., son recuperados como sub-productos del beneficio de los sulfuros y sulfosales de plomo, zinc y cobre de la región.

En la conformación geológica de la Cordillera Occidental se encuentran formaciones paleozoicas que afloran en muy contadas localidades; en cambio, ocupan espacios considerables las calizas marinas del Triásico superior - Jurásico inferior, los depósitos clásticos del Neocomiano - Aptiano; las calizas, margas y lutitas del Cretáceo medio a superior; las Capas Rojas continentales del Cretáceo superior - Terciario inferior; los volcánicos del Supracretáceo - Terciario inferior a medio, y los volcánicos del Terciario superior - Cuaternario.

Las rocas sedimentarias, fuertemente plegadas y falladas, afloran extensamente al Este de la Divisoria Continental, desde la frontera con el Ecuador hasta la latitud 13°S. Hacia el Sur de este paralelo, los afloramientos sedimentarios son reducidos debido al recubrimiento de rocas volcánicas; igualmente al Oeste de la Divisoria sólo se les observa en el fondo y laderas de los valles, por debajo de los volcánicos.

Las rocas volcánicas ocupan toda la porción alta de la Cordillera Occidental. En las regiones del Norte y Centro del país, afloran principalmente al Oeste de la Divisoria; pero en la región meridional la cubierta volcánica se extiende en ambos lados con un ancho de 150 a 200 Kms.

La secuencia de rocas sedimentarias del Cretáceo y las volcánicas del supracretáceo y Terciario inferior de la pendiente alta del Pacífico están intruídas por el batolito andino, siendo comunes los stocks y apófisis relacionados con el gran plutón hasta altitudes de 3,500 a 4,000 metros.

En la Cordillera Blanca y en el área Abancay-Yauri afloran granodioritas y dioritas de proporciones batolíticas emplazadas en formaciones del Jurásico y Cretáceo. Aparte de estos plutónicos existen a lo largo de la Cordillera Occidental, numerosos stocks de monzonitas cuarcíferas, pórfidos cuarcíferos, dacitas, etc., probablemente sub-volcánicos, de edad más reciente que el batolito.

Por lo menos, tres fases de la orogenia andina se reconocen en la Cordillera Occidental. La primera corresponde al movimiento de fines del Cretáceo superior, que afectó conjuntamente a las molasas Mitu del Paleozoico superior y a las formaciones del Triásico, Jurásico y Cretáceo superior; la segunda fase, con movimientos más intensos, tuvo su clímax al final del Eoceno o comienzos del Oligoceno, después de la deposición de las Capas Rojas; finalmente el movimiento de fines del Mesoterciario o comienzos del Terciario superior, alcanzó a plegar suavemente los volcánicos del Terciario medio a superior. Los volcánicos post-tectónicos se hallan en posición casi horizontal hasta suavemente inclinados, en el último caso debido mayormente a flexuramientos y fallamientos concomitantes con el levantamiento andino del Plioceno.

Se supone que el emplazamiento del mayor volumen del batolito andino se produjo después del primer movimiento orogénico; sin embargo, las pulsaciones magmáticas, que aparentemente se desplazaban de Oeste a Este (?), habrían continuado hasta el Terciario inferior y aún hasta algo más tarde. Las dataciones radiométricas de muestras del batolito indican que la edad de emplazamiento del macizo fluctúa entre el Cretáceo superior y el Terciario inferior.

Los pequeños stocks de monzonita, pórfidos cuaríferos, dacitas, etc., con los cuales están asociados muchos de los yacimientos de la región andina, son evidentemente más jóvenes; las edades absolutas determinadas por el método K/Ar, de algunas de ellas, indican edad terciaria media a superior.

Los ejes de los grandes pliegues así como las fallas regionales tienen predominantemente la dirección andina, es decir NW-SE.

La mineralización polimetálica de la sub-provincia se halla ampliamente distribuida, desde los límites con el Ecuador hasta la frontera con Bolivia. Esta metalización, en relación con la geología regional se distribuye también en dos subprovincias petrográficas importantes. Al Oeste de la Divisoria Continental ocurre en rocas volcánicas y al Este en rocas sedimentarias. La faja mineralizada en rocas volcánicas comprende las porciones altas de la vertiente del Pacífico, que en ciertos lugares del Norte y Centro del país se extiende algo más al Este de la Divisoria y más ampliamente en el altiplano meridional.

Los depósitos minerales de ambas fajas difieren algo en composición mineralógica, intensidad de mineralización, forma de los yacimientos, controles de mineralización, temperatura de formación, grados de alteración, etc.; sin embargo, constituyen una unidad metalogénica, cuyas diferencias probablemente se deben a niveles de erosión (?) y a la profundidad de las estructuras mineralizadas.

Mineralización en rocas volcánicas

Los depósitos minerales en la faja de rocas volcánicas son principalmente del tipo veta, los otros tipos de yacimientos son más escasos. El valor económico de la gran mayoría de los yacimientos reside en su contenido de plomo, plata, zinc y cobre, con leyes de oro, cadmio y mercurio; muchos depósitos de la región meridional (Puquio-Cailloma) son principalmente de plata y oro, con cantidades menores de plomo y cobre.

La metalización en la faja de rocas volcánicas es altamente ar-

gentífera. En muchos yacimientos, especialmente en las partes superiores, la plata se halla en minerales argénticos como pirargita, proustita, polibasita, argentita, etc.; en otros, dicho elemento está en solución sólida en la galena y en los cobres grises; y principalmente como exsoluciones e inclusiones de minerales de plata en la galena.

Las fracturas que controlan la mineralización tienen rumbos variables desde E-W hasta N-S; sin embargo predominan las estructuras NW, que probablemente se han originado durante las fases orogénicas del ciclo andino.

Las dimensiones de las vetas son muy variables en ancho, longitud y profundidad. Generalmente la mineralización que contienen se distribuye irregularmente a través de la estructura, los valores más ricos se presentan en columnas, que muchas veces coinciden con ensanchamientos de las fracturas, inflexiones en el rumbo, cambios en el buzamiento, intersección con otras estructuras, etc.

La mineralogía de los criaderos es compleja y la cantidad relativa de minerales o asociaciones de minerales, varía dentro de la misma veta, de una veta a otra o de un distrito a otro.

La mayoría de las vetas de la faja volcánica contienen galena argentífera, esfalerita, chalcopirita, pirita y cuarzo. En algunas vetas también se presentan en cantidades variables de famatinita, tetraedrita, tennantita, argentita, pirargirita, polibasita, pearceita, proustita, oro, electrum, bourmonita, jamesonita, estibinita, rejalgá, oropimente, calcita, rodocrosita, rodonita, baritina, siderita, etc. La geocronita, semseyita y zinkenita ocurren en abundancia en distritos como Castrovirreyna, Huachocolpa, etc.

En una cantidad menor de vetas se hallan pequeñas proporciones de minerales como: especularita, magnetita, arsenopirita, hematita, pirrotita, marcasita, o especies como bornita, enargita, miargirita, alabandita, estrocianita, etc.

En la mayoría de las vetas, la ganga también está constituida por material fragmentado de las rocas de caja y panizo.

Los procesos de oxidación y enriquecimiento secundario son variables. En numerosos casos los sulfuros primarios se hallan expuestos casi en la superficie; pero en general, las vetas tienen zonas de oxidación, caracterizadas principalmente por minerales como limonita, wad, malaquita, azurita, chalcantita, jarosita, cerusita, anglesita, calcita, yeso, óxidos de antimonio, etc. La oxidación parcial alcanza profundidades de 30 a 50 metros o más.

El enriquecimiento supergénico más importante corresponde a los minerales de plata. En muchas regiones como Castrovirreyna, San Juan de Lucanas, Sucuitambo, Condorama, etc., las vetas con alta pro-

porción de plata se caracterizan por contener en las partes más superiores plata nativa, sulfuros y sulfosales secundarios como acantita, piargirita, miargirita, etc.

El cobre, el plomo y el zinc se han concentrado en pequeñas proporciones dando lugar a la covellita, chalcocita, cobre nativo, así como galena y esfalerita secundarias.

Muchas vetas de esta faja se presentan dentro o en los alrededores de pequeñas intrusiones porfíricas (andesitas, dacitas, etc.), que sugieren que las soluciones mineralizantes derivaron de las porciones más profundas de dichos cuerpos; sin embargo, en la mayoría de los casos los depósitos no muestran indicaciones directas de su origen.

Los minerales de plata se concentran en las zonas superiores de las vetas, asociados con calcita y otros carbonatos, alcanzando profundidades que llegan hasta 150 m. (Castrovirreyna), pasando hacia abajo a minerales de plomo, zinc y cobre.

Los procesos de alteración hidrotermal de las rocas de caja son comunes, pero varían de un lugar a otro, en una misma veta o de un distrito a otro. La cloritización es generalmente amplia, en tanto que la argilitización, sericitización, silicificación y piritización se presentan desarrolladas en mayor o menor grado, generalmente en forma de bandas paralelas a las vetas.

El reemplazamiento de las rocas de caja es en general débil, y se presenta como diseminaciones de sulfuros por distancias muy cortas a partir de las vetas.

En muchos distritos las vetas se presentan brechadas y cementadas por una nueva generación de sulfuros, evidenciando fallamientos y nuevas fases de mineralización.

Las asociaciones mineralógicas, la estructura bandeada y crustificada del relleno mineral, así como su textura, a veces porosa, sugieren que las vetas se han formado a presiones y temperaturas relativamente moderadas, correspondiendo a las facies de mineralización mesotermal a epitermal, con predominio de esta última.

De acuerdo a la intensidad de mineralización se han delimitado en la faja de rocas volcánicas siete grandes áreas, las cuales de Norte a Sur, son: Salpo-Quiruvilca, Cordillera Negra, Canta-Huarocharí, Castrovirreyna, Puquio-Cailloma, Condoroma-Palca y Santa Lucía. Esto no significa que más adelante, en mayores prospecciones y desarrollo minero, se determinen otras áreas tan importantes como las citadas.

Mineralización en rocas sedimentarias

Hacia el Este de la Divisoria Continental, en áreas que corresponden a la alta meseta y regiones interandinas, los depósitos minerales ocurren principalmente en rocas sedimentarias.

La metalización de esta faja queda manifiesta desde la frontera con el Ecuador, hasta los límites con Bolivia.

En esta faja se encuentra una gran variedad de yacimientos minerales. Morfológicamente varían desde simples y pequeñas vetas hasta grandes depósitos de morfología compleja donde, en el mismo yacimiento ocurren vetas, mantos de reemplazamiento, diseminaciones, stock-works y chimeneas.

Específicamente, en esta faja se hallan las minas de mayor producción de plomo y zinc con altos porcentajes de cobre y plata.

Se considera que en las áreas de los departamentos de Pasco, Junín, Huancavelica y la parte Oriental de Lima, se localizan alrededor del 80% de las reservas de plomo y zinc del país. Por otra parte, a lo largo de la faja que nos ocupa, existen grandes depósitos potenciales de cobre y hierro (véase mapa metalogénico), señalando la importancia económica de los recursos minerales de la región. También de esta zona provienen las mayores producciones de tungsteno y mercurio, y como subproductos de la fundición y refinación de los concentrados de plomo, plata, zinc y cobre se obtienen el indio, cadmio, talio, selenio, telurio y bismuto. Además, la región produce oro, antimonio, arsénico, estaño, etc.

La mineralogía y paragénesis de los yacimientos es compleja. Como los depósitos son mayormente de plomo, zinc, cobre y plata, regionalmente predominan los sulfuros y sulfosales de estos elementos asociados en diversas proporciones. Es así, que la galena, esfalerita, chalcopirita, enargita, tetraedrita tennantita, pirargirita, proustita y argentita se hallan muchas veces juntas en un solo yacimiento.

En algunos yacimientos ocurren exsoluciones (ampollas orientadas) de chalcopirita en la esfalerita, y en otros exsoluciones (estrellas) de esfalerita en la chalcopirita.

La plata también ocurre en soluciones sólida en la galena, en la pirita y en las sulfosales de cobre (tetraedrita, tennantita, freibergita, etc.).

El oro está presente a través de la región en el cuarzo y también como solución sólida e inclusiones en la pirita, arsenopirita, tetraedrita, esfalerita, etc. La estibinita, rejalgar y oropimente se presentan en las

partes superiores o marginales de algunas vetas o distritos mineros. La wolframita, hübnerita y ferberita, ocurren constituyendo los depósitos de tungsteno en varios lugares (Pasto Bueno, Mundo Nuevo, Chimboya, Cabanillas, etc.); subsidiariamente se presentan en algunos depósitos de plomo, zinc y cobre (Morococha, San Cristóbal, Julcani, etc.). La scheelita es menos común.

El cinabrio es el mineral de mercurio más abundante pero se encuentra en muy pocas localidades (Huancavelica, Puno, Huánuco, entre otros).

Otros sulfuros y sulfosales como bismutinita, emplectita, gratonita, etc., se conocen muy localmente (Cerro de Pasco, Morococha, Julcani, etc.).

La molibdenita ocurre en pequeñas cantidades en muchos depósitos, especialmente en los yacimientos de cobre del tipo de contacto metasomático y pórfidos de cobre (Michiquillay y Morococha).

La magnetita y hematita forman las menas de los grandes yacimientos de hierro del tipo de contacto metasomático (Rondoní, Colquemarca, etc.); pero también ocurren en pequeñas cantidades en los depósitos filonianos de plomo, plata, zinc y cobre. La especularita es menos común.

La pirita y el cuarzo están presentes en casi todos los yacimientos; la arsenopirita, pirrotita y marcasita se hallan en algunos depósitos.

La apatita y fluorita están presentes en algunos yacimientos en tanto que los carbonatos y silicatos son más comunes.

El uranio se presenta como débiles ocurrencias unas veces asociado con los minerales de los depósitos metálicos (Colquijirca y Sa-yapullo) y otras veces en relación con las rocas ácidas.

El vanadio de la región andina ocurre en las asfaltitas bituminosas de la formación Pariatambo. Su concentración en forma de sulfuros (patronita) constituyendo yacimientos económicos todavía no está bien establecida.

Los procesos de oxidación y de enriquecimiento supergénico han dado lugar a la formación de numerosos minerales secundarios, tales como acantita, digenita, covellita, chalcocita, bornita, siderita, malaquita, crisocola, cerusita, anglesita, yeso, etc., los mismos que pueden estar presentes en los diferentes depósitos, según el grado de alteración y profundidad de la oxidación.

En los yacimientos de contacto metasomático es característica la presencia de una aureola irregular de skarn o tactitas alrededor de pequeños stocks ácidos o intermedios, especialmente donde éstos han penetrado en calizas o calizas dolomíticas. La mineralización está generalmente restringida a la zona de las tactitas en forma de relleno de fisuras, diseminaciones en los intersticios y reemplazamientos. En todos los casos los sulfuros son posteriores a la silicatación. Más allá del área de las tactitas a veces hay desarrollo de vetas y cuerpos de reemplazamiento (ore bodies).

La alteración hidrotermal de las rocas de caja es ampliamente variable y depende de la naturaleza de la roca y de su cercanía a los cuerpos minerales. Varía desde simples "decoloraciones" y débiles casos de propilitización a intensos procesos de sericitización, piritización, silicificación y argilitización. En muchos yacimientos son fácilmente apreciables las zonas de alteración, porque se presentan en bandas más o menos paralelas a las estructuras mineralizadas.

La oxidación en algunos yacimientos es notable y profunda (Cerro de Pasco, Yauricocha, etc.); sin embargo, en la gran mayoría es superficial hasta ausente. Los óxidos contienen valores en oro y plata. Generalmente la zona de óxidos pasa a la de sulfuros primarios con una zona de transición de sulfuros secundarios no bien definida.

La zonación es conspicua en muchos distritos, con mineralización dominante de cobre en las partes centrales, luego pasa a minerales de cobre, zinc y plomo y exteriormente a plomo y plata.

La mayoría de los depósitos minerales de esta faja se presentan en conexión más o menos directa, con pequeños cuerpos intrusivos de composición intermedia (Cerro de Pasco, Morococha, Antamina, Yauricocha, etc.). Esta relación espacial sugiere que los fluidos mineralizantes derivaron del mismo magma. Aparentemente las estructuras regionales controlaron el emplazamiento de los intrusivos y también la mineralización. Las calizas (Pucará, Machay, Calera, etc.), han sido las rocas más favorables para los procesos de sustitución y formación de los depósitos de contacto metasomático.

Por la asociación y textura de los minerales, estructura de las vetas y cuerpos mineralizados, los yacimientos de la faja de rocas sedimentarias varían entre hipotermales a mesotermales, predominando estos últimos; sin embargo, hay algunos depósitos típicamente epitermales.

De acuerdo a la intensidad de mineralización se han delimitado de Norte a Sur las siguientes áreas:

Zona Norte, Sinchao-Michiquillay, Sayapullo-Antamina, Huallanca-Oyón, Pasco, Huarón-Carhuacayán, Morococha-Yauricocha, Cercapuquio-Tinyachlla, Litcay y Huancavelica, Andahuaylas-Yauri y Desaguadero.

PROVINCIA METALOGENICA ANDINA ORIENTAL

El dominio de la Cordillera Oriental es de mineralización polimetálica; sin embargo, esta región del país es poco conocida desde el aspecto de su geología como de su metalogenia.

En la constitución geológica de la Cordillera Oriental participan rocas metamórficas (gneis, esquistos, migmatitas, anfibolitas) del Precambriano, con extensos afloramientos en el valle del Marañón, área de Huánuco, sierras Huaytapallana, Vilcabamba, Lares, etc. Estas rocas constituyen el espinazo de dicha Cordillera.

La formación paleozoica más antigua es de edad ordoviciana media a superior y consiste de una secuencia de lutitas marinas con graptolites. Luego sigue en discordancia paralela una gruesa serie de lutitas, areniscas y cuarcitas del Devoniano inferior y medio. Las capas ordovicianas y devonianas tienen una amplia distribución a lo largo de la Cordillera Oriental y fueron afectadas por una primera fase de la orogenia hercíniana en el curso del Devónico tardío.

El Paleozoico superior está representado por las capas continentales, areno-arcillosas, del grupo Ambo, y por las lutitas, margas y calizas del Pensilvaniano y Pérmico inferior, ampliamente expuestas a lo largo de la Cordillera y de la región sub-andina. Los movimientos orogénicos del Pérmico medio tardío (segunda fase de la orogenia hercíniana), afectaron a las formaciones citadas con plegamientos y magmatismo.

La erosión subsecuente de las tierras levantadas originó los clásicos del grupo Mitu, cuyas capas compuestas de conglomerados, areniscas y abundantes rocas volcánicas se distribuyen extensamente a lo largo de la región.

Las calizas Pucará, de edad triásica superior-jurásica inferior se encuentran con plegamientos complicados en varias regiones de la cordillera.

La deformación de las capas del grupo Mitu y de las calizas Pucará, presentes en la región, se deben a los movimientos orogénicos del ciclo andino.

En las rocas precambrianas y paleozoicas de la Cordillera Oriental se encuentran alojados numerosos cuerpos intrusivos (granitos, granodioritas, dioritas, etc.). No se tienen datos seguros sobre la edad de estas masas ígneas, algunas probablemente son paleozoicas y aún precambrianas y otras mesozoicas o terciarias.

Los depósitos minerales de la Cordillera Oriental son generalmente del tipo de relleno de fisuras, de pequeñas a medianas dimen-

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

siones. También existen casos aislados de yacimientos de reemplazamiento, disseminaciones y cobre del tipo capas rojas. En la parte meridional de esta provincia se encuentran extensos depósitos morrémicos y aluviales con concentraciones de oro.

La metalización consiste de oro, cobre, plomo, zinc, estaño, manganeso, tungsteno, molibdeno, cromo, platino, níquel, cobalto y uranio. El oro, plomo, cobre y estaño se encuentran constituyendo depósitos de importancia económica, en cambio las ocurrencias conocidas de níquel, cobalto, cromo, platino, uranio, etc., son en cantidades relativamente pequeñas y se les considera como indicaciones de una mineralización diferente a la existente en la Cordillera Occidental.

La región ofrece buenas posibilidades para la exploración por nuevos yacimientos de oro, cobre y plomo-zinc. Igualmente, no se descarta la perspectiva de encontrar depósitos económicos de cromo, cobalto, níquel y platino; pues las investigaciones geológicas más recientes señalan la ocurrencia de rocas básicas y ultrabásicas.

Las áreas de mineralización más conocidas en la provincia Oriental son: **Pataz-Buldibuyo** en el Norte; **Tarma-San Ramón** y **Concepción-Cobriza** en el Centro; **Vilcabamba**, **Chimboya-Aricoma** y **Marcapata-Sandia**, en la porción meridional.

EPOCAS DE METALIZACION

La disposición más o menos paralela de las distintas fajas de mineralización en el Perú, ha hecho pensar a algunos investigadores, entre ellos a Gabelman (1961), que se trata de un zoneamiento de grandes proporciones de una sola provincia metalogénica, caracterizada por hierro y cobre en la costa y pendientes bajas de los Andes, pasando a plomo y zinc en la Cordillera Occidental y a oro y otros metales en la Cordillera Oriental. En esta concepción generalizada el mencionado autor señala que la metalización de los Andes peruanos está relacionada con las deformaciones orogénicas del Cenozoico (Terciario-Cuaternario), cuyas fases de plegamiento se desplazaron en espacio y en tiempo de Oeste a Este, disminuyendo su intensidad en el mismo sentido. Es así que las mineralizaciones de mayor profundidad y temperatura de formación se hallan al Oeste, las de temperatura intermedia a lo largo de la Cordillera Occidental y las superficiales en la Cordillera Oriental.

A nuestro juicio las metalizaciones en cuestión deben haberse producido en conexión con los grandes procesos orogénicos y magmáticos de los ciclos andino y paleozoico; por consiguiente, la edad de los intrusivos con los cuales genéticamente se suponen relacionadas las mineralizaciones, corresponde a rangos geológicos más amplios que el Cenozoico.

En la evolución del territorio peruano, aparte de las orogénesis precambrianas no bien conocidas, hay evidencias de dos ciclos geotec-

tónicos; el primero se desarrolló en el Paleozoico y dio lugar a las rocas que forman la Cordillera Oriental, y el segundo se generó en el Mesozoico-Cenozoico y está representado por la Cordillera Occidental. Cada ciclo comprende varias fases de sedimentación, plegamiento y magmatismo. Es, en base a estas consideraciones de tectonismo y magmatismo, que se establece en el Perú dos provincias metalogénicas denominadas: Provincia Metalogénica Andina Occidental y Provincia Metalogénica Andina Oriental, cuyas posibles edades de metalización se discuten a continuación.

PROVINCIA METALOGENICA ANDINA OCCIDENTAL.

Los depósitos de hierro que se encuentran en la cadena costanera meridional, están relacionados con intrusivos de composición diorítica y granodiorítica, que se emplazan en rocas metamórficas del Precambriano y en formaciones paleozoicas y del Mesozoico temprano (Triásico-Jurásico). Los mencionados cuerpos ígneos son considerados en términos generales, como partes del gran batolito andino, macizo que aflora principalmente en las partes baja y media del flanco andino. Sin embargo, entre los intrusivos de la Cadena Costanera y el batolito andino del Sur del Perú, se desarrolla la ancha depresión que comprende la llanura costanera, cuyo substrato profundo está constituido por rocas metamórficas del Precambriano y por formaciones del Paleozoico y Mesozoico temprano, las cuales a menara de septum separan ambas fajas intrusivas. La separación es neta y se presume que este hecho se debe a emplazamientos en épocas diferentes. En efecto, se sabe que los intrusivos de la cadena costanera del norte de Chile (continuación de la del Perú), según determinaciones radiométricas (Ruiz Fuller, 1965), son de edad jurásica. Respecto a la edad de los intrusivos que afloran a lo largo de los cerros de la cadena costanera del Sur del Perú, no se sabe mucho; una que otra determinación radiométrica arroja edad jurásica. El intrusivo granodiorítico del área de la mina de Marcona, con el cual posiblemente está relacionada la mineralización de hierro, es considerado por los geólogos de esa compañía como de edad cretácea.

La mineralización cuprífera de la vertiente del Pacífico es de sulfuros simples y se encuentra en el mismo cuerpo del batolito de la costa y en las rocas sedimentarias o volcánicas encajonantes de aquél. Los depósitos de "pórfido de cobre" del Sur del país se encuentran cerca a grandes fallas de rumbo NW que cortan al batolito; por otro lado, dichos yacimientos están asociados genéticamente con pequeños intrusivos post-batolíticos. La diorita vecina al depósito de Toquepala tiene 56 millones de años, es decir, corresponde al Terciario inferior. El stock de pórfido dacítico con el cual se supone relacionada la mineralización corta a la diorita, por lo tanto es más joven.

Las vetas de oro y cobre del área Nazca-Ocoña se emplazan en rocas dioríticas granodioríticas del batolito.

Las determinaciones radiométricas por el método K/Ar de muestras de diferentes partes del batolito, indican edades que fluctúan entre 60 y 110 m.a. (*), esto es entre el Cretáceo superior y el Terciario inferior.

En la parte alta de la Cordillera Occidental hay una metalización muy variada y compleja, representada por sulfuros y sulfosales de plomo, plata, zinc y cobre, además de minerales de hierro, tungsteno, oro, mercurio, etc. Por lo general, la génesis de la mineralización de esta región se supone relacionada a los numerosos stocks y apófisis de monzonitas cuarcíferas, pórfidos cuarcíferos, pórfidos dacíticos, pórfidos dioríticos, etc. En los casos de la Cordillera Blanca y el área de Andahuaylas-Yauri, la mineralización de alto grado está relacionada a cuerpos de diorita y granodiorita de dimensiones batolíticas. Los stocks se emplazan unas veces en las rocas volcánicas de las partes altas de la Cordillera, pero la gran mayoría aparece algo más al Este de la Divisoria Continental, cortando a las secuencias sedimentarias del Mesozoico y del Terciario. Los stocks que afloran en la faja sedimentaria se distribuyen según una orientación Noroeste, que coincide con una zona de debilidad tectónica que existió durante gran parte del Cretáceo, entre la cuenca Occidental del geosinclinal andino y el geoanticlinal del Marañón.

Todos los intrusivos menores tienen una litología diferente del batolito andino y sus relaciones con este macizo son todavía desconocidas. Las edades absolutas determinadas por el método K/Ar de algunos stocks del Norte y Centro del país, corresponden al Terciario medio a superior.

El batolito de la Cordillera Blanca, por varias consideraciones geológicas y tectónicas, es considerada relativamente más joven que el batolito andino; y los cuerpos dioríticos y granodioríticos del área de Andahuaylas-Yauri cortan formaciones calcáreas del Cretáceo medio a superior.

Finalmente, conviene señalar que numerosas vetas, mantos y otro tipo de depósitos minerales, se alojan en las calizas mesozoicas y en las capas rojas y volcánicas del Terciario inferior a medio.

Como se ha mencionado líneas arriba, la edad de los intrusivos con los cuales se suponen asociadas las mineralizaciones de la Provincia Metalogénica Occidental (hierro en la costa, cobre en el flanco andino y polimetálica en la parte alta de la Cordillera), varía desde el Mesozoico medio (Jurásico) hasta el Terciario medio y posiblemente comienzos del Terciario superior. En consecuencia, la metalización de la provincia que nos ocupa se habría producido en el lapso mencionado, en concomitancia con las distintas fases de la orogénesis del ciclo andino.

(*) Las determinaciones radiométricas que se citan fueron realizadas por el Dr. J. Everden, de la Universidad de California, EE. UU.

PROVINCIA METALOGENICA ANDINA ORIENTAL.

La Provincia Metalogénica de la Cordillera Oriental es menos conocida. Los depósitos de oro del Norte y Sur se emplazan en rocas paleozoicas. En el Norte, el intrusivo del área Pataz-Buldibuyo con el que aparentemente está asociada la mineralización aurífera de esa región tiene evidencias de edad paleozoica; igual edad se asume para varios cuerpos de las áreas centrales y meridionales. Sin embargo, hay otras intrusiones en la sección central y meridional de la Cordillera Oriental cuyas edades son más jóvenes, probablemente mesozoicas o terciarias (?).

Muchos de los depósitos de cobre, plomo y plata se hallan en Capas Rojas del Paleozoico superior y en rocas del Mesozoico medio (Triásico-Superior-Jurásico).

La metalización de plomo, plata, cobre, zinc, pasando en profundidad a cobre-estaño del área Chimboya-Aricoma ubicada en la parte Sur de aquella cordillera, tiene cierta similitud con la mineralización de la Cordillera Real de Bolivia, que se considera de edad terciaria media.

La mineralización de níquel, cobalto y uranio de Vilcabamba, está emplazada en rocas metamórficas y sedimentarias paleozoicas y genéticamente parece estar asociada a cuerpos intrusivos de edad incierta, aunque una determinación radiométrica de una granodiorita de la zona, indica una edad paleozoica (?).

Muchos autores han asignado a la mineralización aurífera de la Cordillera Oriental una edad terciaria (?). Sin embargo, sin determinaciones de edades absolutas de las rocas intrusivas asociadas con la mineralización, no se puede adelantar juicios más o menos ciertos sobre la época de metalización de dicha región. Por el momento, no se puede afirmar ni demostrar lo contrario a la tesis de una edad terciaria para las vetas auríferas; pero si podemos indicar que las vetas de oro de esta región se encuentran en rocas paleozoicas en relación con intrusivos referidos, en algunos casos, también al Paleozoico.

Las dataciones radiométricas de algunos de los intrusivos de la Cordillera Oriental indican edad paleozoica, pero también es evidente la ocurrencia de intrusiones mesozoicas y quizá terciarias (?). Finalmente, la presencia de algunos minerales que no ocurren la Cordillera Occidental, sugieren también una época de metalización diferente, posiblemente Paleozoica a Mesozoica temprana.

Por otro lado, la presencia de depósitos minerales asociados con rocas mucho más jóvenes en ciertos sectores de la Cordillera Oriental, indica una etapa de mineralización posterior, superpuesta a aquella, que probablemente se ha producido como una transgresión de la mineralización de la Provincia Occidental durante el Mesozoico-Cenozoico.

DESCRIPCION SUMARIA DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS

En este capítulo se presentan datos muy sumarios de los yacimientos más importantes de cada provincia metalogénica. La información ha sido extractada de trabajos publicados sobre el particular, informes y datos proporcionados en forma desinteresada por algunos colegas, y de notas y experiencias propias de los autores. En la bibliografía que aparece al final se consigna a los autores de los trabajos consultados con la significancia que se merecen.

DEPOSITOS EN LAS ROCAS METAMORFICAS DE LA CADENA

COSTANERA

En la Cadena Costanera del Sur del Perú, entre los valles de Atico y Tambo, hay un afloramiento continuo de gneis, esquistos y filitas, rocas a las cuales por sus características petro-estructurales y posición estratigráfica se les asume al Precambriano.

Al Norte de Atico y Sur de Tambo, los afloramientos son pequeños y discontinuos. Las citadas rocas también están presentes en la pendiente andina meridional, en localidades como Pampacolpa; alrededores de Lluta, en Charcani, cerca de Arequipa, etc.

Las rocas metamórficas están intruídas por cuerpos de diorita en parte gnéisica y también por pequeños stocks de granito rojo y pegmatitas.

Las pegmatitas se presentan en forma de diques, de ancho, largo y rumbo muy variados. Están compuestas de cuarzo y feldespato con algo de muscovita, biotita, granates y óxidos de hierro.

La mineralización en esta faja de rocas metamórficas es relativamente escasa y de poco valor económico. Consiste en depósitos de mica en las pegmatitas y de hierro metafórfico (tipo itabirítico), asociado con las rocas gnéisicas.

* Véase la ubicación de los distritos mineros y/o yacimientos descritos en el mapa.

Depósitos de Mica

Pequeños depósitos de muscovita se han explorado en el área de Quilca, al Sur de la ciudad de Arequipa; y en las cercanías de Pampacolpa, en la región de Chuquibamba; lugares en los cuales hay una profusión de diques pegmatíticos.

En los prospectos del área de Quilca, la muscovita se encuentra en bandas y pequeños bolsones erráticos asociadas con cristales de cuarzo y feldespatos de la pegmatita. Las láminas de mica son generalmente pequeñas 3 - 5 cms. de largo, excepcionalmente alcanzan hasta 10 cm.).

El contenido de mica de las pegmatitas del área de Pampacolpa es mucho menor; en cambio, contienen pequeñas proporciones de monazita, columbita-tantalita, uraninita, zircón, apatita, así como molibdenita y arsenopirita.

Las pegmatitas de esta última área han sido examinadas por minerales radioactivos y su contenido de U_3O_8 es bajo.

Hierro

En la cima de los cerros Tarpuy (1,030 m.) y Mirador (1,050 m.), que se ubican en la parte alta del puerto de Mollendo (Arequipa), existe un pequeño yacimiento de hierro metamórfico tipo itabirítico. Las rocas del lugar son metamórficas y se componen de cuarzo muy laminado asociado con abundante magnetita y hematita, por lo cual se les clasifican como gneis cuarcítico ferruginoso. Tienen un grosor de 60 m., y sobreyacen a un gneis rosado con ojos de ortosa.

En el gneis cuarcítico se intercalan láminas de hematita y magnetita íntimamente asociadas de 1 a 5 mm. de espesor.

DEPOSITOS DE HIERRO DE LA CADENA COSTANERA

MERIDIONAL

Marcona

Este depósito se ubica a 50 Kms. al Sur de la ciudad de Nazca, en el departamento de Ica. Actualmente, es el principal productor de hierro en el país.

Las rocas más antiguas del área son gneis del Precambriano; encima sobreyacen con discordancia, metasedimentos del Paleozoico; y en la parte más alta, una gruesa secuencia de rocas de facies volcánico-sedimentaria del Jurásico. El gneis y las rocas paleozoicas están cortadas por un gran stock de granodiorita de probable edad Cretácea.

El área mineralizada está a 800 m.s.n.m., y tiene de 15-20 Kms. de largo por 5-8 kms. de ancho.

La mineralización consiste en cuerpos de reemplazamiento producidos en los niveles de calizas y dolomitas de la formación Paleozoica y en menor proporción en las capas del Jurásico superior. Los cuerpos de mineral tienen generalmente orientación E-W, con longitudes que van desde 200 m. hasta 1200 m.; excepcionalmente alcanzan 2500 m.; sus anchos varían desde pocas decenas de metros hasta más de 100 m.

El mineral primario consiste de magnetita y pirita, las cuales, por procesos de oxidación y lixiviación se presentan con una zonación vertical. Los 25 m. superiores se componen de hematita maciza con limonita y algo de magnetita residual. Debajo existe una zona de 25 a 30 m. donde la hematita contiene abundantes venillas de yeso, anhidrita y jarosita; la magnetita presente en esta zona contiene pirita parcialmente alterada a hematita. Finalmente, se encuentra la zona primaria donde la magnetita contiene gran cantidad de pirita, cuarzo y actinolita.

El mineral tiene una ley promedio de 60 % de hierro. Los tenores de fósforo y azufre son muy bajos. Las reservas del yacimiento son cuantiosas.

Acari

Este yacimiento se halla a 50 Kms. al Este de Marcona y entre 350 y 1250 m.s.n.m. Fue explotado entre 1959 y 1968, y a la fecha se encuentra paralizado. Las rocas del área son cuarzo-dioritas, de color gris a verdoso y grano medio a fino.

Los depósitos de hierro consisten de 15 a 16 filones, cuyos anchos varían de 1 a 4 m.; algunos se ensanchan localmente hasta alcanzar de 20 a 25 m. Generalmente las vetas tienen 300 a 600 m. de largo y la más grande supera el kilómetro. Los depósitos se hallan emplazados en dos sistemas importantes de fracturas: en las localidades de Cerro Campana y Mastuerzo tienen rumbo NW y en el sitio de Pongo se orientan en dirección NE.

El mineral principal es magnetita, con ley superior a 60 % de hierro y escaso fósforo. En profundidad, la magnetita pasa gradualmente a anfíboles, apatita, cuarzo y calcita. Las reservas conocidas del yacimiento son muy limitadas.

El depósito por las características estructurales de los filones y la textura bandeada del mineral es considerado como de inyección magmática.

Morritos

Este depósito se encuentra a 850 m.s.n.m. y a 30 Kms. al Oeste del pueblo de las Yaras, en el departamento de Tacna.

El yacimiento consiste de un sistema de seis vetas paralelas, emplazadas en granodiorita. El rumbo de las estructuras mineralizadas es NW; sus longitudes varían de 300 a 1000 m. y sus anchos de 1-4 m., aunque localmente ensanchan hasta 8 m.

La mena se compone de hematita maciza y menor proporción de magnetita. El cuarzo ocurre en forma de granos, ojos y venillas. El mineral del yacimiento tiene una ley promedio superior a 60% de Fe y muy escasos tenores en fósforo y azufre. Se sabe que las reservas potenciales del yacimiento son estimadas en el orden de los 10 millones de toneladas métricas.

Tambo Grande

El yacimiento de hierro de Tambo Grande se encuentra en las inmediaciones del pueblo del mismo nombre, que se ubica a 45 Kms. al NE de la ciudad de Piura y a 65 m.s.n.m.

Localmente no hay afloramientos de rocas; todo está cubierto por un grueso manto de arena eólica. A 12 kms. al N. y E. de la localidad de Tambo Grande, se halla un semicírculo de cerros constituidos por rocas volcánicas andesíticas y otros más al NE, de cuerpos de granodiorita.

El afloramiento principal del mineral de hierro forma una suave colina que se levanta en el extremo NNE del pueblo.

La colina de hierro tiene algo más de 600 m. de largo, 200 m. de ancho y 25 m. de altura. Además, el mineral es visible en la mayor parte del suelo y subsuelo, sobre el cual está edificada la población. En total, el mineral es apreciable directa o indirectamente, en una área de 400,000 m².

La mineralización consiste de hematita y goethita, en cuya masa se distinguen granos de cuarzo y fragmentos de cuarcita de aspecto brechoide. Microscópicamente se distingue a la hematita y goethita, rodeando los granos de cuarzo y rellenando intersticios y pequeñas cavidades. Hay granos de pirita como remanentes dentro de los minerales de hierro y también como inclusiones en los granos de cuarzo. Algunos autores señalan también la ocurrencia de escasa magnetita en los cuerpos de mineral.

El mineral tiene una ley promedio de 42 % de Fe y sus reservas potenciales se estiman entre 80 y 100 millones de toneladas métricas.

El yacimiento es considerado del tipo de reemplazamiento, producido por soluciones ferruginosas que precipitaron en una arenisca de cemento calcáreo.

DEPOSITOS DE LA SUB PROVINCIA CUPRIFERA DEL PACIFICO

En esta unidad metalogénica, como ya hemos mencionado se presentan yacimientos de cobre de las siguientes clases: filonianos, disseminados "tipo pórfido de cobre" de sustitución de contacto metasomático y estratiformes (?). Los más comunes son los filonianos y los más importantes desde el punto de vista económico, los disseminados.

Los depósitos de pórfidos de cobre más conocidos son: Toquepala, Quellaveco, Cujajone y Cerro Verde. Las características geológicas y mineralógicas de estos yacimientos son más o menos similares. En todos, la mineralización se presenta en chimeneas de brecha (breccia pipes) estructuras que en cierta forma han controlado los fluidos mineralizantes que originaron los yacimientos. Las chimeneas tienen formas más o menos tubulares y están rellenas por material fragmentario que tiene distintas formas, texturas, composición y cementación; lo que demuestra que se han originado en varios episodios, durante el desarrollo de las estructuras. Estas chimeneas tienen relación con pequeños stocks de composición intermedia.

Los aspectos geológicos más saltantes de cada yacimiento son:

Toquepala

Este yacimiento se halla entre 3,200 y 3,600 m.s.n.m. Es el único de su tipo que se halla en explotación.

Las rocas más antiguas del área de la mina son derrames volcánicos y piroclásticos del Cretáceo superior-Terciario inferior, que corresponden a la Serie Toquepala y Serie Alta de la formación Quellaveco. Las rocas mencionadas han sido intruídas por un gran cuerpo de diorita que se supone como parte del batolito andino. Las rocas volcánicas, así como la diorita se encuentran cortadas por stocks y diques de pórfido dacítico. En el stock dacítico se emplaza el mayor cuerpo de la chimenea de brecha y por consiguiente el cuerpo mineralizado. Al lado Norte de la chimenea aparece un cuello volcánico relleno con dacita y aglomerado de dacita. Las rocas más jóvenes dentro de la chimenea de brecha son diques de latita, post-minerales.

El área mineralizada tiene forma más o menos ovalada, su eje mayor mide unos 1800 m. y el menor de 800 a 1,000 m. Dentro de ella se encuentra la chimenea de brecha que controla la mineralización. Los geólogos de Toquepala han mapeado varios tipos de brechas: unas pre-minerales y otras post-minerales; las primeras están cementadas por cuarzo, turmalina y sulfuros.

La alteración hidrotermal es intensa y afecta a todas las rocas de la chimenea y zonas adyacentes. La mineralización primaria consiste de pirita, chalcopirita, bornita, con cantidades muy pequeñas de pirrotita, esfalerita, anargita y molibdenita. Estos minerales se presentan finamente diseminados o rellenando delgadas fisuras. La parte superior del yacimiento está oxidada hasta una profundidad de 200 a 250 m.; inmediatamente debajo se presenta una banda lenticular de chalcocita secundaria, de más o menos 150 m. de grosor en el centro; este cuerpo viene a ser la parte más rica del yacimiento; también se asocian con la chalcocita, bornita secundaria, covellita y digenita. Debajo continúa la mineralización primaria, hasta profundidades no conocidas. Se sabe que las reservas del yacimiento superan los 500 millones de toneladas de mineral con ley de alrededor de 1 % de Cu.

Quellaveco

Este yacimiento queda a 15 Kms. al NW de Toquepala, a 3,500 m. s. n. m. En el lugar del yacimiento aflora el pórfido cuarífero Quellaveco, al que se sobreponen con discordancia andesitas y riolitas de la Serie Alta; ambas unidades corresponden a la formación Quellaveco. En el fondo de la quebrada, intruyendo al pórfido Quellaveco, se encuentra un stock de monzonita cuarífera; este cuerpo en la pared Norte de la misma quebrada subyace con discordancia a volcánicos plio-pleistocénicos. En partes, la monzonita está fracturada y en los planos de fracturamiento se notan venillas e hilos de cuarzo y pirita. Se refiere a que las perforaciones diamantinas han demostrado que en el cuerpo del stock monzonítico se emplaza una chimenea de brecha, cuyos fragmentos redondeados de monzonita están cementados por sílice. La chimenea tiene forma de ocho, con unos 200 m. de largo y alrededor de 120 m. de ancho. La mineralogía del yacimiento es similar a la de Toquepala. Sin embargo, la zona de oxidación es muy superficial y aparentemente la zona de sulfuros secundarios está ausente o es muy escasa, y en algunas partes, los sulfuros primarios están muy cerca a la superficie.

Cuajone

Este depósito se encuentra a unos 15 Kms. al NW del anterior y a 3,500 m.s.n.m. Las rocas del área están constituidas por el pórfido cuarcífero Quellaveco y por derrames y piroclásticos andesíticos de la Serie Alta. Estas rocas están intruidas por cuerpos de diorita del batolito andino que afloran al lado Oeste del yacimiento, y por stocks y diques de monzonita cuarcífera y latita cuarcífera. Con estas últimas rocas está relacionada la mineralización. Las formaciones más modernas consisten de derrames riolíticos que afloran en la parte alta de la pared oriental de la quebrada Chuntacala y por tufos que cubren el depósito mineral y las rocas ya descritas.

Las exploraciones han demostrado que la monzonita cuarcífera tiene cerca de dos kilómetros de largo por algo más de 1,000 m. de ancho; en ciertas partes, está intensamente fracturada y alterada, y también atravesada por brechas de chimenea, algunas de las cuales son preminerales y otras posteriores. El cuerpo mineralizado se halla en el lado SE del stock y en plano tiene forma más o menos ovalada con 1,000 - 1,100 m. de largo y de 800 a 900 m. de ancho; estas dimensiones disminuyen sensiblemente en profundidad.

La alteración hidrotermal en las partes centrales consiste de sílice y sericita, mientras que en las partes externas es una propilitización.

Los minerales primarios consisten de pirita y chalcopirita, con muy escasas cantidades de enargita, esfalerita y molibdenita. En todo el cuerpo mineral hay abundantes venas de cuarzo y calcita.

En la parte superior del yacimiento existe una zona de óxidos de grosor muy irregular, compuestas por minerales como crisocola, tenorita y malaquita; inmediatamente debajo hay una banda lenticular de chalcocita secundaria con algo de covellita, que tiene 40-60 m. en la parte central y luego se adelgaza hasta desaparecer en la periferia. El mineral primario subyacente ha sido reconocido por las perforaciones hasta profundidades de cerca de 500 m. Se conoce que las reservas del yacimiento son superiores a los 600 millones de toneladas de mineral con ley de alrededor de 1 % de Cu.

Cerro Verde

Este yacimiento se encuentra a 2,900 m.s.n.m. y a 16 Kms. al Sur del a ciudad de Arequipa.

En el área de Cerro Verde y zonas adyacentes, aflora una roca granodiorítica de color gris claro a oscuro, perteneciente al complejo intrusivo del macizo de la Caldera. La granodiorita se halla intruída por un stock ácido. Este stock es una intrusión compleja, constituida por dos variedades de pórfido cuarcífero. Las rocas del stock y las rocas de caja circundantes están fuertemente fracturadas. En ciertos lugares, las rocas están tan intensamente fracturadas que semejan a una brecha; estas brechas son del tipo de ruptura y no una chimenea de brecha.

Tanto el stock como las rocas adyacentes de caja, han sufrido alteraciones hidrotermales intensas, con desarrollo de abundante sericita, alunita, arcillas y sílice. La turmalina es bastante común y en la cumbre del cerro aflora una roca de color azul claro, con alto contenido de dumortierita.

La mineralización está concentrada en el stock, extendiéndose hasta cierta distancia en el Gneis y la granodiorita.

La mineralización ocurre como granos diseminados y películas en las microfracturas.

Los sulfuros primarios son pirita y chalcopirita con cantidades menores de bornita y molibdenita. El enriquecimiento secundario originó cantidades importantes de chalcocita. La brochantita es el mineral más importante y en menores proporciones se encuentran: crisocola, chalcantita, cuprita y malaquita hasta profundidades de 50 - 60 m.

Las reservas del yacimiento son superiores a 150 millones de toneladas, cuya tenor es algo superior a 1 % Cu.

Chapi

Este yacimiento se encuentra a 60 Kms. al SE de la ciudad de Arequipa y a 2,500 m. s. n. m. El yacimiento fue descubierto en los primeros años del presente siglo y fue trabajado en forma intermitente.

En el área afloran cuarcitas con escasas proporciones de lutitas que pertenecen a la formación Yura. Estas rocas están cortadas por diorita y un stock de pórfido cuarcífero.

Los depósitos minerales consisten en mantos de reemplazamiento, vetas y diseminaciones dentro de las cuarcitas, que se distribuyen mayormente en un faja NW - SE de unos 4 Kms. de largo por 1,200 m. de ancho.

La mena en las partes superiores de los depósitos consiste de cuprita, atacamita y malaquita. La limonita es común en la ganga. En las partes más profundas existen chalcocita en forma de lentes, manchas irregulares y mantos.

Distrito de Acari

El distrito cuprífero de Acari comprende varias minas que se hallan al NNE del pueblo del mismo nombre, a altitudes de 1,200 a 1,800 m. s. n. m.

Las rocas de la región son granodioritas intruídas por granitos rojizos y numerosos diques aplíticos.

Los yacimientos consisten en vetas que se distribuyen en un área de más de 20 Km². Las estructuras mineralizadas tienen rumbo NW y altos buzamientos; sus longitudes varían de 50 a 2,200 m. y sus anchos de 50 y 120 cm.

Los minerales primarios consisten mayormente de pirita, chalcopirita y cuarzo, en menores proporciones se presentan: magnetita, actinolita, especularita, molibdenita, pirrotita y escasa cubanita. Todas las vetas están oxidadas hasta profundidades de 30-40 m'. Los minerales secundarios son chalcocita, covellita, digenita, cuprita, hematita, malaquita, crisocola, brochantita, atacamita, limonita, etc.

Las minas más importantes de este distrito son: Bella Unión, Purísima, Arnauta, Génova, etc.

Condestable

Este yacimiento se halla en las proximidades del pueblo de Mala, a 90 Kms. al Sur de la ciudad de Lima y a 250 m. s. n. m.

Regionalmente predominan las rocas volcánicas (derrames, piroclásticos y tufos calcáreos) intercalados con algunos niveles de pizarras, areniscas y calizas. En las labores subterráneas se encuentran cúpulas de intrusivos porfiríticos andesíticos hasta dioríticos).

Los depósitos consisten en un sistema de mantos de sustitución en actinolita. Se considera que la actinolita ha resultado de la reacción de las emanaciones del intrusivo con los tufos calcáreos. Los mantos tienen rumbo N 20° W y buzamiento 45° al W. También hay rellenos de fisuras pero sin valor económico. La alteración más común en las rocas encajonantes es la silicificación, en tanto que en el intrusivo hay marcasita, clorita.

La mineralogía consiste mayormente de chalcopirita, pirita, pirrotita y magnetita. En pequeña escala se encuentra: molibdenita, marcasita, esfalerita y galena. Como mineral de ganga se halla wollastonita, que a veces está asociada con actinolita; la calcita ocurre en pequeña escala, como relleno de fracturas que cortan a la mineralización en mantos.

La zona de oxidación contiene escasas proporciones de bornita, covellita, hematita, cuprita, malaquita, crisocola y atacamita.

Raúl

Esta mina se encuentra inmediatamente al Este de Condestable y a una altitud de 200 a 300 m.

En el área afloran más de 1,000 m. de tufos calcáreos, lavas andesíticas y dacíticas, brechas de flujo y escasos horizontes de caliza. Los volcánicos están atravesados por algunos diques de diabasa y por pórfidos de composición dacítica y andesítica.

Los depósitos se alojan en la serie mencionada de rocas y consiste en disseminaciones, mantos, pipes y vetas. La mineralización en mantos se halla dentro de rocas volcánicas, reemplazando horizontes de actinolita derivada de los tufos calcáreos por reacción con el intrusivo. Asociada con la actinolita hay pequeñas cantidades de wollastonita. También la mineralización en mantos ocurre en los niveles de caliza (manto Chicharrón).

El rumbo de los mantos es N 30° W y buzamiento 30° al W. Hay dos sistemas de vetas, uno de rumbo N 30° E y el otro de rumbo N 80° W.

La mineralización primaria consiste mayormente de chalcopirita, pirrotita, pirita y magnetita; en menor escala se encuentran molibdenita y marcasita. La magnetita abunda en algunos mantos (manto Juanita). Además hay escasas ocurrencias de esfalerita, galena y calcita rellenando fisuras, que cortan a la mineralización de cobre. En el nivel más profundo se ha encontrado pequeñas cantidades de granate. Los minerales secundarios, como bornita, covellita, malaquita y crisocola, se hallan en pequeñas proporciones.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

La geología y mineralización de Condestable y Raúl son en general bastante similares; sin embargo, en Condestable los mantos son más pronunciados y los contactos de las rocas encajonantes con el intrusivo son más nítidos.

ELIANA.

Esta mina se encuentra a 1,200 m.s.n.m., en la quebrada Río Seco, subsidiaria del Río Pisco, por su margen izquierda, aproximadamente a 70 Kms. aguas arriba de su desembocadura.

En el área afloran una serie volcánica compuesta por horizontes de andesitas, basaltos, tufo calcáreos finamente intercalados con calizas dolomíticas, dacitas riódacitas y traquitas. La secuencia está intruída por cuerpos de diorita, tonalita, granodiorita, granito y diques de aplita.

Los depósitos minerales tienen principalmente la forma de mantos; pero también se presentan en vetas y como diseminaciones.

Los mantos se presentan en horizontes de actinolita derivada de los tufo calcáreos y también se hallan en el intrusivo tonalítico. Los mantos tienen rumbo NW-SE hasta N-S y buzamientos de 15° a 25° al SW y S, respectivamente. Las vetas tienen rumbo N 70° y Buzan 80° al SW.

La mineralización en mantos muestra un zoneamiento simétrico. Los principales minerales son: actinolita, magnetita, pirrotita, chalcopirita y pirita. En menor escala se encuentra wollastonita, que en algunas zonas acompaña a la actinolita; epidota como alteración del intrusivo tonalítico y calcita. Esta última rellena fracturas posteriores a la mineralización de cobre. Hay escasas cantidades de esfalerita.

Los minerales secundarios, como chalcocita y covellita ocurren esporádicamente en cantidades menores.

En algunos lugares del yacimiento se presentan pequeñas cantidades de eritrita.

El depósito de Eliana es bastante similar a los yacimientos de Raúl, Condestable, pero aparentemente corresponde a zonas más profundas. La actinolita de Eliana tiene cristalización más gruesa que en los otros depósitos.

La mineralización en mantos perfectamente concordantes con volcánicos sugiere que los depósitos de Raúl, Condestable y Eliana podrían ser estratiformes (?) originados concomitantemente con los procesos,

de sedimentación y vulcanismo submarinos. Los intrusivos al emplazarse posteriormente produjeron los efectos metamórficos en las rocas huéspedes y también pueden haber removilizado parte de la mineralización que se depositaron en forma de vetas, etc.

DEPOSITOS EN LA FAJA DE ROCAS VOLCANICAS

Area Salpo - Quiruvilca (*)

Esta zona mineralizada se encuentra en la cuenca superior del río Moche, al Este de la ciudad de Trujillo, en el Departamento de La Libertad. Comprende varios distritos mineros productores de plata, oro, cobre, plomo y zinc. Los distritos más importantes son:

Salpo

Este distrito minero productor de oro, plata, plomo y zinc, se ha venido explotando intensamente desde el siglo pasado. Al presente, las actividades en muchas de las minas están paralizadas o restringidas a laboreos locales, en pequeña escala. El área mineralizada se desarrolla en la vertiente del Pacífico, a altitudes de 3,500 y 4,000 m.s.n.m.

La geología de la región está compuesta principalmente por rocas volcánicas (tufos, brechas y derrames) de composición andesítica y riolítica que corresponden a los volcánicos Calipuy del Terciario.

En lugares algo más distantes se observa que los volcánicos descritos sobreyacen con discordancia a las lutitas de la formación Chicama del Jurásico.

La mineralización es del tipo de relleno de fisuras (epitermales) emplazadas principalmente en las rocas volcánicas. Hay numerosas estructuras mineralizadas en el distrito, pero por sus dimensiones destacan la vetas Salpo, Milluachaqui y Salpito, que se ubican en la parte central del distrito, y sobre cada una de las cuales existen numerosas minas y prospectos.

(*) El área no aparece achurada en el mapa.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

La estructura que contiene la veta Salpo tiene algo más de 5 Kms. de longitud; sin embargo, sus afloramientos se reconocen sólo en algunos tramos. Su rumbo promedio es N 55° W y con su buzamiento 65° al S. En las porciones centrales de la veta, la mineralización consiste de argentita, tetraedrita, galena argentífera, escasa esfalerita y menores proporciones de chalcopirita. La ganga está formada principalmente de cuarzo, pirita y más localmente de rodocrosita y rodonita.

La veta Milluachaqui tiene una longitud de 2500 m., con rumbo N 60° W y buzamiento 50° al S. También su afloramiento es visible por tramos. La mineralización es errática y el relleno metalífero muestra una crustificación bien definida, constituida por bandas de cuarzo, pirita, argentita, rodonita y rodocrosita. El oro libre es abundante y se presenta en forma de pequeños granos dispersos en el cuarzo o rellenando microfisuras en el mismo material. También la pirita contiene diminutas inclusiones de oro.

La veta Salpito tiene una longitud de cerca de 1 Km. y su afloramiento está mayormente cubierto por detritos; su rumbo es N 80° W y su buzamiento 50° al S. La mineralización consiste de cuarzo, pirita, tetraedrita, escasa galena y esfalerita.

Otras minas importantes del distrito son: **La Lolita**, con asociaciones mineralógicas y texturas que indican mayor temperatura de formación (esfalerita marmatítica, exsoluciones de chalcopirita en la esfalerita, etc.) y **La Mercedes**, con mineralización de plomo, zinc y algo de cobre.

Quiruvilca

Este distrito se encuentra al Norte de la Cordillera Negra, entre 3,500 y 4,000 m.s.n.m. La mina más importante es Quiruvilca productora de cobre, plomo, zinc y plata. El yacimiento está formado de vetas meso a epitermales, dispuestas en dos sistemas NE-SW y E-W. La mineralización tiene un marcado zoneamiento, cobre en la porción central con muestras de enargita, y tetraedrita, con algo de esfalerita chalcopirita, tennantita, tetraedrita, marcasita y arsenopirita) y finalmente una zona exterior de antimonio con algo de plomo (estibinita, galena y esfalerita con cuarzo y carbonatos). Ultimamente se ha reportado en este yacimiento la ocurrencia de revoredóita.

Más al Norte se halla la mina de **Chilete** (1,000 m.s.), con vetas de plomo, zinc y plata.

Area de la Cordillera Negra

Esta área mineralizada tiene alrededor de 200 Kms. de largo por unos 20 a 25 Kms. de ancho. En la región se conocen varios distritos con numerosos depósitos pequeños a medianos. Los yacimientos son todos del tipo de relleno de fisuras, meso a epitermales, con mineralización principalmente de plomo, zinc y plata. Los distritos más importantes son:

Patara

Este distrito es el más septentrional y se encuentra entre 4000 m. y 4700 m. de altitud. Comprende depósitos vetiformes de plomo, zinc, plata y cobre.

Las vetas tienen hasta 3 Kms. de largo con rumbo E - W a NE - SW.

Pueblo Libre

Los depósitos de este distrito se hallan entre 2,800 m. y 3,300 m. de altitud. Las vetas contienen minerales de plata, plomo y zinc asociados con cuarzo, pirita y arsenopirita. Las minas de esta área fueron intensamente trabajadas y al presente están inactivas.

Colquipocro

Este distrito argentífero queda en el lado occidental de la Cordillera Negra, a 4100 m.s.n.m. Las numerosas vetas tienen rumbo NW con rellenos de sulfuros y sulfosales de plata (pirargirita, tetraedrita

argentífera, etc.), en ganga de calcita; también galena y esfalerita, asociadas con pirita y cuarzo. En el pasado, estos yacimientos fueron intensamente explotados.

Jacanca

Esta área se encuentra en el flanco occidental del valle del río Santa, a 7 Kms. al NW de la ciudad de Huaraz, a altitudes entre 3,900 y 4,200 m.s.n.m. Las vetas de zinc, plomo, plata y cobre del distrito, se encuentran en dos sistemas de fracturas: NW-SE y NE-SW. Los principales minerales del relleno son esfalerita y galena en ganga de pirita, cuarzo y carbonatos. Además, se encuentran pequeñas proporciones de tetraedrita, argentita, arsenopirita, pirrotita, marcasita y minerales secundarios de cobre y hierro.

Huancapetí - Collaracra

Es el distrito más meridional de la Cordillera Negra. Los depósitos de Huancapetí (4,500 - 4,700 m.) consisten en vetas de rumbo NE con galena argentífera y esfalerita en ganga de cuarzo, pirita, pirrotita, arsenopirita y carbonatos. Contiene algo de minerales de cobre en las partes más profundas de las vetas en tanto que en las superiores hay estibina. En el área de Collaracra (3,960 m.), las vetas tienen rumbo NE; la más grande alcanza 2.5 Kms. de longitud. Algunas minas del distrito fueron trabajadas durante la colonia. Collaracra se explota desde principios de este siglo y su relleno metalífero consiste de galena, esfalerita y cantidades menores de tetraedrita y argentita, en ganga de pirita, arsenopirita, cuarzo y carbonatos.

Area Canta - Huarochirí

Esta región queda al Este de Lima, en la parte media y alta del flanco andino. Comprende un gran número de prospectos y minas de plomo, zinc, plata y cobre, con leyes de oro, cadmio y a veces mercurio.

Entre los principales distritos tenemos:

Colqui

Este distrito se encuentra en las cabeceras del río Santa Eulalia, tributario del Rímac, a altitudes de 4,000 - 4,500 m. El área está formada por rocas volcánicas, las que se encuentran cortadas por pequeños intrusivos de naturaleza diorítica y andesítica.

Los depósitos consisten en vetas de rumbo ENE, emplazadas principalmente en las rocas volcánicas y una mineralización compleja de sulfuros y sulfosales de plomo, zinc y plata, además contiene oro, cadmio y mercurio. Los minerales económicos más importantes son: galena, esfalerita, tetraedrita, tennantita, pirargirita, proustita, polibasita, pearceíta, famatinita, argentita, oro, electrum, cinabrio, estina, etc. La ganga está constituida por pirita, cuarzo, barita, rodocrosita y rodonita. Hay pequeñas cantidades de marcasita y arsenopirita

Viso - Aruri

Las numerosas minas de este distrito son de plomo, zinc y plata, que se distribuyen en el alto valle del Rímac y en las vertientes del río Lurín. Los depósitos son filonianos. Las minas más importantes son: **Pacococha**, con vetas de rumbo NNE, conteniendo principalmente galena, esfalerita y tetraedrita. **Germania**, también con vetas de rumbo NNE, hasta de 1 Km. de longitud en algunos casos, y con relleno de galena, esfalerita, chalcopirita y tetraedrita en ganga de pirita, cuarzo, rodonita y carbonatos. **San Juan de Millotingo**, famosa por su mineralización de plata, pues el relleno contiene pirargirita, polibasita, tetraedrita argéntifera, además de galena, esfalerita y chalcopirita en ganga de pirita, cuarzo, barita y carbonatos.

Casapalca

Esta mina de plomo, zinc, plata y cobre se ubica en la parte alta del flanco occidental de los Andes, en las cabeceras del río Rímac, a 4,150 m.s.n.m.

La geología local consiste de areniscas, lutitas calcáreas y conglomerados rojizos de la serie de Capas Rojas del Terciario inferior, a la cual sobreyace una gruesa secuencia de rocas volcánicas compuesta por tufos, derrames, brechas de flujo y otros piroclásticos de colores rojizos del Terciario medio a superior.

Las rocas intrusivas están constituidas por pequeños diques de diabasa que cortan a las Capas Rojas y stocks de pórfido andesítico que intruyen a los volcánicos.

Las rocas del área están fuertemente plegadas; la estructura dominante es el anticlinal de Casapalca de rumbo N-S, que presenta plegamientos menores en sus flancos.

Asociadas con los pliegues, existen fallas de empuje que siguen el rumbo de las capas o los contactos intraformacionales.

Las estructuras mineralizadas generalmente tienen rumbo NE hasta ENE. En las labores subterráneas se conoce una gran falla de rumbo NW que desplaza a las vetas. En relación a dicha falla los filones se agrupan en dos secciones; los que se encuentran al Sur, corresponden a la sección Aguas Calientes, siendo la estructura principal la Veta C; los que se encuentran al lado Norte, pertenecen a la sección Carlos Francisco, cuya estructura principal es la Veta M, además de otras que tienen disposición radial.

En superficie algunas estructuras han sido reconocidas por cerca de 5 Kms.; en profundidad las labores mineras se desarrollan sobre mineralización en una distancia de 3.5 Kms. y un intervalo vertical de 2,000 m. Todas las vetas son angostas, por lo general inferiores a 1 m. y su relleno metalífero consiste principalmente de esfalerita, galena, tetraedrita y chalcopirita en ganga de pirita, cuarzo, calcita y rodocrosita. Otros minerales que ocurren en menor escala son arsenopirita, hubnerita, bornita, polibasita, miargirita, bourmonita, geocronita, boulagerita, jamesonita, piragirita, proustita, argentita, estibina, rodonita, baritina, rejalgar y oropimente.

La asociación mineralógica y las texturas indican temperaturas de formación meso a epitermales. Las columnas ricas en mineral tienen control estructural y el zoneamiento horizontal es bien definido, distinguiéndose tres zonas principales; la zona central está caracterizada por el predominio de pirita en cubos, esfalerita y chalcopirita, con escasa galena y tetraedrita; la zona intermedia presenta mayormente pirita en piritoedros, esfalerita, tetraedrita y galena, siendo rara la chalcopirita; y la zona externa donde ocurren tetraedrita abundante, galena y menores proporciones de esfalerita, sulfosales de plomo y plata, rejalgar y oropimente.

Area de Castrovirreyna

Esta región minera, famosa desde el coloniaje por su producción de plata, se encuentra en el departamento de Huancavelica. Los yacimientos son vetas pequeñas y medianas, con relleno de sulfuros y sulfosales de plomo, plata, cobre y zinc, asociados con abundantes pirita, cuarzo y carbonatos.

Los distritos más importantes son:

Castrovirreyna.

Los depósitos de este distrito se hallan en los alrededores de las lagunas de Orcococha y Choclococha, entre 4,500 m. y 5,000 m. s.n.m. Las vetas tienen rumbo E-W a NW-SE. Las minas más importantes son Caudalosa y San Genaro, con vetas ricas en minerales de plata en sus partes superiores. El relleno mineral se compone de galena, esfalerita, tetraedrita, chalcopirita, argentita, polibasita, pirargirita, pearceita, bournonita, zinkenita, semseyita, geocronita, aramayoita, estibina, chalcostibita, enargita, oro, wurtzita, famatinita y otros, en ganga de cuarzo, pirita y carbonatos.

En este distrito se encuentra la otrora famosa mina de plata de Astohuaraca.

Huachocolpa

Es otro distrito (4,000-4,500 m.s.n.m.) con varias minas productoras de plomo, zinc, plata y cobre, con leyes de oro, que se encuentran en las vertientes altas del río Lircay, tributario del río Huancavelica.

Las minas más importantes del distrito son Caudalosa Chica, Rublo, Peseta, Tangana, etc.

Otros distritos menores en el área de Castrovirreyna son Chalhuanayo, Sacsaquero y Huayanto.

Area Puquio - Cailloma

Esta región de rumbo Este-Oeste se desarrolla en la parte meridional de los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cuzco y la sierra alta de Arequipa, constituyendo una faja de cerca de 300 km. de largo por 50-60 km. de ancho.

Los yacimientos del área son productores de plata y oro. El plomo, zinc y cobre se hallan en proporciones subordinadas.

Los depósitos son rellenos de fisuras del tipo meso a epitermal, probablemente predomina en esta última facies.

Los distritos más importantes de oeste a este son:

San Juan de Lucanas

Las minas de este distrito se encuentran a poca distancia del pueblo de Puquio, en Ayacucho, a 2,400-3,200 m.s.n.m. Fueron conocidas y explotadas desde la época colonial. Los depósitos consisten principalmente en dos sistemas de vetas: uno de rumbo N-S y otro NE-SW. Ambos sistemas están cortados y desplazados por una falla SE-NW. Movimientos post-minerales han brechado la mineralización. El relleno metalífero está compuesto de pequeñas cantidades de galena argentífera, esfalerita rubia, marmatita, tetraedrita, chalcopirita y proporciones considerables de argentita, polibasita, pirargirita-proustita, pirita aurífera y marcasita. Los minerales secundarios son malaquita, azurita, psilomelano y hematita. La plata nativa ha sido común en las partes superiores de las vetas. Otros minerales que ocurren en algunas vetas son estrocionita y celestita. La ganga está constituida mayormente por cuarzo lechoso, baritina y amatista.

Las características de la mineralización indican que se trata mayormente de depósitos epitermales.

Sucuitambo

Este distrito productor de oro y plata se encuentra en el departamento de Arequipa, a altitudes de 4,500-5,000 m. Los depósitos más importantes consisten en un sistema de 8 vetas de rumbo Noroeste y

cuyo relleno metalífero consiste de pirita, esfalerita, galena, polibasita, pirargirita, pirrotita y chalcopirita. El oro se halla en el cuarzo, pirita y chalcopirita. La ganga se compone de cuarzo, rodonita, calcita y fluorita.

Cailloma

Las minas de Cailloma quedan en Arequipa a 4,500-5,000 m.s.n.m. Fueron conocidas y explotadas durante la Colonia y son famosos por su producción de plata. Un sistema de más de 10 vetas de rumbo NE, constituyen los yacimientos más importantes del área. La veta más grande tiene 3 kms. de largo y 8 m. de potencia en promedio. El relleno se compone de cuarzo, rodonita y calcita, con abundante argentita y menores proporciones de proustita, pirargirita, polibasita, pearceita, tetraedrita, tennantita, chalcopirita, galena, esfalerita, estibina, alabandita, marcasita y pirita. La plata nativa fue abundante en las partes superiores de las vetas.

Orcopampa

Los yacimientos de esta mina de plata consisten en un sistema de 11 vetas de rumbo NE, y longitudes de 500 a 2,000 m. La minevalización es similar a las de Sucuitambo y Cailloma.

Arcata

El yacimiento consta de varios sistemas de vetas, principalmente de rumbo Noroeste y longitudes que van de 1 a 3 km. El relleno metalífero consta de pirargirita, proustita y oro; en pequeñas proporciones se presenta galena argentífera, esfalerita, tetraedrita, pirrotita, arsenopirita, chalcopirita con ganga de cuarzo, pirita, rodocrosita y calcita. En algunas vetas se presenta estibina.

Area Condoroma - Palca

Esta zona minera se encuentra en los límites de los departamentos de Cuzco y Puno. Comprende numerosos prospectos, minas pequeñas y medianas de plomo, zinc, plata, con algo de cobre. Las minas más importantes son: Condoroma.

Condoroma.

Esta mina se encuentra a 4,800 m. de altitud y los depósitos consisten de tres sistemas de vetas. La veta más larga corresponde al sistema NW-SE y tiene 3 kms. de largo. El relleno metalífero está compuesto de galena y esfalerita con cantidades menores de chalcopirita, tetraedrita, pirargirita, polibasita y argentita. La ganga está constituida por pirita, cuarzo, baritina y carbonatos.

Kata

Los yacimientos de la mina Kata se hallan a 4,600 m.s.n.m., y consisten principalmente de tres vetas de rumbo Noreste. El relleno metalífero consta de galena argentífera, esfalerita y chalcopirita en ganga de cuarzo, pirita, rodocrosita y fluorita.

Palca

La mina Palca queda en el departamento de Puno a una altura de 4,800-5,100 m.s.n.m. Los depósitos están formados por un sistema de más de seis vetas de rumbo Noroeste, algunas de las cuales tienen afloramiento por más de 1,000 m. El relleno metalífero consiste principalmente de galena argentífera y esfalerita con pequeñas proporciones de chalcopirita en ganga de pirita, cuarzo y calcita.

Area Santa Lucia

Esta zona queda en la parte central y occidental del departamento de Puno. Comprende varios prospectos y minas pequeñas de plomo, zinc y cobre, con altas leyes de plata, que se emplazan en rocas

volcánicas del Cretáceo superior-Terciario inferior y en calizas cretáceas expuestas por erosión de los volcánicos. En esta área también ocurren pequeños yacimientos de hierro.

Berenguela

Esta mina se encuentra cerca al pueblo de Santa Lucía (estación ferrocarril Arequipa-Puno), a 4,500 m.s.n.m. Fue explotada desde la época colonial por su contenido de plata. Se trata de un yacimiento de manganeso del tipo de reemplazamiento en calizas, cuyo afloramiento se reconoce por 1,500 m. de largo por 400 m. de ancho. En el óxido de manganeso se distribuyen minerales secundarios de cobre y plata (chalcocita, acantita y cerargirita). La parte del yacimiento económicamente más importante tiene cerca de 1,000 m. de largo por 40-100 m. de ancho y potencia de 60-90 m.

DEPOSITOS EN LA FAJA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

Areas orientales de Piura y septentrionales de Lambayeque y Cajamarca.*

Mina Turmalina

Esta mina se encuentra a 120 km. en línea recta al Este de la ciudad de Piura, sobre la carretera Piura-Huancabamba, cerca de la localidad de Canchaque.

El depósito mineral se encuentra en una estructura cilíndrica (pipe) vertical, formada en el cuerpo de un stock tonalítico. El pipe tiene alrededor de 200 m. de diámetro y está compuesto de cuarzo y turmalina de grano medio a grueso. Verticalmente la estructura se reconoce aproximadamente por unos 600 m. El contacto del cuerpo cuarzo-turmalina con la tonalita es nítido.

La mineralización está concentrada en la zona de contacto del intrusivo y el cuerpo de cuarzo-turmalina en un ancho que varía de

(*) No aparece achurada en el mapa.

5 a 8 m. Los minerales económicos constan de chalcopirita y molibdenita. En los niveles superiores predomina la molibdenita, en tanto que hacia abajo aumenta el mineral de cobre.

En el depósito además de los minerales citados ocurren piritita, arsenopirita, esfalerita, wolframita, tetraedrita.

En una labor minera que atraviesa el cuerpo cuarzo-turmalina, se observa que fuera de la zona de contacto la mineralización es débil. Además, del cuerpo mineralizado, existen algunas vetas de cuarzo y turmalina en el intrusivo .

Otros depósitos en la Zona Septentrional

En la parte oriental de Piura, Norte de Lambayeque y porciones Noroccidentales de Cajamarca, se viene realizando exploraciones por yacimientos mineralés. Estos trabajos en actual ejecución están dando indicaciones de posibles yacimientos de cobre.

Como ejemplo citamos el depósitos de La Granja (2,200 m.) ubicados en el paraje del mismo nombre del distrito de Querecoto de la provincia de Chota del departamento de Cajamarca; y el depósito de Cañariaco (2,800 m.) que se halla en la quebrada de la misma denominación del distrito de Cañaris, provincia de Ferreñafe del departamento de Lambayeque.

Area Sinchao - Michiquillay

Esta zona se encuentra en el departamento de Cajamarca, al Este de la Divisoria Continental y se caracteriza por su mineralización de plomo, plata, zinc y cobre. Los distritos más importantes son:

Hualgayoc

Las minas de este distrito se hallan a unos 50 km. al Norte de la ciudad de Cajamarca a altitudes de 3,000-3,800 m. La faja mine-

ralizada tiene de 12-15 kms. de largo en dirección Norte por 6 de ancho. Varias de las minas de este distrito se explotan desde la época colonial.

Las rocas sedimentarias del área son de edad cretáceo y constan de calizas grises con intercalaciones de lutitas y menores proporciones de areniscas. Esta secuencia está plegada, fallada e intruída por pequeños stocks de monzonita con las cuales se relaciona la mineralización.

Los yacimientos consisten en vetas que se emplazan tanto en los intrusivos como en los sedimentos y también en forma de mantos de reemplazamiento en calizas.

Las vetas en rocas intrusivas son ricas en cobre y plata, en tanto que el plomo y zinc predominan en las vetas y mantos de las rocas sedimentarias. En el extremo NW del distrito se halla el intrusivo dacítico de Sinchao, con fuerte alteración hidrotermal y diseminaciones de pirita y enargita. Este depósito tiene baja ley en cobre.

Las minas más importantes del distrito son: San Agustín, Pachá, Los Negros, El Dorado, Centinela, Fraternidad, Nueva California, Atahualpa, Victoria, Segunda Rebelde, El Misti, Mario, Cerro Jesús, Socavón Real, Socavón Barragán, Mansita, Loreto, San Antonio, Mesa de Plata, Predilecta, etc.

Punre

Este distrito queda al NE de la ciudad de Cajamarca, a altitudes de 3,700-4,100 m. Comprende varias minas de plomo, plata, zinc y cobre con depósitos del tipo vetas, de rumbo predominante NE. Los yacimientos fueron intensamente explotados por su contenido de plata en las primeras décadas de este siglo y a la fecha están inactivas.

Michiquillay

Es un depósito de pórfido de cobre que se ubica a unos 25 km. al NE de la ciudad de Cajamarca, a una altitud variable entre 3,400-3,750 m.

En el área afloran sedimentos de edad cretácea. Una falla inversa de rumbo NW-SE, con buzamientos de 45-60° NE, sobrepone las cuarcitas Chimú del Cretáceo inferior a las calizas del Cretáceo medio a superior.

El stock de pórfido monzonítico se emplaza principalmente en cuarcitas que se hallan en el lado Norte de la falla. El intrusivo se encuentra intensamente fracturado y con fuerte alteración hidrotermal (silicificación, sericitización, cloritización, minerales arcillosos y biotización).

La mineralización se encuentra principalmente en el cuerpo del pórfido monzonítico y consiste de venillas y disseminaciones de chalcopirita, pirita y molibdenita. La enargita ocurre en moderadas proporciones cerca al contacto del pórfido con los sedimentos del lado Norte de la falla. En cantidades menores, asociados con venas de cuarzo se encuentran tetraedrita, esfalerita, galena y bornita. La magnetita se encuentra cerca al contacto del pórfido con los sedimentos tanto al Norte como al Sur. En la zona de enriquecimiento secundario, predomina la chalcocita conjuntamente con otros minerales supergénicos de cobre y hierro.

El depósito ha sido explorado y se sabe que sus reservas son del orden de 500 millones de T.M. de mineral con tenor de 0.78% de Cu

A unos 25 km. al NE de Michiquillay se encuentra otro yacimiento disseminado de cobre de pequeñas dimensiones, denominado Sorochuco, probablemente se trata de un satélite del depósito de Michiquillay.

Area Sayapullo - Antamina

Esta región mineralizada tiene cerca de 300 km. de largo por 25-30 km. de ancho y se extiende por ambos lados de la divisoria continental, desde la parte Sur de Cajamarca hasta el extremo meridional de la Cordillera Blanca. Los distritos mineros más importantes son:

Sayapullo - Algamarca

Este distrito se halla en el extremo Norte del área y comprende entre otras, las minas de Sayapullo, Algamarca, Amulaya, Cochis y Capán, todas de plomo, plata, zinc y cobre.

La mina de Sayapullo es la más importante del área. Se encuentra en el flanco Norte del Cerro Sayapullo, a 2,700 m. de altitud.

Las rocas del área son cretáceas compuestas de cuarcitas, lutitas y calizas, bastante plegadas. Los depósitos de esta mina consisten en un sistema de vetas y mantos de 400-500 m. de longitud y rumbo NNW. El relleno metalífero está compuesto de galena, esfalerita, freibergita, chalcopirita, oro, pirita, arsenopirita y cuarzo. Las vetas están oxidadas hasta profundidades de 30-100 m. con abundantes minerales secundarios de cobre. La chalcocita es el mineral supergénico predominante. Los yacimientos se explotan en forma esporádica desde hace doscientos años y en forma intensiva desde hace tres a cuatro décadas. En algunas de las vetas se ha identificado uraninita.

Mundo Nuevo - Pasto Bueno

Estos distritos tungsteníferos se hallan en las sierras de La Libertad y Ancash. El distrito de Mundo Nuevo-Tamboras queda en la provincia de Santiago de Chuco a altitudes de 4,200-4,600 m. La geología se compone de lutitas y pizarras del Jurásico superior a las cuales se sobrepone cuarcitas del Cretáceo inferior. Diques y stocks de monzonita cuarcífera se emplaza en los intrusivos.

Las minas más importantes en este distrito son: La Victoria, Tamboras, Mundo Nuevo y Compaccha entre otras, cuyos yacimientos consisten en vetas de cuarzo, generalmente angostas pero largas con menas de wolframita, hübnerita y ferberita y pequeñas cantidades de esfalerita, galena, tetraédrita, freibergita, chalcopirita y pirita. El rejalgam y oropimente se encuentra también en algunas vetas.

El área de Pasto Bueno y Huayllapón queda en el distrito de Pampas de la provincia de Pallasca. Las rocas que afloran en el distrito son lutitas y cuarcitas del Jurásico superior y Cretáceo inferior, que se hallan cortadas por un stock de granito. Los depósitos minerales consisten en vetas de cuarzo con menas de wolframita y sulfuros de cobre, plomo y zinc, que ocurren en el cuerpo de stock granito y en las pizarras y areniscas encajonantes del intrusivo. En estos yacimientos hay pequeñas cantidades de scheelita.

La veta Loreto, la más grande del distrito, ha dado las mayores producciones de tungsteno en el Perú.

Magistral

Este yacimiento se encuentra entre 4,200-4,500 m. de altitud, en la quebrada del mismo nombre, del distrito de Conchucos, provincia de Pallasca, departamento de Ancash.

Localmente afloran calizas y margas del Albiano, intruídas por un stock de pórfido monzonítico, que se encuentra mayormente silicificado, caolinizado y cloritizado. El intrusivo ha producido en los calcáreos, una aureola irregular de tactita formada principalmente por granates. El depósito es del tipo de contacto metasomático y la mineralización se presenta en forma de disseminaciones y vetillas dentro de la zona de tactitas, que tiene aproximadamente 1,500-2,000 m. de longitud por 200- 250 m. de ancho. Los minerales económicos más importantes son chalcopirita y molibdenita asociadas con pirrotita, piritita y magnetita. En menores proporciones ocurren arsenopirita, tetraedrita, chalcocita (supergénica) y carbonatos de cobre. También se han identificado pequeñas cantidades de scheelita.

Lado Oriental de la Cordillera Blanca

Varios distritos productores de plomo, plata y zinc se encuentran en el flanco Oriental del batolito granodiorítico de la Cordillera Blanca, en la zona de contacto con la formación Chicama.

Los distritos más importantes son **Tarica-Pasacancha**, que se encuentra al Norte del nevado Champará, donde además de yacimientos de plomo, plata, zinc y cobre hay filones con menas de tungsteno.

Cajavilca es un distrito que se encuentra en la parte central y oriental de la Cordillera Blanca. Las vetas del área contienen principalmente minerales de cobre, plomo, zinc y plata.

En **Vesubio - Quebrada Honda** (4,000-4,800 m.) hay varias minas pequeñas con depósitos filonianos de plomo, zinc, cobre y plata. Algunas vetas de este distrito se encuentran en cuerpos ígneos prolongándose a los sedimentos adyacentes.

Antamina

Este distrito se ubica en la porción meridional y oriental de la Cordillera Blanca. El yacimiento de cobre de Antamina, que se halla entre 4,200 y 4,500 m.s.n.m., es del tipo de contacto metasomático, y es el más importante de este distrito.

En el área de Antamina afloran calizas y margas albianas intruídas por un stock de monzonita cuarcífera, alrededor del cual se ha formado una aureola de tactitas.

La mineralización de sulfuros se encuentra en las tactitas, en forma de relleno de fisuras, disseminaciones y bolsonadas de reemplazamiento. Los minerales más abundantes son pirita, chalcopirita y esfalerita; en cantidades menores ocurren galena, molibdenita y scheelita, más escasamente se encuentran pirrotita, tetraedrita, enargita, bornita, powellita, chalcocita y covellita. La magnetita es abundante en algunas partes; cuarzo y calcita se hallan dentro del relleno. El yacimiento ha sido explorado con buenos resultados.

Alrededor de este yacimiento cuprífero hay numerosas minas pequeñas y prospectos, cuyos depósitos filonianos contienen principalmente galena argentífera y esfalerita.

Tuco - Chira

Este distrito se ubica en la porción meridional de la Cordillera Blanca y comprende minas pequeñas de plomo, plata, zinc y cobre.

Los yacimientos de las diferentes minas consisten en vetas con relleno metalífero de galena argentífera y esfalerita, y menores proporciones de chalcopirita, tetraedrita, con las cuales se asocian la pirita y la arsenopirita. Los valores se distribuyen en columnas y bolsonadas irregulares. Las minas más importantes son Cosmos, Cascajal, Venus, Siberia, Mercedes y Chira.

Area Huallanca - Oyón

Esta zona mineralizada se encuentra a ambos lados de la Cordillera de Huayhuash, que se desarrolla en las áreas limítrofes de los departamentos de Ancash, Huánuco y Lima. Los distritos más importantes son:

Huallanca

En esta área hay numerosos prospectos y minas pequeñas que se localizan a ambos lados de la Quebrada Torres, al Norte del pueblo

de Huallanca. Los depósitos son vetas con minerales de plomo, zinc y cobre. La galena y tetraedrita son argentíferas.

San José de Huanzalai

Esta mina queda en la Q. Torres, al Suroeste del cerro del mismo nombre, a 3,800 m. de altitud. En el área de la mina afloran las calizas, lutitas y areniscas del grupo Pucará del Triásico-Jurásico; encima se presentan bancos de cuarcitas con intercalaciones de lutitas negras de la formación Goyllarisquizga. Intrusiones de dacita porfirítica y pórfido cuarcífero ocurren en forma de diques y pequeños stocks. La estructura principal es un gran anticlinal de rumbo NW-SE con pliegues menores. Además, las rocas están afectadas por sistemas de fallas pre y postminerales de rumbos NW y NE y buzamientos que van desde 45° hasta la vertical. Algunas fallas han formado zonas de brecha que posteriormente fueron piritizadas. La mineralización se encuentra principalmente en la zona de contacto entre las dos formaciones mencionadas. Los depósitos se presentan principalmente en forma de vetas, disseminaciones y localmente reemplazamientos emplazados en la zona de falla. Las vetas más importantes del yacimiento son cinco y tienen estructura en rosario, alcanzando grosores de 1-15 m. El relleno metalífero está constituido principalmente por piritita, esfalerita, galena argentífera y chalcopiritita. En menores proporciones se encuentran tetraedrita argentífera, tennantita, bornita, y covellita. La ganga no metálica está constituida de cuarzo, wollastonita, sericita y algo de fluorita.

Otras minas del distrito son Sirena Encantadora, Perla, Ispac, Carmen del Macizo, etc.

Pachapaqui

Este distrito se encuentra cerca al pueblo del mismo nombre, en las nacientes del río Pativilca, a 4,000-4,700 m.s.n.m. Las rocas del área están constituidas por lutitas, areniscas y calizas cretáceas, intruidas por diques y stocks de pórfidos cuarcíferos.

En el área hay numerosas minas pequeñas y prospectos de plomo, zinc y cobre, con altas leyes de plata. Los depósitos son vetas y mantos de reemplazamiento, de pequeñas dimensiones y mineralización errática. Las minas más importantes son Patria, Esperanza, Otito, Sínchi Roca, San Antonio y San Judas Tadeo.

Pacllón - Llamac

Este distrito se encuentra en el lado occidental de la Cordillera de Huayhuash, a 20 km. al Suroeste del pueblo de Chiquián. Las minas y prospectos del área se hallan a altitudes entre 4,000 y 4,650 m.s.n.m. entre las quebradas Pacllón por el Sur y Llamac por el Norte.

Las rocas del área son sedimentarias y consisten de areniscas y lutitas del grupo Goyllarisquizga y calizas, margas y lutitas del Cretáceo medio y superior, intensamente plegadas.

Las rocas intrusivas consisten principalmente de diques y siles de diorita, andesita y riolita.

Los depósitos minerales son principalmente filonianos y ocurren en fallas que cortan las calizas y areniscas; en algunos casos hay cuerpos de reemplazamiento, especialmente en las vetas emplazadas en fallas que siguen los planos de estratificación de las calizas.

Los minerales predominantes de las vetas son piritita, marmatita y cuarzo. La galena y chalcopirita se encuentran en pequeña escala en la mayoría de las vetas del distrito.

Algunas vetas contienen tetraedrita, arsenopirita, pirrotita y magnetita. Las minas más importantes del distrito son: Susana, Bonanza, Montecristo, Aída, Esperanza, Rosita, Blanquita, etc.

Raura

Este distrito se encuentra a 25 km. al Norte del pueblo de Oyón, inmediatamente al Este de la divisoria continental, a altitudes de 4,500-5,700 m.s.n.m.

El área se caracteriza por su morfología glacial, en cuya parte central se halla la laguna Santa Ana, de la cual nace el río Marañón.

Las minas más importantes se encuentran en los alrededores de dicha laguna y fueron trabajadas en forma esporádica desde fines del siglo pasado.

En el área afloran calizas del Cretáceo fuertemente plegadas y alteradas por acción de los intrusivos. Los calcáreos están cubiertos

por derramas y tufos riódacíticos del Cretáceo-superior-Terciario inferior. Tanto las calizas como los volcánicos están intruídos por stocks de granodiorita y monzonita cuarcífera. Estos cuerpos ígneos afloran en los alrededores de la laguna Santa Ana.

Las calizas, en las zonas de contacto con los intrusivos, están metamorfizados con formación de granate, wollastonita, tremolita, magnesita y piritita.

Los depósitos minerales son del tipo de relleno de fisuras y en menor escala, mantos de reemplazamiento en las calizas. Las vetas ocurren a lo largo de dos sistemas de fracturas, siendo el más importante el sistema de vetas de rumbo casi E-W.

En el distrito de Raura, existen varios grupos de minas, siendo el más importante el grupo Esperanza, que hasta el presente ha dado las mayores producciones de mineral.

El relleno metalífero de los depósitos consiste de galena, esfalerita y tennantita en ganga de óxido de hierro, cuarzo, calcita, fluorita, rodocrosita, alabandita y piritita. En algunas vetas se encuentran cerusita, malaquita y azurita.

Anamaray

Las minas de este distrito se encuentran a 14 kms. al NW del pueblo de Oyón, cerca a la divisoria continental, a 4,600 - 4,900 m.s.n.m. Los depósitos son mayormente de plata y fueron trabajados desde fines del siglo XVIII.

La geología del área consiste en cuarcitas y calizas cortadas por diques y pequeños apófisis de diorita.

Los yacimientos son de los tipos de relleno de fisuras y mantos de sustitución en calizas. Las vetas tienen rumbo variable entre N 70° E y N 70° W, y buzamientos bastante altos.

Los minerales económicos son tetraedrita, galena, esfalerita, pirargirita, cerusita y plata nativa, y la ganga está compuesta de piritita, alabandita, cuarzo, calcita, rodocrosita y óxidos de hierro y manganeso.

La mina más importante del distrito, por su producción de plata, es Nuestra Señora del Rosario.

Uchucchacua

Este distrito se halla al oeste de la divisoria continental, a 11 km. al Este del pueblo de Oyón.

En el área afloran predominantemente calizas cretáceas con rumbo N-S que están fuertemente plegadas.

Los depósitos minerales son principalmente del tipo de reemplazamiento producido en las calizas a lo largo de fracturas y planos de estratificación.

Las minas más importantes son Jesús Nazareno, La Valenciana y Mercedes, situadas a ambos lados del camino de Oyón a Cerro de Pasco, cerca al paso de Uchucchacua.

Los minerales de las vetas son pirita, tetraedrita, galena argentífera, esfalerita y pirargirita, en ganga de óxidos de hierro, calcita, cuarzo, pirrita, marcasita, alabandita, etc.

Al Norte, Este y Sur del pueblo de Oyón existen otros distritos con yacimientos de plomo, zinc y cobre con altos valores de plata, entre ellos tenemos Yerupuco, Izquez, Chupa, Condorsenga, Changa, etc.

Area Pasco

Esta área mineralizada se encuentra en la parte Norte de la Alta Meseta de Junín, dentro del departamento de Pasco. Como puede observarse en el mapa, queda más próxima hacia el lado de la Cordillera Oriental. Es una de las más importantes en el país, considerando su producción y reservas. Comprende entre otros, los siguientes distritos: Rondoni, Vinchos, Atacocha, Cerro de Pasco y Colquijirca, cuyas características son las siguientes:

Rondoni

Es el distrito más septentrional e incluye el depósito de hierro y cobre del mismo nombre y varias minas pequeñas de plomo, zinc y plata, que se ubican a 35 Km. al suroeste de la ciudad de Huánuco.

En el área de Rondoni (4,750 m.) afloran las calizas Pucará, intruídas por un stock de granodiorita de cerca de 2,000 m. de largo

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

en dirección N-S y 500-600 m. de ancho. Las calizas encajonantes muestran una estructura domal alargada, según el rumbo del intrusivo.

La mineralización de hierro es del tipo de contacto metasomático y está constituida por magnetita, que se presenta en forma de una aureola de 10 a 15 m. de ancho, alrededor del intrusivo. Este cuerpo de magnetita es casi continuo en los lados Oeste y Norte del macizo ígneo; en el lado Oriental es irregular y en el extremo Sur hay desarrollo de tactitas. En el lado Oriental y en el Sur se presenta la débil mineralización de cobre, representada por hilos muy aislados de pirita, cuarzo y chalcopirita en fracturas de rumbo E-W.

Los prospectos y minas pequeñas de plomo y zinc que se hallan en las áreas vecinas a Rondoní son entre otros, Ranrach y Huaraucaca. Contienen depósitos vetiformes, angostos y de mineralización débil.

Vinchos

Este distrito productor de plata, plomo, zinc y subsidiariamente cobre, se encuentra a 18 kms. al NNE del pueblo de Goyllarisquizga.

La mina más importante del área es Vinchos, donde afloran los esquistos Excelsior del Devónico y encima con discordancia las calizas Pucará. La secuencia se halla intruída por un stock de diorita. Los depósitos de la mina consisten en un sistema de vetas de rumbo NW-SE y longitudes que varían de 300 a 800 m. El relleno metalífero es irregular y consiste de galena, esfalerita, proustita, pirargirita, chalcopirita y tetraedrita; además ocurren pirita, pirrotita y marmatita. En la zona de contacto del stock diorítico con la caliza Pucará, se ha producido una aureola irregular de tactita, donde ocurren diseminaciones y fisuras rellenas con sulfuros.

Atacocha

Este distrito incluye las minas de Atacocha, Milpo y Machcán, que se encuentran de 15 a 20 Km. Al Noroeste de la ciudad de Cerro

de Pasco, y son productores de plomo, zinc y plata. Sus yacimientos consisten en vetas y cuerpos de reemplazamiento, cuyas temperaturas de formación van desde hipotermales hasta epitermales.

Los depósitos de la mina Atacocha (4,000 m.) consisten en vetas y en cuerpos de reemplazamiento. La mineralización está controlada por una falla inversa de rumbo NW y alto ángulo. Hacia el lado del piso de la falla se encuentran principalmente las vetas y en el lado del techo los grandes cuerpos de reemplazamiento.

La mena consiste de galena argentífera y esfalerita, asociadas con pirita. La chalcopirita es escasa. Otros minerales son: jamesonita y tetraedrita; el rejalgar y el oropimente se encuentran en las partes superiores de las vetas. La rodocrosita y la fluorita son los minerales comunes de la ganga. En algunos sectores del yacimiento se encuentran bismutinita y emplectita. Últimos estudios señalan también la presencia de pequeñas cantidades de magnetita, pirrotita, valleriita, asociados con serpentina.

La Mina Milpo queda inmediatamente al Norte de Atacocha. Sus depósitos consisten en numerosas vetas y cuerpos de reemplazamiento en rocas calcáreas. La mena está constituida por los mismos minerales que ocurren Atacocha.

Machcán es otra mina productora de plomo y zinc, cuyos depósitos son vetas y cuerpos de sustitución, similares a los anteriores.

Cerro de Pasco

Esta mina de cobre, plomo, zinc y plata, es la más grande que se conoce en el centro del Perú, y se ubica en la misma ciudad de Cerro de Pasco, a 4,330 m. s. n. m. Fue descubierta durante la época colonial y trabajada principalmente por plata en sus partes superiores; con el establecimiento de la Cerro de Pasco Corporation a principios del presente siglo, se inició su explotación subterránea profunda por cobre y plata. Actualmente también se trabaja a cielo abierto por sus grandes reservas de plomo y zinc, existentes en la zona de oxidación.

Las rocas más antiguas del área consisten de filitas, esquistos y cuarcitas, correspondientes al grupo Excelsior del Devónico. En discordancia angular se encuentran remanentes de areniscas, cuarcitas y conglomerados rojos del grupo Mitu del Pérmico superior. Sobre las unidades mencionadas se encuentran las calizas del grupo Pucará, ampliamente desarrolladas en esta zona del país.

Los sedimentos cretáceos correspondientes al grupo Goyllarisquiza (areniscas) y Machay (calizas) no se encuentran en el área de la mina debido a erosión.

El Terciario está representado por la formación Pocobamba, cuyo miembro inferior consiste de lutitas, areniscas y margas rojizas. La parte media, por un conglomerado calcáreo (Conglomerado Shuco) formado por bloques angulares hasta de 4 m. de diámetro. El tope de la formación consiste de lutitas, areniscas y calizas. (Miembro Calera).

Las rocas ígneas están representadas por el Aglomerado de Rumiallana, que ocupa la mayor parte de un cuello volcánico el mismo que tiene forma ovalada y cuyas dimensiones son, 3 Km. de largo por 2.5 Km. de ancho, aproximadamente.

En el cuello mencionado se ha emplazado un stock de pórfido monzonítico, que además presenta ramificaciones en forma de diques en las rocas encajonantes.

Las estructuras geológicas más importantes del área consisten en pliegues de rumbo N-S y numerosas fallas, entre las cuales destaca una gran falla longitudinal también de rumbo N-S y fuerte buzamiento al E, que pasa en forma tangencial al cuello volcánico. Al Oeste de la falla se hallan las filitas y esquistos Excelsior y al Este las calizas Pucará.

La morfología del depósito, así como su mineralogía y paragénesis es compleja. Estos aspectos han sido ampliamente descritos por numerosos geólogos.

De acuerdo a su mineralogía, los depósitos de Cerro de Pasco se agrupan en la siguiente forma: cuerpo sílico-pirítico; vetas y cuerpos mineralizados de plomo-zinc; vetas y cuerpos mineralizados de cobre-plata; cuerpos mineralizados de plata; cuerpos supergénicos de cobre y cuerpos oxidados argentíferos o pacos.

El cuerpo sílico-pirítico tiene aproximadamente 1,800 m. de largo por 300 m. de ancho; su forma se asemeja a una media luna y se emplaza a lo largo de la falla longitudinal, inmediatamente al Este del cuello volcánico. Se señala que este cuerpo está formado por seis tipos diferentes de pirita distinguibles por su textura, anisotropía, asociaciones e impurezas. Dentro de la gran masa sílico-pirítica se encuentran pipes de pirrotita, vetas y cuerpos mineralizados de cobre, de plomo-zinc y de plata.

La mineralización de plomo-zinc se presenta en forma de vetas, mantos y cuerpos irregulares, que se ubican en el lado oriental de la gran masa sílico-pirítica, prolongándose hacia las calizas Pucará. Los minerales económicos más importantes son galena y esfalerita, cada una formada en varias generaciones, que se asocian con pirrotita y pequeñas cantidades de chalcopirita, arsenopirita y casiterita dentro de los pipes.

La mineralización de cobre-plata se presenta igualmente en forma de vetas y cuerpos irregulares, que se localizan en el borde oriental y meridional del cuello volcánico; es decir, en la parte occidental de la masa sílico-pirítica. En esta zona las vetas se presentan en dos sistemas con buzamientos al Norte y Sur y alcanzan profundidades hasta de 800 m. La mineralogía de este grupo de depósitos está compuesta de enargita, tennantita y tetraedrita, en menor escala. Ocurren chalcopirita, bornita, luzonita y chalcocita y covellita hipógenas.

La mineralización de plata en forma de cuerpos irregulares se presenta generalmente en el lado oriental del cuerpo sílico-pirítico, localizándose especialmente a ambos lados de los cuerpos de plomo-zinc y a veces se hallan dentro de los cuerpos de plomo-zinc. Los cuerpos mineralizados de plata se componen de una masa porosa de sulfuros mezclados con sedimentos alterados y parcialmente sustituidos. La mineralogía de estos cuerpos consiste de pirita, marcasita, esfalerita, argentita, polibasita, estefanita, realgar, galena, bismutinita, freibergita, emplectita, revoredoíta, alunita, plata roja, vivianita, aramoyoíta, bournonita, plata nativa y otros.

La mineralización supergénica de cobre se presenta mayormente relacionada con los cuerpos de plomo-zinc y el cuerpo sílico-pirítico y profundiza hasta el nivel 400. Los minerales secundarios más importantes de estos cuerpos son chalcocita y covellita, que reemplazan a la esfalerita, galena y pirita.

Los cuerpos oxidados argentíferos o pacos, constituyen un sombrero de hierro que suprayace principalmente al cuerpo sílico-pirítico y a los cuerpos de plomo-zinc con un espesor que va desde pocos centímetros hasta un máximo de 120 m. Los pacos que se encuentran sobre los cuerpos de plomo-zinc contienen altos valores de plata.

Los depósitos oxidados de Matagente se hallan a 500 m. al Este del cuerpo sílico-pirítico, encima de las vetas y mantos de plomo-zinc de Matagente. La mineralogía de los pacos es muy compleja y contiene óxidos, carbonatos y sulfuros secundarios de plomo, hierro, bismuto, etc., altamente argentíferos.

Además de los minerales mencionados se ha identificado en diferentes lugares del yacimiento, minerales como wolframita, oro, polianita, baumbauerita, gratonita, azufre, andorita, chalcostibita, estibina, cuarzo, serpentina, ankerita, barita, alunita y arcillas.

En general se considera que la mineralización de este yacimiento está genéticamente relacionada al pórfido de monzonita cuarcífera, y cuya mecánica de deposición fue en parte controlada por las grandes fracturas y la naturaleza de las rocas encajonantes. La temperatura de precipitación de las soluciones mineralizantes se estima entre 150 y 500 °C.

Colquijirca

Este distrito fue un gran productor de plata y actualmente se explota por plomo, zinc, plata y cobre. Se encuentra a escasos kilómetros al Sur de Cerro de Pasco, a 4,360 m. s. n. m. El yacimiento fue explotado superficialmente en la época colonial, y en forma intensiva desde las primeras décadas del presente siglo.

La geología local está constituida por escasos afloramientos de los esquistos y filitas Excelsior; de areniscas y volcánicos rojos del grupo Mitu; en el área de la mina, aflora fundamentalmente la formación Casapalca, localmente llamada Pocobamba, del Terciario. La formación consiste de lutitas, areniscas y areniscas tufáceas rojizas, en la parte baja; de un miembro de conglomerados en la parte media (Conglomerado Shuco); y calizas amarillentas con horizontes dolomíticos, margas y lutitas en la parte superior (Calizas Calera); en estos calcareos se encuentra la mineralización.

Las rocas ígneas están representadas por un material fragmental tufáceo, que probablemente corresponde al relleno de un cuello volcánico, dentro del cual se emplazó más tarde, un stock de monzonita cuarcífera, de forma irregular, (Stock Marcapunta) que corta también a la secuencia descrita.

La falla regional de Cerro de Pasco pasa a poca distancia al Este del yacimiento. Las Calizas Calera están plegadas en suaves anticlinales y sinclinales de rumbo NW-SE, con hundimientos hacia el Sur. Pequeñas fallas transversales cortan los pliegues.

Los depósitos minerales consisten en mantos de reemplazamiento dispuestos en una sección de 40-50 m. dentro de las Calizas Calera. Por lo menos existen seis mantos, de grosor considerable, separados unos de otros por zonas estériles. Cada manto consta de varios horizontes y lentes mineralizados. Considerando en forma longitudinal el yacimiento, según el rumbo de las estructuras, hay una diferencia en el carácter de la mineralización. En el lado Sur predomina el cobre, constituido principalmente por enargita y pequeñas proporciones de chalcopirita, covellita, luzonita, tetraedrita y tennantita. En el lado norte predomina el plomo, plata y zinc, y hay menores proporciones de cobre. Los minerales son galena argentífera, esfalerita, tennantita, argentita, stromeyerita, covellita primaria y chalcopirita.

Los minerales de ganga comunes en ambas zonas son pirita, barita, marcasita, siderita, cuarzo, caolín, hematita roja y especularita.

Otros minerales reconocidos en el yacimiento son aikinita, famatinita, oro, bismutinita, estefanita, germanita, emplectita, wittichenita, pearceíta, polibasita y uraninita. Los minerales supergénicos son plata nativa, covellita, chalcocita, digenita y bornita.

A poca distancia al Sur de Colquijirca se encuentra la mina San Gregorio, que fue famosa por su producción de óxidos de bismuto. La mineralización del depósito consiste de galena, esfalerita, tetraedrita, tennantita y óxidos de bismuto.

Area Huarón - Carhuacayán

Esta zona mineralizada se extiende al Este de la divisoria continental, inmediatamente al NNE del Paso de la Viuda, a 4,500 m.s.n.m. sobre la carretera Lima - Canta - Cerro de Pasco.

Las rocas del área comprenden las cuarcitas Goyllarisquiza del Cretáceo inferior, que tienen afloramientos reducidos próximos a la divisoria continental. Más al Este afloran extensamente las calizas cretáceas correspondientes a las formaciones Machay y Jumasha del Albiano y Cenomaniano. Encima de estas calizas en el área del río Pallanga, se presenta una sección de rocas brechoides compuestas de fragmentos de lutitas, calizas, y cuarzo, en matriz afanítica, consideradas como grauvascas. Suprayaciendo a estos sedimentos, aparecen las Capas Rojas Casapalca del Terciario, constituyendo afloramientos en forma de fajas paralelas al rumbo andino.

Los sedimentos están plegados y afectados por grandes sobrecurrimientos y fallas normales. Con discordancia angular sobre las calizas y capas rojas se encuentran extensos mantos de tufos volcánicos del Terciario Superior, entre Río Pallanga y Huarón (tufos riolíticos del Bosque de Rocas).

Las rocas intrusivas consisten en pequeños stocks y diques, que cortan a los sedimentos descritos. Los afloramientos más importantes son: el stock de granodiorita en el extremo Noroeste cerca a la mina Chungar; el stock de pórfido diorítico de Río Pallanga; un dique monzonítico en el área de Huarón, y stocks de pórfidos andesíticos en el área de la Mina Carhuacayán.

Los yacimientos de esta zona son en su mayor parte de contacto metasomático. Los distritos mineros más importantes son:

Huarón

Este yacimiento de cobre, plomo, zinc y plata se encuentra a 4,600 m.s.n.m.

La geología local consiste de calizas y lutitas del Cretáceo, a las que sobreyacen las capas rojas del Terciario inferior. La estructura principal es un anticlinal. Los sedimentos están cortados por un dique de pórfido monzonítico de rumbo N-S.

Los depósitos consisten en relleno de fisuras que pertenecen a los sistemas importantes: las vetas de rumbo Noroeste-Sureste son anchas y ricas en minerales de cobre argentífero (tetraedrita, tennantita, polibasita), en cambio las de rumbo Este-Oeste son angostas y con mineralización predominante de plomo y zinc (galena y esfalerita). Los minerales de ganga son pirita, cuarzo y rodonita.

Por lo menos 6 vetas grandes y numerosas pequeñas forman los yacimientos de la mina.

Río Pallanga

Este depósito de plomo, zinc, plata y cobre, se encuentra a 4,600 m.s.n.m. Fue conocido y trabajado en la época colonial.

Localmente, en el área de la mina aflora la secuencia de brechas (grauvaca) formando un anticlinal que está cortado por un stock de pórfido diorítico, alargado en la dirección N-S.

El yacimiento de la mina consiste en una veta de 1,200-1,500 m. de longitud, que atraviesa las brechas cerca al contacto con el intrusivo. La veta ha sido reconocida en profundidad por cerca de 500 m., con buzamiento casi vertical y potencia promedio de 2 m.

El relleno metalífero principal consiste de galena, esfalerita y pirita. En las partes superiores de la veta junto con los sulfuros mencionados se encuentran freibergita, estibina, rejalgar y oropimente. En las partes más profundas la esfalerita se encuentra asociada con calcita.

Chungar

Esta mina se encuentra al Oeste de Río Pallanga, a 4,350 m.s.n.m.

En el lugar afloran calizas cretáceas cortadas por un stock de granodiorita, en cuyo contorno se ha formado una aureola de tactitas de ancho variable.

La mineralización se encuentra en fracturas dentro de las tactitas y consiste de chalcopirita, galena y marmatita; constituyendo en algunos casos, ensanchamientos a manera de bolsones. También estos minerales ocurren como disseminaciones y cuerpos irregulares en las tactitas.

En ciertos sectores de la zona de contacto, se halla pirrotita asociada con los otros sulfuros y en las fracturas del intrusivo aparece molibdenita en pequeñas cantidades.

Santander

Esta mina se halla a unos 8 Kms. al Suroeste de Río Pallanga y a 4,400 m.s.n.m. El yacimiento es de plomo, zinc, plata y cobre, del tipo de contacto metasomático.

En el área afloran las calizas cretáceas (formaciones Pariatambo y Jumasha) constituyendo un sinclinal de rumbo N-S. Al Oeste del yacimiento existe un sobre-escurrimiento que sobrepone las cuarcitas Goyllarisquizga sobre las formaciones calcáreas.

Las rocas intrusivas del área consisten de diques y pequeños stocks de composición gabroide. El stock más próximo se halla de 4 a 5 Km. al Sur de la mina.

La estructura relacionada con la mineralización es un cuerpo circular de granatita (grosularia y andradita), diópsido y epidota, emplazado dentro de las calizas. El skarn no tiene relación visible con rocas intrusivas; probablemente se ha formado en la parte superior de una cúpula ígnea aún no expuesta.

La mineralización se presenta a manera de un anillo en el contacto skarn - calizas, presentado un claro zoneamiento en la siguiente forma: marmatita, pirita, pirrotita y chalcopirita como moderadas dise-

minaciones en el borde del skarn; luego una banda constituida principalmente por marmatita, que en las partes más internas está mezclada con bandas de silicatos; en la parte media contiene pequeñas cantidades de chalcopirita y hacia afuera la marmatita ocurre en forma masiva. La parte más externa del anillo mineralizado consiste principalmente de galena argentífera, en menor proporción esfalerita, junto con diseminaciones de pirrotita en la caliza silificada.

Carhuacayán.

Este yacimiento se encuentra a 4 Kms. al Noreste del pueblo de Carhuacayán, con labores entre 4,200 y 4,500 m. s. n. m.

La geología local consiste de calizas de las formaciones Pariatambo y Jumasha del Albiano-Cenomaniano, a las cuales sobreyacen las Capas Rojas Casapalca del Terciario inferior. En los niveles superiores de las Capas Rojas se intercalan tufos aparentemente depositados en un ambiente acuático, dichos tufos hacia el Este engrosan notablemente. Los sedimentos están plegados y fallados; en conjunto forman una estructura domal que va desde la mina Santo Domingo hasta la hacienda Conocancha, con 20 Km. de longitud y 4 Km. de ancho. Esta estructura cómica se encuentra cortada casi longitudinalmente por una gran falla regional (Falla Santo Domingo) de rumbo NW-SE, que se evidencia por más de 20 Km. La estructura más importante en la misma área de la mina, es un anticlinal bastante erosionado, en cuya parte central se encuentra emplazado un stock de pórfido andesítico de cerca de 20 Km² de extensión. Sobre este intrusivo existen techos colgantes y xenolitos de calizas alteradas y Capas Rojas que corresponden a segmentos del flanco del anticlinal.

Otras manifestaciones magmáticas están representadas por pequeños stocks de pórfido dacítico, que se emplazan dentro del cuerpo andesítico, y por chimeneas de brecha rellenas por fragmentos de naturaleza intrusiva, fuertemente sericitizados y albitizados.

Mas, localmente las rocas están afectadas por fallamientos y fuertemente cizallamientos, que en algunos sectores han originado zonas de brecha tectónica que favorecieron la mineralización.

Los depósitos de la mina Carhuacayán consisten en vetas, cuerpos de reemplazamiento y relleno en brechas tectónicas. La mineralización en vetas se presenta dentro del pórfido andesítico, formando estructuras ramificadas de disposición radial y cuyo relleno consiste principalmente de esfalerita, galena argentífera, chalcopirita y tetraedrita, en ganga de pirita, cuarzo, calcita y dolomita.

Los cuerpos de reemplazamiento se encuentran dentro de un paquete margoso dolomítico de la secuencia calcárea, que se presenta como xenolito en el pórfido andesítico. Los calcáreos favorables tienen alrededor de 25 m. de potencia, rumbo N-S y 36° de buzamiento al Este.

El reemplazamiento se ha producido a lo largo de los planos de estratificación y también siguiendo fracturas perpendiculares a la estratificación, dando en conjunto cuerpos de mineral de formas ligeramente tubulares. Los remanentes del paquete calcáreo reemplazado se presentan fuertemente sericitizados y caolinizados.

Las capas inferiores al cuerpo mineralizado se presentan silicatadas; en tanto que las superiores están marmorizadas y pasan gradualmente a calizas normales.

La mineralización en brechas se presenta a lo largo del eje de la zona de cizallamiento por cerca de 500 m. y anchos que varían de 10-40 m. Tres zonas de asociaciones mineralógicas se distinguen en el yacimiento dentro de la brecha tectónica; una zona de esfalerita, pirrotita y pirita, que se localiza en las brechas del contacto entre el pórfido dacítico y el cuerpo colgante de calizas y Capas Rojas; una zona de galena y esfalerita, que se desarrolla en la brecha producida por cizallamiento, y finalmente una zona representada por tennantita pirita y marcasita con cantidades subordinadas de chalcopirita, galena y esfalerita. En esta última zona se han detectado valores de estaño, tungsteno, vanadio y bismuto.

La secuencia paragenética del yacimiento es como sigue: dolomita, calcita, cuarzo (persiste a través de toda la deposición mineral), pirita, pirrotita, arsenopirita, chalcopirita, galena 1, marmatita, galena 2, baritina, esfalerita rubia, tetraedrita, freibergita y tenantita.

Otras minas del área Huarón-Carhuacayán son Verdecocha, Alparamarca, etc.

Area Morococha - Yauricocha

Esta importante faja mineralizada se desarrolla a lo largo de las porciones altas de la Cordillera Occidental, por cerca de 150 Km. de largo, a altitudes entre 4,000 y más de 5,000 m.s.n.m., inmediatamente al Este de Lima.

La geología regional está compuesta por formaciones que varían en edad desde el Paleozoico hasta el Cuaternario. Las rocas más antiguas corresponden a las filitas, pizarras y esquistos de la serie Excelsior del Devoniano, que afloran constituyendo los núcleos de grandes estructuras anticlinales. El Pérmico superior está representado por las

lutitas, areniscas, conglomerados y volcánicos continentales del grupo Mitu, que sobreyacen con discordancia angular a la serie Excelsior.

Las calizas y dolomitas Pucará del Triásico superior y Jurásico inferior y medio, tienen afloramientos extensos a manera de fajas paralelas al rumbo de las estructuras. Igual disposición muestran los afloramientos de las areniscas Goyllarisquizga del Neocomiano-Aptiano y las calizas de las formaciones Chulec, Pariatambo y Jumasha del Cretáceo medio a superior. Las formaciones descritas hasta aquí afloran principalmente al Este de la divisoria continental.

A los sedimentos cretáceos sobreyacen las areniscas, lutitas y conglomerados rojizos de la formación Casapalca, cuyos mejores afloramientos se presentan mayormente a lo largo de la divisoria continental. Cubriendo a las Capas Rojas y desarrollándose ampliamente hacia el Oeste de la divisoria, están las rocas volcánicas del Terciario medio a Superior.

En el área, cortando a la secuencia descrita, afloran numerosos cuerpos intrusivos, en forma de diques y stocks, con composiciones que van desde gabros hasta granitos, pasando por dioritas, granodioritas, monzonitas, pórfidos monzoníticos, dacitas, pórfidos dacíticos y pórfidos andesíticos.

El rasgo estructural dominante en la parte Norte de la faja mineralizada (Morococha-San Cristóbal) tiene en conjunto una configuración domal (domo de Yauli) y está integrado por una sucesión de anticlinales y sinclinales de ejes paralelos al rumbo andino. En detalle, la conformación de todas las estructuras es compleja. El fallamiento es intenso; en términos generales, hay grandes fallas inversas y sobreecurrimientos, mayormente paralelos al rumbo de los pliegues y buzamientos hacia el W. También existen fallas normales que tienen rumbos iguales a las estructuras anteriores. Otro sistema de fallas, probablemente de distensión de menores extensiones, cortan a las estructuras citadas, formando ángulos oblicuos hasta rectos. Estas últimas estructuras desplazan a aquéllas y generalmente están mineralizadas.

Los distritos mineros del área se ubican a ambos lados de la divisoria continental; son grandes productores de plomo, zinc, plata y cobre, y tienen productos tales como tungsteno, oro, selenio, indio, telurio, etc. Los distritos más importantes son:

Morococha

Este distrito minero se encuentra al Este de la ciudad de Lima, inmediatamente después de la divisoria continental y abarca una super-

ficie relativamente extensa que se desarrolla a altitudes de 4,200 y 5,000 m. s. n. m.; algunas cimas del área sobrepasan esta última elevación.

En este distrito existen varias minas productoras de plomo, zinc, cobre, plata y otros subproductos.

La mina Morococha es la más grande y se encuentra aproximadamente en la parte central del distrito. Esta mina probablemente fue conocida y trabajada durante el incanato y también en el coloniaje, especialmente en la zona de óxidos, por su alto contenido de plata. La explotación intensiva en forma técnica y mecanizada data desde las primeras décadas del presente siglo.

La geología del área de los yacimientos de Morococha en detalle es compleja. Las rocas más antiguas están representadas por derrames de dacitas y andesitas correspondientes a los volcánicos Catalina del Permiso superior, formando el núcleo de una estructura anticlinal. Concordantemente a las rocas extrusivas, sobreyacen las calizas silíceas del grupo Pucará, que tiene amplio desarrollo en el área de la mina. Numerosas vetas y mantos de sustitución se encuentran dentro de estos calcáreos. En la base de las calizas mencionadas y en el lado occidental de la mina, se halla un cuerpo lenticular de anhidrita compuesto además de yeso, lutitas y calizas intercalados de unos 130 a 150 m. de espesor. Este complejo de anhidrita yace directamente a los volcánicos Catalina y su origen es probablemente sedimentario, relacionado con el grupo Mitu, que en otros lugares del país contiene niveles de yeso. Hacia el NE y SW de la mina y en aparente conformidad a las calizas Pucará aflora una secuencia de conglomerados, areniscas y lutitas rojizas, con capas de cuarcita y algunos horizontes de caliza con derrames de basalto, que pertenecen al grupo Goyllarisquizga del Cretáceo inferior. Sobre estas capas se encuentran las calizas masivas gris azuladas y gris claras de la Formación Machay del Cretáceo Medio.

Las rocas intrusivas del área están representadas por un stock de diorita (diorita Anticona), de regulares dimensiones que afloran al Oeste de la mina. Una segunda fase de intrusión está constituida por varios stocks de monzonita cuarcífera, de los cuales, el más grande: (stock San Francisco), se encuentra en la parte central del distrito. Las etapas ígneas finales consisten en la formación de brechas intrusivas, emplazamiento de stocks de pórfidos cuarcíferos asociados con mineralización de cobre diseminado e inyección de diques aplíticos. Las chimeneas de brecha recientemente exploradas son las de San Miguel y Toromocho, que se localizan, la primera, en la zona de contacto entre la monzonita cuarcífera de San Francisco con el pórfido cuarcífero y las tactitas; y la segunda está emplazada en la zona de contacto de la diorita Anticona con el pórfido cuarcífero y las tactitas.

Se informa que la diorita Anticona ha producido en general un débil metamorfismo en las calizas; mientras que el emplazamiento de la monzonita cuarcífera y los pórfidos cuarcíferos han originado una extensa aureola de metamorfismo representada por tactitas y calizas silioatadas.

En Morococha, la estructura dominante es un anticlinal simétrico de rumbo N 30° W, cuyo núcleo está formado por los volcánicos Catalina. En ambos flancos del anticlinal existen fallas inversas que siguen la dirección de las capas, probablemente formadas durante la compresión que originó la estructura. Debido a estas mismas fuerzas de compresión se originaron fallas de cizalla de rumbo NW-SE hasta E-W. Numerosas fallas de tensión de rumbo N 50° 70° E se disponen en forma perpendicular al eje del anticlinal y constituyen las estructuras mayormente mineralizadas. Debido al intenso fallamiento, se han formado en varios sectores de la mina, zonas de brechamiento. Asociado con los últimos procesos magmáticos, se han producido estructuras de brecha pipes que contienen mineralización diseminada de cobre.

La mineralización del área se supone genéticamente relacionada a los stocks de monzonita cuarcífera y pórfido cuarcífero. Los depósitos consisten de vetas, mantos, cuerpos de contacto y diseminados en brecha pipes. En conjunto, por la forma y tipos de cuerpos mineralizados, Morococha es un yacimiento complejo.

Tanto las fallas de cizalla como las de tensión se hallan mineralizadas; sin embargo, en las primeras, las vetas son débiles e irregulares; mientras que en las fracturas de tensión, el relleno metalífero es más o menos uniforme. Las vetas se encuentran emplazadas en todos los tipos de roca. En los volcánicos Catalina son persistentes tanto en longitud como en profundidad; pero en los intrusivos como en las calizas Pucará, son cortas y poco profundas.

La mineralización en mantos y cuerpos irregulares del tipo de reemplazamiento, ocurren en las calizas Pucará y se localizan principalmente en el lado occidental del anticlinal. En Morococha fue famoso el pipe pirítico Ombla, dentro del cual se presentaban vetas y bolsones de mineral de cobre.

Los cuerpos de contacto metasomático se presentan en las calizas Pucará, en las zonas inmediatas a la monzonita cuarcífera. La mineralización ocurre como diseminaciones y cuerpos macizos dentro de calizas fuertemente silicatadas.

La mineralización de cobre diseminado se encuentra dentro de los pipes de brecha de San Miguel y Toromocho.

La mineralogía y paragénesis del distrito son complejas. Los minerales primarios económicos más importantes son chalcopirita, tetraedrita, anargita, esfalerita y galena. Entre los secundarios, chalcocita y covelita. La ganga está constituida principalmente por piritita y cuarzo. Otros minerales comunes en el yacimiento son tennantita, hematita, freibergita, molibdenita, hübnerita, scheelita, magnetita, fluorita, calcita, rodocrosita y rodonita. Más raramente ocurren wolframita, famatinita, matildita, emplectita, arsenopirita, luzonita, proustita, estefanita, bournonita, stromeyerita, cubanita, alabandita, marcasita, millerita, bornita

naranja, aikinita, greenockita, idaíta, siderita, ludwigita, yeso, anhidrita, cobre nativo, ferrimolibdita, arsénico nativo, djürleíta, barita, alunita, ankerita, dolomita, jarosita, hisingerita, piro'usita, psilomelano, polianita, etc.

Otros yacimientos que se encuentran en los alrededores de Morococha son **Volcán**, con vetas de galena argentífera y esfalerita emplazadas en rocas intrusivas; **Puquiococha**, con vetas de minerales de cobre y de plata; **Sacracancha**, con menas de galena argentífera; **Santa Catalina**, con mineralización de zinc, plomo, cobre y plata; y **Alpamina**, también con minerales de plomo, zinc y plata. Todo este conjunto de yacimientos indican un zóneamiento mayor a partir de Morococha, que es el foco principal de mineralización.

San Cristóbal

Este distrito se encuentra a unos 20 Km. al SE de Morococha y hacia el lado oriental de la divisoria continental. Abarca alrededor de 35 Km²., que se desarrollan a altitudes de 4,300 a más de 5,000 m.s.n.m. Las minas más importantes son: San Cristóbal, Andaychagua, Toldorrumi, Oyama-Triunfo, etc.

La geología local de la mina San Cristóbal consiste de filitas y pizarras con lentes de cuarzo de la serie Excélsior, que afloran constituyendo el núcleo de un anticlinal de rumbo NW. Encima, con discordancia se encuentran las brechas, derrames y aglomerados (andesíticos y dacíticos) del volcánico Catalina (Grupo Mitu) del Pérmico superior. Sobre la formación anterior y con discordancia se presentan las calizas del grupo Pucará. En la parte occidental del anticlinal las calizas contienen derrames de basalto. A estos calcáreos sobreyacen en conformidad las areniscas y cuarcitas Goyllarisquizga del Cretáceo inferior, seguidas por las calizas Machay del Cretáceo medio a superior.

Las rocas intrusivas que afloran en el área son de composición ácida y básica. Los cuerpos ácidos consisten de dos pequeños stocks de monzonita cuarcífera (Carahuacra y Chumpe), que se alojan a lo largo del eje del anticlinal. Además existen numerosos diques de alaskita que se suponen como proyecciones del intrusivo de Chumpe. Los intrusivos básicos están representados por un pequeño cuerpo de gabro que aflora en el área de la mina Andaychagua y por varios diques de diabasa, que ocurren en las inmediaciones de la monzonita cuarcífera de Carahuacra.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

La estructura principal en el área es el anticlinal de Chumpe que corresponde a la porción suroriental del gran domo de Yauli. También existen fallas paralelas al eje del anticlinal y otras transversales a dicha estructura. Al primer grupo pertenecen numerosas fallas inversas y sobre-escurrimientos que se presentan mayormente en el lado occidental del anticlinal. Además, hay fracturas longitudinales de tipo tensional. Perpendicularmente al eje del anticlinal y extendiéndose de un flanco a otro se presentan numerosas fracturas de tensión, que afectan a todas las rocas del área y en general se encuentran mineralizadas en mayor o menor grado.

Los yacimientos minerales consisten en vetas y mantos. Los depósitos de relleno de fisuras son numerosos y se emplazan en las fracturas perpendiculares al eje del anticlinal de Chumpe. Las vetas más importantes por sus dimensiones, mineralización y potencia son San Cristóbal, Virginia y Andaychagua.

La estructura San Cristóbal es la más extensa y está mineralizada en cerca de 3 Km., su rumbo general es NE, con ligeras inflexiones según el tipo de roca que atraviesa y su buzamiento varía de 45°-60° al S. Los minerales económicos que contiene son wolframita, chalcopirita, oro, esfalerita, galena, tetraedrita, tenantita, polibasita y pirargirita en ganga de cuarzo, pirita, baritina, carbonatos y marcasita.

La estructura de la veta Andaychagua tiene alrededor de 5 Km., de los cuales cerca de 2 Km. tienen mineralización. Su rumbo es NE y fuerte buzamiento al Norte. Se considera que el relleno mineral se ha producido en dos etapas: la primera deposición fue de alta temperatura y consiste de arsenopirita, pirrotita, marmatita, galena y carbonatos; en la segunda etapa se depositaron minerales de menor temperatura, paralelamente superpuestas a la primera, compuestos por esfalerita, galena, argentita, pirargirita, rodocrosita y cuarzo. En las partes superiores de la veta se presenta plata nativa en forma de hilos.

La mineralización en mantos se ha producido por reemplazamiento de las capas inferiores de la caliza Pucará, cerca al contacto con el volcánico Catalina. Este tipo de cuerpos mineralizados se extiende en la zona por una distancia de 9 Km.

Los mantos más importantes en San Cristóbal son los de San Antonio y Santa Agueda. Los mantos de San Antonio consisten en siete horizontes mineralizados, que se intercalan con capas de tufos. La mineralización se extiende de Norte a Sur por cerca de 300 m., con rumbo NW y buzamiento de 50°-60° hacia el SW. Los cuerpos de mineral económico dentro de los mantos se presentan en forma lenticular. En la parte central de los mantos, los sulfuros ocurren en forma casi maciza; en cambio, hacia los extremos predominan los carbonatos. Se señala que la mineralización de los mantos se ha producido en dos etapas. En la primera, magnetita, hematita, esfalerita, galena y siderita, reemplazaron los horizontes calcáreos. En la segunda etapa se

produjo un relleno de fracturas transversales a los mantos, constituido por esfalerita, galena, siderita, algo de chalcopirita, marcasita, cuarzo y barita.

Los mantos de Santa Agueda se hallan a escasa distancia al Norte de los de San Antonio, y en general tienen las mismas características de emplazamiento y mineralogía.

Otros minerales que ocurren en el distrito son: bornita, estannita, stromeyerita, cobre nativo, dolomita, famatinita, chalcocita, digenita, malaquita, etc.

Carahuacra

Esta mina se encuentra a pocos kilómetros al Norte de San Cristóbal, a 4,300 m.s.n.m.

Los depósitos son principalmente mantos de reemplazamiento originados en las calizas Pucará. Estos cuerpos de mineral representan la continuación hacia el Norte de los mantos San Antonio y Santa Agueda de la mina San Cristóbal.

Gran Bretaña

Esta mina de zinc y manganeso se encuentra al Oeste de la ciudad de Huancayo, a 4,200 m.s.n.m.

Las rocas del área son calizas del grupo Pucará y areniscas Goyllarisquizga; algo más distantes afloran las calizas albianas y Capas Rojas terciarias.

La estructura principal es una falla inversa de carácter regional, de rumbo NNW-SSE y alto ángulo, que sobrepone las calizas Pucará a las areniscas Goyllarisquizga.

El depósito principal es una veta emplazada en la falla mencionada, reconocida por más de 500 m. de longitud, con mena de esfalerita y pequeñas cantidades de galena y estibina en ganga de baritina, rodrosita, pirita, arsenopirita y marcasita. Rejalgar, oropimente, kermesita y goslarita, se encuentran en las partes superiores de la veta.

Los minerales de manganeso son pirolusita y psilomelano, los cuales se presentan relleno de fracturas secundarias formadas en las calizas Pucará del techo de la falla principal. Los cuerpos de manganeso son lenticulares y las mayores concentraciones ocurren en las zonas de fuerte fracturamiento.

Yauricocha

Este distrito minero se encuentra en la provincia de Yauyos, hacia el Oeste de la divisoria continental; en las cabeceras de la cuenca del río Cañete, a altitudes que se desarrollan entre 4,000 y 4,800 m. s. n. m. Comprende varias minas de cobre, plomo, zinc y plata. La mina más importante del distrito es Yauricocha. Otra mina importante del área es Yanamachay.

La geología regional está constituida por la serie de areniscas y cuarcitas con intercalaciones de lutitas del grupo Goyllarisquiza. Encima de esta unidad y en relación de conformidad yacen las calizas Machay, a las que se sobreponen lutitas margosas y calizas amarillentas de la formación Celendín del Cretáceo superior. En contacto gradacional con estas últimas capas calcáreas, se encuentran los conglomerados, areniscas, lutitas y calizas rojizas de la formación Casapalca. Cerca de la divisoria continental, las Capas Rojas están cubiertas con discordancia por materias volcánicas terciarias, de amplio desarrollo a lo largo de la Cordillera Occidental de los Andes.

Las rocas intrusivas del área consisten mayormente de stocks y apófisis de granodiorita, en cuyos contornos se han producido aureolas de metamorfismo. La intensidad y extensión del metamorfismo dependen del tamaño de los cuerpos intrusivos y de la naturaleza de las rocas circundantes.

La secuencia sedimentaria de la región se halla plegada y las estructuras, generalmente asimétricas, siguen el rumbo andino.

Localmente en el área de la mina Yauricocha, afloran las calizas Machay, conteniendo un sill basáltico prominente; luego las lutitas y calizas de la formación Celendín, silicificadas y recristalizadas y, finalmente, las areniscas y lutitas rojizas de la formación Casapalca. Esta secuencia constituye un sinclinal y está intruido por un stock y pequeños apófisis de granodiorita. Gradualmente cambia a adamellita y monzonita cuarcífera. Inmediatamente al Este de la misma, hay una ancha zona de fracturamiento de rumbo N-W. También son prominentes dos sistemas de fracturas: uno paralelo a la estratificación y el otro tiene rumbo E-W.

Los depósitos minerales consisten en grandes cuerpos lenticulares de reemplazamiento, que se localizan en la zona de contacto de las calizas con los intrusivos, o dentro de las calizas.

Los cuerpos de sustitución consisten principalmente de pipes de pirita. Las porciones centrales de estos cuerpos son de pirita maciza con cuarzo, enargita, chalcopirita, bornita y covellita. Hacia afuera, las masas de pirita son friables y contienen galena, esfalerita, algo de chalcopirita, tetraedrita, tenantita y polibasita.

Rejalgar y oropimente se hallan en los bordes exteriores de los cuerpos mineralizados.

El yacimiento se encuentra profundamente oxidado; los minerales secundarios identificados son chalcocita, covellita, digenita bornita, malaquita, azurita, limonita, jarosita, cuprita, cobre nativo, brochantita, cerusita, smithsonita, crisocola, oro, plata, ópalo, anglesita, chalcantita, entre otros.

Otros minerales que se reconocen en los depósitos son gallita, marcasita, hematita, luzonita, polibasita, bismutinita, idaíta, siderita, calcita, barita y fluorita.

Area Cercapuquio - Tinyaclla

Esta zona mineralizada comprende parte de los departamentos de Junín y Huancavelica y se extiende al Sur de la ciudad de Huancayo y al Noroeste de la ciudad de Huancavelica, en una región cuya topografía se desarrolla de 4,000 a más de 5,000 m.s.n.m.

Cercapuquio

Esta mina de zinc y cadmio se encuentra al sur de la ciudad de Huancayo a 4,300-4,500 m.s.n.m.

Las rocas que afloran en el área son principalmente de calizas en bancos delgados a macizos con algunos niveles de dolomitas e intercalaciones de lutitas y areniscas, que corresponden a la formación Chumayo del Dogger (Jurásico medio).

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

La estructura principal es un sinclinal de rumbo NW, en cuyo flanco occidental se encuentran las mayores labores mineras.

Los depósitos de Cercapuquio consisten principalmente de diez mantos intercalados dentro de las calizas mencionadas, en una sección de cerca de 180 m. de espesor. Los ocho mantos inferiores se localizan en los primeros 60-80 m. de la sección, donde los cuerpos de mineral están separados por bancos de calizas de 6-12 m. de espesor. Las otras dos capas mineralizadas se hallan en la parte superior de la sección.

Los mantos más importantes por sus dimensiones y contenido metalífero son Raguza (parte inferior) y Adriático (el manto más alto).

Los mantos de mineral se presentan regularmente conformes con las capas de calizas y consisten principalmente de brunckita, (sulfuro de zinc de aspecto terroso y color blanco); en algunos sectores de los mantos está asociado con galena de grano fino. Este último mineral ocurre en algunos casos cortando a la brunckita y en otros se halla intercalado en forma de láminas.

Los valores de cadmio provienen de la brunckita y de la greenockita, que ocurre localmente a manera de películas y relleno de pequeñas cavidades y fracturas dentro de los mantos.

Otros minerales observados en el yacimiento son psilomelano, pirolusita y limonita.

La génesis del yacimiento es bastante discutible. Algunos autores lo consideran como de reemplazamiento producido por soluciones hidrotermales en capas calcáreas favorables; sin embargo, teniendo en cuenta la mineralogénesis de la brunckita, que se supone de origen coloidal y la perfecta conformidad de los mantos de mineral con las calizas, se le considera como un depósito de origen sedimentario, tipo estratiforme (?).

Huacravilca

Este yacimiento de hierro se encuentra a escasos kilómetros al Sur de la mina Cercapuquio, en el flanco Suroeste del Cerro Huacravilca (5,060 m. s. n. m.)

En el área afloran extensamente las calizas Pucará intruídas por un stock de granodiorita, macizo que tiene algunas proyecciones en forma de apófisis.

La mineralización consiste de magnetita y se encuentra en la zona de contacto del intrusivo con los calcáreos.

Los cuerpos de mineral tienen formas tabulares; unas veces son de magnetita pura y en otros casos se halla asociada con metasilicatos. Algunos cuerpos yacen directamente sobre el intrusivo y otros están dentro de la calizas adyacentes.

Las masas de mineral que afloran son en su mayoría pequeñas; las más prominentes son cinco cuerpos cuyas dimensiones van de 300 a 500 m. de largo por 100 a 200 m. de ancho y de 5 a 20 m. de espesor.

Tinyaclla

Este distrito se halla al NNE de la ciudad de Huancavelica, y comprende varias minas pequeñas productoras de plomo, plata y zinc.

En el área afloran extensamente las calizas del grupo Pucará. En algunos sectores más restringidos se encuentran los materiales arenosos del grupo Goyllarisquizga, los niveles inferiores de las calizas Machay y las Capas Rojas de la formación Casapalca. Algo más lejos de la zona de mineralización principal aparecen las rocas volcánicas del Terciario.

Las rocas intrusivas están representadas por diques y siles de diabasa, diorita granodiorita, que se distribuyen irregularmente en el área.

Las estructuras son relativamente simples y consisten de suaves anticlinales y sinclinales de rumbo N-S a NW-SE. Las fallas son generalmente pequeñas, y al parecer han sido los elementos que controlaron la mineralización.

Los depósitos son principalmente del tipo de relleno de fisuras, en menor escala se presentan diseminaciones y reemplazamientos a lo largo de las cajas de las vetas; en forma más aislada ocurren pequeños cuerpos de metasomatismo de contacto.

El relleno metalífero está constituido principalmente por esfalerita y galena; en menor proporción se hallan tetraedrita, tenantita, bournonita, pirargirita, chalcopirita, bornita, enargita y covellita (supergénica). La ganga está compuesta de pirita, cuarzo, calcita, marcasita y siderita. La magnetita ocurre asociada con algunos cuerpos piritosos.

Las minas más importantes del distrito son Marta, Rosa Justina, Luna de Plata, Mi Perú, Marta 15, etc.

La mina **Marta**, de plomo, zinc y plata, es la más importante del área; allí los depósitos minerales se presentan en dos sistemas de fracturas: uno de rumbo NE, y el otro de orientación NW. Las primeras contienen una mayor proporción de esfalerita y galena y muestran considerable reemplazamiento de las cajas de las fracturas. Los cuerpos ricos de mineral se presentan en bolsonadas separadas por tramos casi estériles.

Area Lircay - Huancavelica (*)

En esta parte del departamento de Huancavelica se encuentran varias minas pequeñas, pero destacan por su importancia, el distrito mercurífero de Santa Bárbara y el distrito de Julcani, productor de plata, plomo, cobre y bismuto.

Santa Bárbara

Esta mina de mercurio se ubica a pocos kilómetros al Sur de la ciudad de Huancavelica, a una altitud de 4,400 m.s.n.m.

Los yacimientos fueron intensamente trabajados durante la época colonial. Después de la independencia su explotación se viene realizando en forma intermitente hasta el presente.

En el área afloran las calizas del grupo Pucará, las areniscas Goyllarisquiza que incluyen un miembro volcánico, las calizas y margas de la formación Machay, las Capas Rojas del Terciario y los derrames y piroclásticos del Terciario medio-superior. Esta secuencia de rocas está plegada, fallada e intruída por apófisis de dacitas preminerales.

El área mineralizada comprende una faja de varios kilómetros de largo por 3 Kms. ancho.

Los depósitos de mercurio se encuentran en forma de vetas irregulares, principalmente en las calizas y rocas volcánicas. Como relleno de poros y cavidades en las areniscas Goyllarisquiza, constituyendo grandes bolsonadas y cuerpos lenticulares de mineralización económica. También la mineralización ocurre como débiles diseminaciones en los volcánicos y como pequeñas masas de reemplazamiento en las calizas

La mineralogía del yacimiento es la siguiente: en las calizas se presenta cinabrio en cantidades moderadas, asociado con escasas proporciones de metacinabrio y mercurio nativo; en las areniscas el cina-

(*) En el mapa, el área Lircay - Huancavelica se muestra prácticamente unida al de Carcapuquio - Tinyaclla.

brio está asociado con pequeñas cantidades de galena, pirita, rejalgar y oropimente, el metacínabrio y el mercurio nativo son escasos; en los volcánicos, el cinabrio se halla en menor proporción en relación a las rocas anteriores y aparece asociado con escasas cantidades de galena, esgalerita, estibina, minerales de plata, rejalgar y oropimente.

Julcani

Este distrito productor de plata, plomo, cobre y bismuto, se encuentra al Sur de la ciudad de Huancavelica. Tiene una extensión de cerca de 20 Km²., que se desarrollan a altitudes de 4,000 y 4,500 m.s.n.m. Las minas del distrito son Tentadora, Herminia, Mimosa, Estela, Rita, etc.

En la conformación geológica del área participan las formaciones del Paleozoico superior (grupos Ambo y Mitu); las calizas del grupo Pucará; las areniscas Goyllarisquizga, las calizas Chúlec del Albiano y formaciones continentales del Terciario. Estas últimas están compuestas por tufos, basaltos y algo de calizas de agua dulce en la parte inferior; y por conglomerados cuarcíticos, lutitas y calizas blancas, en la parte superior. Cubriendo con discordancia a las formaciones descritas se encuentra un extenso afloramiento de rocas volcánicas, localmente conocidas como Volcánicos de Julcani, dentro de los cuales se encuentran emplazados íntegramente todos los depósitos minerales del distrito. Se señala que los Volcánicos de Julcani consisten en la parte baja, de brechas, aglomerados y tufos y superiormente de dacitas porfiríticas de color violáceo, que tienen amplio desarrollo en la región. Muy localmente se halla un pórfido dacítico, en parte brechoide.

Las rocas intrusivas están representadas por diques de dacitas y andesitas. Probablemente, la porción central y profunda de las rocas volcánicas, sea un intrusivo subvolcánico.

La estructura principal en el área es un anticlinal de rumbo NE-SW, en cuyo núcleo se encuentran las rocas paleozoicas. La estructura está cortada por una falla longitudinal y otra transversal, en cuya intersección se ha emplazado el foco volcánico que emitió los materiales dacíticos expuestos en el área.

Los depósitos minerales del distrito son del tipo de relleno de fisuras. Las numerosas vetas del distrito, son generalmente angostas y de mineralización irregular. Las columnas ricas de mineral se distribuyen en forma errática a lo largo de las estructuras. Estas bolsosnadas muestran en algunos casos cierta relación espacial con los diques, y en otros, ocurren en la intersección de vetas y también en las zonas de cambios de rumbos.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

La mineralización primaria y económica está constituida por argentita, bismutinita, bournonita, chalcopirita, energía, esfalerita, galena, tetraedrita, tennantita, wolframita, oro, andorita, aramayoíta, bornita, boulangerita, estibina, galeno-bismutita, jamesonita, luzonita, matildita (?), miargirita (?), polibasita, proustita, pirargirita, semseyita, tungstita y zinkenita.

La ganga consiste de pirita, arsenopirita, cuarzo, especularita, marcasita, calcita, apatita, siderita, baritina, oropimente, rejalgar, alurita, ankenita y caolín.

La mineralización del distrito presenta una distribución zonal concéntrica con minerales de plomo-zinc-plata en la porción central, pasando a una zona de ancho irregular, de oro-wolframio-pirita-cuarzo, a la cual le sigue otra zona de minerales de cobre-plata-wolframio y luego una zona de plata-bismuto, que exteriormente pasa a otra exterior de plomo-plata.

Area Andahuaylas - Yauri

Esta zona mineralizada de hierro y cobre con menores proporciones de plomo, zinc, oro y molibdeno, se extiende por cerca de 350 Km. de largo y 70 - 90 Km. de ancho, en los departamentos de Apurímac y Cuzco, siguiendo una dirección NW - SE. En esta área se encuentran, sin lugar a dudas, las reservas potenciales de hierro más grandes del país.

La región tiene una topografía de fuertes contrastes, al lado de profundos valles existen montañas bastante elevadas, con cimas de más de 5,000 m., y entre ambos accidentes se desarrollan territorios más o menos llanos y ondulados, que se comparan con la llamada superficie Puna de la región central del país.

La geología regional está conformada por formaciones mesozoicas y terciarias intruidas por plutones de diorita y granodiorita del Cretáceo superior-Terciario inferior. Además, se encuentran pequeños stocks de monzonita cuarfífera mucho más jóvenes que los plutones citados. Las rocas sedimentarias están representadas por extensos afloramientos de las calizas del grupo Pucará; por las areniscas, lutitas y cuarcitas del grupo Yura; por calizas y margas del Cretáceo medio-superior; por las Capas Rojas continentales del Supracretáceo-Terciario inferior; y por materiales volcánicos (lavas y piroclásticos), del Terciario superior y Cuaternario. La secuencia de rocas sedimentarias está bastante plegada y fallada; estas estructuras tienen generalmente rumbos que varían de NW-SE hasta E-W.

Las rocas intrusivas afloran en forma dispersa a través del área. En muchos lugares, los sedimentos quedan como grandes techos colgantes y en otros, los plutones aparecen como stocks y apófisis rodeados por los sedimentos, todo lo cual sugiere que en profundidad se trata de una sola masa intrusiva de dimensiones batolíticas.

Hacia el N y NE de la región mineralizada se encuentran formaciones del Paleozoico que constituyen la Cordillera Oriental.

La mineralización de hierro de esta región está concentrada mayormente en dos áreas importantes. En la parte noroccidental, se encuentra en varias localidades de las provincias de Andahuaylas y Ayмараes del departamento de Apurímac; y en la parte suroriental afloran en áreas de Capacmarca, Colquemarca y Velille, del departamento del Cuzco.

Los depósitos de hierro son principalmente de contacto metasomático, desarrollados en las calizas cretáceas adyacentes a los intrusivos dioríticos y granodioríticos. También hay algunos yacimientos del tipo de sustitución.

Los afloramientos del mineral de hierro se presentan generalmente formando suaves colinas, crestones alargados y a veces, cuerpos tabulares que sobreyacen directamente a los intrusivos.

Los minerales económicos de los yacimientos son, en algunos casos sólo magnetita, y en otros, magnetita y hematita. Esta última especie mineral, en la mayoría de los casos se considera como producto de la alteración de la magnetita. La limonita es más o menos abundante. La pirita es escasa hasta ausente en superficie, pero en profundidad aparece en proporciones variables. La chalcopirita se encuentra muy localmente y en cantidades pequeñas. Asociado con los minerales primarios de hierro se encuentra en cantidades variables actinolita, cuarzo, calcita y dolomita. En los depósitos de contacto metasomático, los minerales de hierro se presentan en parte asociados son calcosilicatos.

Se supone que los depósitos de hierro están genéticamente relacionados con los intrusivos dioríticos y granodioríticos del área. Los distritos de hierro más importantes son:

Andahuaylas

Al Sur y Sureste del pueblo de Andahuaylas existen alrededor de doce localidades con afloramientos de hierro de diversas dimensiones. El más grande es el depósito conocido con el nombre de Huancabamba, que se encuentra cerca al pueblo del mismo nombre.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

El yacimiento se presenta como una colina de 100 m. de altura y se prolonga en forma discontinua por cerca de 3 Km. Se estima que las dimensiones del cuerpo de hierro sean mayores, pues, su borde occidental está cubierto por materiales aluviales; en tanto que su lado oriental, está en contacto con un macizo granodiorítico. En ciertas secciones de este afloramiento, hay una cobertura de material fragmentado de hierro, que dificulta observar la continuidad de la masa mineralizada.

Pampachiri

En varias localidades del distrito de Pampachiri, ubicado a unos 35 Km. al SW del pueblo de Andahuaylas, existen yacimientos de hierro, de regulares dimensiones. En algunos casos, los depósitos se presentan constituyendo un solo afloramiento y en otros, formando grupos de afloramientos próximos unos de otros.

Tintay

Los depósitos de hierro de Tintay se encuentran a unos 6 Km. al NNW del pueblo del mismo nombre, a altitudes de 4,000 a 4,400 m.s.n.m.

Consiste de un grupo de afloramiento de mineral de hierro, encajados en calizas cretáceas, próximos a cuerpos intrusivos. El más grande tiene 1,500 m. de largo por 40 - 50 m. de ancho.

Señor de Huarquiza

Es un yacimiento de hierro de contacto metasomático que se ubica en el paraje de Antabamba del distrito de Yanaca, a altitudes de 3,800 a 4,000 m.s.n.m.

Capacmarca - Velille

Este distrito ferrífero constituye una faja de rumbo Norte - Sur, de unos 30 Km. de largo por 20 Km. de ancho, que incluye los pueblos

de Capacmarca, Colquemarca, Livitaca y Velille, de la parte meridional del departamento de Cuzco.

En el área citada, se distribuyen más de un centenar de afloramientos de cuerpos de mineral de hierro de diferentes dimensiones. En los alrededores de Capacmarca se señalan las ocurrencias de más de 40 afloramientos. En la zona de Colquemarca se indican más de 50 afloramientos. En la parte central de ambas localidades se conocen más de 20 afloramientos y entre Livitaca y Velille, más de 25.

En la mayoría de los casos, los cuerpos de mineral se presentan en forma de grandes mantos y bolsones dentro de los calcáreos y otras veces aparecen directamente sobre los cuerpos intrusivos.

Los depósitos cupríferos de la región Andahuaylas-Yauri son de contacto metasomático, y genéticamente están relacionados a stocks de pórfidos dioríticos y monzonitas cuarcíferas. Estos intrusivos han desarrollado halos de tactitas en las zona de contacto con las calizas del Cretáceo medio a superior.

La mineralización de cobre se presenta en forma de vetas, bolsones y reemplazamientos dentro de las tactitas. Los minerales económicos de estos depósitos son chalcopirita, bornita, chalcocita, covelita, malaquita, crisocola, brochantita, chalcantita, etc. Los minerales de ganga están constituidos por pirita, pirrotita, magnetita, hematita, cuarzo, carbonatos, calcosilicatos, etc.

Los distritos de cobre más importantes de la región son:

Ferrobamba

Este distrito minero se encuentra a unos 20 Km. al noroeste del caserío del mismo nombre, a altitudes de 4,000 y 5,000 m.s.n.m., en la provincia de Grau, del departamento de Apurímac. Comprende principalmente los depósitos de Ferrobamba, Chalcobamba, Charcas y Sulfofobamba. Todos, del tipo de contacto metasomático.

El yacimiento de Ferrobamba se halla a 4,000 m. de elevación. La mineralización se presenta en una zona de tactitas de 700 a 1,000 m. de largo por unos 500 m. de ancho, dentro de la cual se encuentran dispersos más de dos docenas de cuerpos de mineral. Los minerales más abundantes son: chalcopirita, pirita, pirrotita y bornita, asociados con menores proporciones de magnetita y especularita.

El depósito de Chalcobamba queda a unos 7 Km. al NW de Ferrobamba y a 4,400 m.s.n.m. La mineralogía es similar al yacimiento anterior.

El depósito de **Charcas** se encuentra al SW de Chalcobamba y a 4,600 m.s.n.m. Los cuerpos de mineral formados de chalcopirita, pirrotita y pirita se emplazan más o menos paralelos a las capas calcáreas o siguiendo fracturas irregulares, en una zona de contacto de unos 1,000 m. de largo por 100 - 200 m. de ancho.

El yacimiento de **Sulfobamba** se halla al NW de Charcas, a 4,600 m.s.n.m. La mineralogía, así como las características de los cuerpos mineralizados son similares a los depósitos anteriores.

Chillioroya

Los depósitos de cobre de este distrito se encuentran a 2 Km. al Norte de la casa-hacienda de Chillioroya, en el distrito de Velille, de la provincia de Chumbivilcas, Cuzco. El yacimiento más importante es **Katanga**, que se encuentra en la parte alta del cerro del mismo nombre, a 4,000 m.s.n.m. La mineralización se encuentra en una zona de contacto de monzonita cuarcífera con calizas. Una débil mineralización supergénica de cobre se halla en un cuerpo de tactitas, de unos 200 m. de largo por 50 m. de ancho. Escasas diseminaciones de chalcopirita, pirita y especularita se observan en el intrusivo.

Tintaya

Este yacimiento se encuentra a unos 10 Km. al Sur del pueblo de Yauri, a altitudes de 4,000 a 4,300 m.s.n.m. Fue conocido desde las primeras décadas del presente siglo y explorado en varias oportunidades por diferentes compañías.

En el área del yacimiento afloran las siguientes formaciones: hacia el E y SE, cuarcitas parduzcas a rojizas del Crestáceo inferior, correlacionables con las areniscas Huancané, de la región del Lago Titicaca. A las cuarcitas suprayacen calizas del Cretáceo medio a superior. Ambas formaciones están en contacto fallado en el lado oriental.

Hay dos tipos de rocas intrusivas, la más antigua es una diorita que aflora mayormente en toda la porción meridional y occidental del yacimiento. La diorita y las calizas están intruídas por un pequeño stock de monzonita cuarcífera, que ocupa la porción central del área mineralizada y hacia el lado Norte de la diorita. El emplazamiento de la monzonita ha dado lugar a una estructura domal en las calizas.

En el cuerpo de la diorita existen colgantes de calizas, y a lo largo del contacto entre la diorita y la monzonita cuarcifera hay una banda estrecha de bloques y colgantes calcáreos, que siguen un trazo sinuoso en dirección aproximada E-W. Los bloques y numerosos techos de calizas han sido transformados en tactitas, compuestas principalmente de granate, diópsido, calcita y magnetita. La zona de tactitas y calizas marmorizadas y silificadas tiene 2 Km. de largo por 600 m. de ancho.

La mineralización de cobre se considera genéticamente asociada a la monzonita, y se presenta mayormente dentro de la faja de tactitas formando mantos y cuerpos irregulares que siguen el bandeamiento de las tactitas o la estratificación de las calizas.

La mineralogía del yacimiento es la siguiente: en la zona de óxidos predominan chalcantita, crisocola y brochantita; y en la zona de sulfuros primarios hay chalcopirita y escasa bornita. La chalcocita y la covelita son comunes en la zona de enriquecimiento secundario. La ganga está constituida por pirita, cuarzo y calcosilicatos. La zona de oxidación profundiza normalmente de 20 a 40 m. mas raramente llega a mayores profundidades; la zona de enriquecimiento es escasa en sulfuros primarios.

Area Desaguadero

Esta zona mineralizada se encuentra en la parte meridional del departamento de Puno, en el límite con Bolivia. Principalmente comprende los distritos de cobre de las minas Rosales y los de plata, plomo y zinc de Huacullani.

En la región afloran extensamente las Capas Rojas del grupo Puno, de edad Terciaria, compuestas de areniscas, arcosas y arcillas de colores grises, rosados y rojizos. Algunos niveles, especialmente los superiores contienen lentes de conglomerados con rodados de roca ígnea y fragmentos de caliza.

Rosales

El grupo de las minas Rosales se encuentra a pocos kilómetros al Oeste del pueblo de Desaguadero, a altitudes de 4,000 y 4,200 m.s.n.m.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Los depósitos consisten en minerales secundarios de cobre distribuidos en forma de ojos, bolsillos y lentes dentro de algunos horizontes de las Capas Rojas, especialmente en aquellos que contienen abundantes restos de plantas fósiles. Unas veces los lentes minerales se encuentran en las suaves ondulaciones de los planos de estratificación, y en otros casos se hallan dentro de los mismos bancos de areniscas. Los lentes son discontinuos y erráticos en el sentido del rumbo de las capas y sus espesores varían de 30 a 100 cm.

La mineralogía de estos yacimientos consiste principalmente de chalcocita, tenorita, cuprita, covellita, malaquita, crisocola, chalcantita y hematita secundaria.

El origen de estos yacimientos de cobre considerados como del tipo "Capas Rojas" es bastante discutible; y hay varios casos en el Perú. Entre las hipótesis sugeridas se estima como la más aceptable, la que supone que se han producido por precipitación de soluciones cupríferas en ambientes locales de reducción, quizá debido a la presencia de materia orgánica dentro de los sedimentos continentales de alta porosidad y permeabilidad.

Huacullani

Los depósitos de Huacullani han sido explotados por plata y plomo. Se trata de pequeños yacimientos con minerales secundarios, tales como cerargirita, anglesita, y goslarita, en ganga de óxidos de manganeso y hierro, baritina, cuarzo y arcillas.



DEPOSITOS DE LA CORDILLERA ORIENTAL

Area Pataz Buldibuyo

Esta región aurífera se encuentra en la parte septentrional de la Cordillera Oriental, inmediatamente al Este del valle del Marañón, entre altitudes de 3,000 y más de 4,000 m.

La zona fue conocida y explotada durante el incanato, a través del coloniaje y más activamente, desde 1914 hasta la década del 50 al 60. Al presente se halla casi inactiva por agotamiento (?) de las vetas en los principales distritos.

La geología regional está constituida por esquistos y filitas del Precambriano, encima con fuerte discordancia se encuentran sedimentos clásticos débilmente metamorfozados del Paleozoico inferior; ambas unidades están intruidas por granitos y granodioritas. Más localmente afloran formaciones permocarboníferas (Ambo y Mitu).

Los sedimentos del Mesozoico (calizas Pucará, areniscas Goyllarisquizga, calizas y margas del Cretáceo superior y areniscas rojas del Supra-cretáceo) se presentan como remanentes sobre el zócalo Paleozoico. Una extensa formación de piroclásticos ácidos del Terciario cubren ciertas porciones altas de la Cordillera Oriental de dicha región.

Los cuerpos de granitos y granodioritas varían desde pequeños stocks hasta macizos de dimensiones batolíticas; teniendo en cuenta sus relaciones estructurales con los sedimentos encajonantes se les considera como de edad paleozoica. También existen pequeños stocks granodioríticos (Buldibuyo) referidos al Terciario. Las estructuras dominantes son fallas regionales de rumbo NW que han dado lugar a una tectónica de graben y horst.

El área mineralizada abarca una faja de 160 km. de largo, con anchos que varían de 5 a 20 km., e incluye los distritos de Pataz, Parcoy y Buldibuyo, en cada uno de los cuales se explotaron numerosos depósitos filonianos de oro.

Los depósitos minerales a través del área se presentan como relleno de fisuras, emplazados tanto en las rocas intrusivas, como en los sedimentos paleozoicos adyacentes.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Las vetas se presentan en dos sistemas predominantes, un juego tiene rumbo N-S, variando ligeramente hasta NNW, con buzamientos al E, son generalmente las más largas; el otro sistema es E-W, con buzamientos al S. Estas últimas se disponen oblicuamente a la orientación de la faja mineralizada.

Las vetas normalmente tienen 200 a 300 m. de longitud, pero hay muchos casos de estructuras mineralizadas que alcanzan más de 3 km. de longitud (vetas en el Cerro Gigante del área de Parcoy) y profundizan hasta más de 1,000 m. Sus anchos varían entre 30 y 120 cm., pero en muchos casos se ensanchan hasta 6 m.

El relleno está constituido principalmente por cuarzo y pirita, en menores proporciones se hallan esfalerita, galena y tetraedrita. Algunas vetas contienen arsenopirita y chalcopirita.

El oro se encuentra en solución sólida e inclusiones en la pirita, también en forma de inclusiones en el cuarzo y más raramente en los otros sulfuros. Esta mineralización es uniforme a través del área.

La zona de oxidación es superficial y las columnas de riqueza, se presentan generalmente coincidiendo con las zonas de intensa alteración hidrotermal.

La mineralización aurífera de esta región, se considera genéticamente relacionada a las intrusiones graníticas consideradas del Paleozoico.

Area Tarma - San Ramón

Esta zona está ubicada en la pendiente amazónica de la Cordillera Oriental, dentro del departamento de Junín. Se caracteriza por una débil mineralización de cromita y molibdenita y por la presencia de algunos depósitos de plomo y zinc.

La mineralización de cromita se encuentra en el Cerro Tapo, en un pequeño apófisis de peridotita serpentizada, emplazada en formaciones paleozoicas. La cromita se presenta como pequeños parches y lentes escasamente distribuidos en la roca ultra básica. Es un yacimiento de segregación magmática con valores bajos en cromo.

El depósito de molibdeno más importante de esta área fue Janchiscochá, intensamente explotado en las primeras décadas del presente.

te siglo. La mina se encuentra a 4,400 m.s.n.m., a pocos kilómetros al SE del pueblo de Tarma, casi sobre la divisoria de aguas en la Cordillera Oriental.

En el área de la mina aflora un extenso cuerpo de granito intensamente fracturado. Los depósitos consisten en rellenos de fisuras, compuestos de cuarzo con molibdenita y pirita. Las estructuras mineralizadas varían desde simples venillas hasta cuerpos de varios metros de grosor, emplazados íntegramente en el granito. Los depósitos de plomo-zinc más importantes son:

Pichita Caluga

Se ubica en la ladera Norte del río Chanchamayo, a altitudes de 2,000 y 2,200 m.s.n.m., en el distrito de San Ramón, provincia de Tarma. En el área afloran las areniscas del grupo Mitu y las calizas Pucará intruídas por cuerpos de granito y graniorita. Los depósitos se encuentran dentro de cuerpos de brechas calcáreas o en materiales arcillosos. La galena es el mineral primario reconocido megascópicamente. El valor económico del yacimiento consiste en minerales secundarios de plomo y zinc con contenido de plata (minio, massicot, cerusita, smithsonita, hidrozincita, etc.) en ganga de óxidos de manganeso y hierro, y material detrítico fino.

San Vicente

Esta mina de zinc, plomo y plata se encuentra a pocos kilómetros al SW del pueblo de San Ramón, a 3,800 m.s.n.m.

Los depósitos consisten en vetas y cuerpos de reemplazamiento en las calizas Pucará, cuya mineralización está compuesta por abundante esfalerita y menores proporciones de galena, en ganga de pirita, dolomita, calcita y cuarzo.

Area Concepción - Cobriza

Esta zona mineralizada se desarrolla hacia el Este del valle del río Mantaro, en áreas de los departamentos de Junín y Huancavelica, en ella está comprendida la llamada península de Tayacaja.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Los depósitos conocidos de la región son principalmente de cobre y plomo del tipo de relleno de fisuras y cavidades, que se emplazan en las calizas Copacabana, areniscas del grupo Mitu y calizas Pucará. También hay algunos casos de yacimientos de metasomatismo de contacto. Las vetas son cortas e irregulares, con rellenos de chalcopirita y menores proporciones de galena y esfalerita en ganga de pirita y cuarzo. En el área también hay ocurrencias de mineralización de níquel y cobalto (zona de Chilifruta). Los distritos mineros más importantes son:

Coris

El pueblo de Coris se encuentra en la ladera del río Mantaro, a 3,500 m.s.n.m. En los alrededores de esta localidad y a altitudes de 3,000 a 4,000 m. se encuentran varios prospectos con minerales de cobre, plomo y zinc. La mayoría de las vetas del área son pequeñas, irregulares y mineralización errática.

Cobriza

El yacimiento más importante del área es Cobriza. La geología local consiste en calizas y lutitas del Grupo Copacabana, de edad pérmica; la formación está plegada en un anticlinal de rumbo NW. Al Noreste del yacimiento se encuentra un intrusivo granítico, cuyo contacto con los sedimentos sigue una dirección NW. Pequeños stocks de composición monzonítica ocurren en el distrito

En la secuencia sedimentaria hay un horizonte calcáreo de 10 a 25 m. de espesor compuesto de delgadas capas de calizas intercaladas con láminas de lutitas. Este horizonte está transformado a calcosilicatos en cerca de 2 km. de longitud.

La mineralización ocurre en el horizonte calcáreo y consiste en diseminaciones y bandas de pirrotita, magnética, chalcopirita y pirita. En profundidad predomina la magnetita.

Una banda maciza de chalcopirita de 50 a 200 cm. de espesor se presenta en el piso del horizonte. En muchos tramos del manto la bandada de chalcopirita se ensancha considerablemente. También están presentes arsenopirita y pequeñas cantidades de esfalerita, galena y estannita.

Area de Vilcabamba

El área de Vilcabamba se encuentra al NW de la ciudad del Cuzco, en la Cordillera Oriental, a altitudes de 3,800 a 4,800 m.s.n.m. En la parte central de esta área mineralizada se halla el pequeño poblado de Vilcabamba.

La geología de la región está representada por pizarras, esquistos y filitas del Paleozoico inferior o más antiguas; en las partes más occidentales afloran calizas marinas y areniscas rojas continentales correspondientes al Permocarbonífero y hacia el Noroeste aparecen calizas cretáceas y capas rojas del Terciario, a las que se sobreponen rocas volcánicas del Terciario medio a Superior.

Las rocas metamórficas y las sedimentarias están cortadas por cuerpos de diorita, monzonita, etc., de edad no bien definida.

Los depósitos del área son mayormente del tipo de relleno de fisuras, pero existen algunos yacimientos de reemplazamiento y diseminación, todos emplazados en calizas. La mineralización es de cobre, cobalto, níquel, uranio, molibdeno, plomo, zinc y plata, complejamente asociados en los diferentes yacimientos. Por ejemplo, hay localidades con vetas que contienen nicolita, uraninita y chalcopirita en ganga de calcita y barita; en otras las vetas presentan nicolita, pentlandita, smaltita, gersdorffita, eritrita, además de galena, tetraedrita, chalcopirita y pirrotita, en ganga de cuarzo y calcita. En otros depósitos, además de los minerales citados ocurren pirita, esfalerita, arsenopirita, loellinguita y pechblenda, en ganga de carbonatos y cuarzo. Los depósitos han sido explorados pero tienen mineralización errática y leyes bajas.

En la región hay tres sistemas de vetas, un primer grupo tiene rumbo N-S con buzamientos al Oeste o al Este, como las que ocurren en los Cerros: La Tembladera, al Oeste de Vilcabamba, o en la Quebrada de Negrillos. Otro juego de vetas tiene rumbo E-W, y el tercer sistema están orientados según NE-SW.

Area Chimboya - Aricoma

Esta zona mineralizada se encuentra en la parte meridional de la Cordillera Oriental (localmente llamada Cordillera de Carabaya), comprendiendo áreas de los departamentos de Cuzco y Puno. La región se desarrolla a altitudes de 3,500 a más de 5,000 m.

Las rocas que componen la región son principalmente paleozoicas (lutitas y pizarras del Ordovícico), areniscas y cuarcitas con intercalaciones de lutitas del Devónico, encima de las cuales hay extensos afloramientos que corresponden a los grupos Tarma, Copacabana y Mitu, del Permo - Carbonífero, así como exposiciones más reducidas de sedimentos cretáceos y volcánicos terciarios.

Las rocas paleozoicas están cortadas por numerosos cuerpos graníticos y granodioríticos, y hay otros tipos de rocas, como por ejemplo la sienita nefelínica de Olaechea. La edad de estos cuerpos intrusivos no es todavía bien conocida, algunos probablemente son paleozoicos pero otros son definitivamente mezozoicos o aún del Terciario.

En el área Chimboya - Aricoma se encuentran varios distritos mineros pequeños, todos ellos comprenden yacimientos del tipo de relleno de fisuras con mineralización de plomo, zinc, plata y cobre. Algunos contienen minerales de estaño y tungsteno en cantidades económicas. Las minas más importantes en el extremo norte son Corani y Chimboya productoras de plomo, plata y cobre. En Chimboya, algunos filones contienen wolframita, chalcopirita, piritita, cuarzo y estibinita. En la parte central se encuentran las minas Nazareth y San Rafael, cuyas vetas contienen estaño además de plomo, zinc, cobre y plata. En las partes más meridionales también se encuentran otras minas productoras de plomo, zinc, cobre y plata con estaño; por ejemplo Cerro Blindado.

Area Marcapata - Sandia

Esta zona también se halla en la porción meridional de la Cordillera Oriental pero principalmente hacia la vertiente del Inambari, y contiene una mineralización aurífera. Las pizarras y esquistos del Paleozoico inferior de esta región están cruzadas por multitud de venillas y vetas muy irregulares de cuarzo aurífero. Por su gran irregularidad las vetas auríferas no constituyen depósitos que pueden ser explotados económicamente, salvo muy raras excepciones (mina Santo Domingo). La importancia aurífera de la región reside en los depósitos de concentración mecánica, derivados de la erosión de los criaderos referidos.

A lo largo del río Inambari y sus tributarios hay extensas acumulaciones de gravas aluviales en forma de terrazas, conos de deyección, etc., que contienen horizontes o niveles con altas concentraciones de oro. Igualmente los depósitos glaciares y fluvio-glaciares de las partes altas de la Cordillera, contienen valores comerciales de oro. Un ejemplo de este último caso es el depósito de Ananea que se encuentra a 4,200 - 4,400 m. s. n. m.

DEPOSITOS DE VANADIO Y URANIO

Vanadio

Los depósitos de vanadio que ocurren en el centro del Perú están relacionados con calizas y lutitas bituminosas de la formación Pariatambo del Albiano.

El vanadio juntamente con molibdeno, cobre y uranio se hallan en pequeñas cantidades en las sustancias bituminosas de dicha formación. Su concentración en depósitos económicos como en el caso de Minas Ragra y de otros depósitos menores (Lacsacocha, Marcapomacocha, Huari, Sarao, etc.), no está bien establecida.

El yacimiento más importante de vanadio conocido en el Perú fue Minas Ragra, situado a 30 Km. al NW de Cerro de Pasco, a una altitud de 4,000 m. La explotación del yacimiento está paralizada desde varios años atrás, por agotamiento de sus reservas.

En el área de la mina afloran las Capas Rojas del Terciario, bastante plegadas y con buzamientos empinados, algo más al Oeste, en las paredes de un pronunciado farallón, afloran las calizas albianas correspondientes a las formaciones Pariatambo y Jumasha, las que se superponen a las Capas Rojas mediante una falla inversa con buzamiento al W.

En el lugar del yacimiento aflora un dique riolítico de textura porfirítica, dislocado por una falla de rumbo N-S.

El depósito principal consistió de un cuerpo lenticular de más de 100 m. de largo por 9 de ancho, compuesto de sulfuros y óxidos de vanadio intercalado entre las Capas Rojas.

El cuerpo lenticular estaba formado por patronita maciza (VS₁) y pequeñas cantidades de óxidos secundarios (vanadinita, descloizita, minasragrita, etc.), además de quisqueíta (mezcla de coque con patronita) y cokeíta (variedad de asfaltita).

La génesis del yacimiento no está bien establecida, pero es probable que el vanadio ha sido removilizado de las asfaltitas de la formación Pariatambo por algún mecanismo tectónico (?) o ígneo (?).

Las posibilidades de ubicar nuevos depósitos de vanadio queda en la prospección y exploración sistemática de la formación Pariatambo, de amplia propagación en la región andina.

Uranio

Gran parte del país ha sido objeto de prospección por depósitos de uranio. La exploración consistió en el examen de numerosas minas y prospectos metálicos, tanto en la costa como en la región andina; en el estudio de formaciones sedimentarias (Pariatambo, Capas Rojas, etc.); consideradas por su litología, ambientes de deposición, textura y estructura como favorables para la presencia de uranio; en el estudio de rocas intrusivas ácidas (granitos, pegmatitas, etc.) y formaciones piroclásticas (tufos riolíticos); y en la exploración de algunas regiones o áreas que por sus condiciones geológicas, grados de alteración, etc., se presentaban como las más promisoras para la localización de uranio.

Las exploraciones indicadas descubrieron pequeñas ocurrencias de uranio en los depósitos metálicos hidrotermales y en forma singénica en rocas intrusivas y sedimentarias. En ambos casos, las concentraciones encontradas son escasas y de baja ley.

Las investigaciones sugieren que la intensidad de radioactividad en el Perú aumenta de Oeste a Este; es débil en los depósitos metálicos de la faja costanera y parte baja de la pendiente del Pacífico, en tanto que en las fajas de mineralización polimetálica es mucho mayor (indicadas por los registros hechos en los depósitos de Sayapullo, Morococha, Colquijirca, Vilcabamba, etc.).

En el área de Vilcabamba de la Cordillera Oriental, se han encontrado las anomalías radioactivas más fuertes. En las vetas de dicha región hay pequeñas proporciones de uraninita, asociada con minerales de cobre, cobalto y níquel. Las vetas son angostas, de estructura irregular y mineralización errática. Los pequeños bolsillos de mineral con uraninita son considerados no comerciales.

Algunas condiciones geológicas de la Cordillera Oriental (extensas formaciones continentales, afloramientos de granito rosado con radioactividad anómala) y las características propias de su metalogenia (ocurrencias de asociaciones de cobre-níquel-cobalto), sugieren que dicha región es la más promisoras para la exploración por minerales radioactivos de valor económico.



BIBLIOGRAFIA

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

-- A --

Amstutz, G. C., Ramdohr, P. and

De las Casas F. (1957).

A new low temperature mineral of hydrothermal origin from Cerro de Pasco:
Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 32, p. 25-33.

Amstutz, G. C., and Ward, H. J., (1956).

Geología y Mineralización del depósito de plomo de Matagente, Cerro de Pasco: Primer Congreso Nacional de Geología, Nov. 1955. Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo 30, p. 13-13

Arenas F., M. (1967).

Fracturamiento, Estructuras de las Vetas y Controles de Mineralización de las Minas Julcani, Huancavelica: X Convención de Ingenieros de Minas del Perú.

-- B --

Bellido B., E. y Simons, F. S. (1957).

Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Perú:
Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 31, p. 88.

Bellido B., E. (1960).

Yacimiento de Hierro de Tambo Grande, Departamento de Piura.
Rev. Ingeniero Geólogo N° 11, p. 9-12.

Bellido B., E. (1966).

Geología y Depósitos Minerales en la parte Sur de la Provincia de Castrovirreyna. Tesis Grado de Bachiller U.N.M.S.M.

Bellido B., E. y Manrique, A. (1954).

Geología de los Yacimientos de Tungsteno de Mundo Nuevo y La Victoria. Instituto Nacional Investigación y Fomento Minero. Bol. N° 12.

Bellido B., E. y Narváez, S. (1960).

Geología del Cuadrángulo de Atico. Comisión Carta Geológica Nacional. Bol. 2 - 59 p.

Bellido B., E. (1969).

Sinopsis de la Geología del Perú.
Servicio de Geología y Minería, Perú: Bol. 22 - 54 p.

Bellido B., E. y Guevara, C. (1963).

Geología de los cuadrángulos de Punta de Bombón y Chimú.
Com. Carta Geológica Nac. Bol. 5 - 92 p.

Bellido B., E. (1965).

Geología del Cuadrángulo de Moquegua. Servicio de Geología y Minería:
Bol. 15. Inédito.

Bellido B., E., De Montreuil D., L. y Girard P., D. (1969).

Aspectos Generales de Metalogenia del Perú XI. Convención de Ingenieros de Minas del Perú. Servicio de Geología y Minería del Perú, 96 p.

- Bellido, B. E. (1947).**
Notas geológico-mineras, inéditas, de las minas y prospectos de la Cordillera Negra. Departamento de Ancash. Información obtenida durante los trabajos de campo con la Comisión del U.S. Geological Survey.
- Bellido, B. E. (1950).**
Notas geológicas, inéditas, del yacimiento de hierro de Marcona, Ica - Información obtenida durante el estudio de campo del yacimiento, por la Comisión del Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros. (J. Fernández, S. Bellido, A. Rosenweig y F. Wasworth).
- Bellido, B. E. (1956).**
Notas geológico-mineras, inéditas, de los depósitos de plomo y zinc del distrito de Tambo, Prov. La Mar, Ayacucho. Información obtenida durante los trabajos de campo con la Comisión del U. S. Geological Survey.
- Bellido, B. E. (1953).**
Notas geológicas, inéditas, de las minas Atacocha y Milpo. Prov. y Departamento de Pasco. Información obtenida durante los trabajos de campo con la misión de U.S. Geological Survey (1952-1953).
- Bellido, B. E. (1950).**
Informe geológico-minero de la mina Asunción. Dist. de Querocoto, Prov. de Chota - Cajamarca (inédito).
- Bellido, B. E. (1953).**
Notas geológicas inéditas, del yacimiento de hierro de Rondoni. Información tomada durante los trabajos de campo con la misión del U. S. Geological Survey.
- Bellido, B. E. (1952).**
Notas geológico-mineras, inéditas, de las minas y prospectos de las áreas de Huallanca - La Unión, en Huánuco. Información obtenida durante los trabajos de campo con la misión del U. S. Geological Survey en Junio y Julio.
- Bellido, B. E. (1954).**
Notas geológico-mineras, inéditas, de las minas de Caudalosa y San Genaro, Castrovirreyna - Huancavelica. Información obtenida durante el estudio de las minas del distrito de Castrovirreyna con la misión del U. S. Geological Survey.
- Bellido, B. E. (1958).**
Informe de las minas Canaura, Cercana, Navidad y Prospecto de Tres Angeles, del área de Palca, Provincia y Departamento de Tacna (Inédito).
- Bellido, B. E. (1958).**
Informe de la mina Santa Rosa. Distrito de Sama, Provincia y Departamento de Tacna. (Inédito).
- Bellido, B. E. (1958).**
Informe de las minas y prospecto del área de Cerro Chare, Distrito de Palquilla, Prov. de Tarata, Tacna. (Inédito).
- Bellido, B. E. (1958).**
Informe de las minas Vitaminas II y Tacna del área de Molleraco. Distrito de Susapaya, Prov. de Tarata, Tacna. (Inédito).
- Bellido, B. E. (1958).**
Informe de la mina Norvill y prospectos de la Quebrada de Ilabaya. Distrito de Ilabaya. Prov. de Tarata, Dpto. de Tacna.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

- Bellido, B. E. (1963).**
Aspecto Geológico y Minero del Sur del Perú. Conj. en la Sociedad de Ingenieros del Perú, con motivo del 65 Aniversario Institucional.
- Bellido B., E. (1967).**
Observations generales sur la preparation de la Carte tectonique preliminaire du Perou, 1:1'000,000. Commission de la Carte Geologique du Monde, Reunion de Montevideo. Bull. 7 p. 56-59.
- Bellido B., E.**
Importancia de los estudios geológicos en el desarrollo económico de los pueblos. Gaceta Sanmarquina.
- Bellido B., E. (1956).**
Geología del Curso Medio del Río Huaytará. Provincia de Castrovirreyna, Departamento de Huancavelica. Bol. Soc. Geológica del Perú. Tomo 30.
- Bellido B., E. Simons, F. S. y Narváez, S. (1956).**
Mapa Geológico del Perú. Escala 1:2'000,000. Soc. Geológica del Perú.
- Bellido B., E. (1970).**
Metalogenia y Potencial de Hierro del Perú. I Congreso Latino-Americano de Geología. Resumen p. 101-102.
- Bodenlos, A. J. y Erickson, G. E. (1953).**
Lead-zinc deposits of Cordillera Blanca and Northern Cordillera Huayhuash, Perú. U.S.G.S. Bull. 1017.
- Bodenlos, A. J. y Straczek, J. A. (1957).**
Base-Metal deposits of the Cordillera Nueva Departamento de Ancash, Perú. U.S.G.S. Bull. 1040.
- Bean, J. H. y Salazar, H. (1970).**
Investigación Geológica del Area Mineralizada de Tinyaclla. Servicio de Geología y Minería: Informe Inédito.
- Bronkhorst, D. (1970).**
Geología de las Minas San Cristóbal. Primer Congreso Latinoamericano de Geología. Lima-Perú. Vol. Geología de los yacimientos minerales operados por la Cerro de Pasco Corporation. p. 86-109.
- Barrantes, E. (1970).**
Geología y Estructura del Yacimiento del Proyecto Morococha. Primer Congreso Latinoamericano de Geología. Lima, Perú. Bol. Geología de los Yacimientos Minerales Operados por la Cerro de Pasco Corporation. p. 131-155.
- Bastin, E. S. (1957).**
Interpretation of Ore Textures. Geol. Soc. of América Mem. 45, 101 p.
- Buerger, N. W. (1934).**
The unmixing of chalcopirita from sphalerita. Am. Mineralogist V. 19. p. 525-530.
- Ballón M., A. (1969).**
Informe sobre la Geología y Mineralización del Area de Almacén, Prov. de Chíncha, Departamento de Ica. Servicio de Geología y Minería. Inf. Inédito.

— C —

Caminatti, L. (1944).

Informe sobre el reconocimiento proyectado a la Zona Micácea de los Depósitos del Sur del Perú: Bol. N° 130 del Cuerpo de Ings de Minas del Perú.

Cahoon, B. G. (1970).

Geología de la Mina Cobriza. Primer Congreso Latinoamericano de Geología, Lima-Perú. Vol. Geología de los yacimientos minerales operados por la Cerro de Pasco Corporation: p. 41-61.

Chukhrov, F. V. (1966).

Present views on colloids in ore formation.
International Geol. Review, v. 8. p. 336-345.

— D —

De Montreuil D., L. A. (1969).

Estudio Minerográfico de muestras procedentes de la mina Gran Bretaña, Huancayo, Departamento de Junín. Servicio de Geología y Minería: Perú. Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1970).

Informe Minerográfico de muestras de la Veta Finlandia (Mina Colqui), Nivel 437, Tajo 725. Compañía Minera Huambar, S. A.: Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1969).

Estudio Minerográfico de muestras procedentes del yacimiento de Santo Toribio (Ancash. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1970).

Paragénesis Mineral en el Yacimiento Consuelo, Huancavelica. Compañía de Minas Buenaventura: Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1969).

Mineralogía de la Veta Caudalosa, Castrovirreyna, Huancavelica, Perú. Corporación Minera Castrovirreyna, S. A. Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1969).

Mineralogía del Yacimiento de Santo Toribio. Compañía Minera Santo Toribio S. A. Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1967).

Estudio Minerográfico de muestras del área de Ticapampa, Ancash. Servicio de Geología y Minería del Perú. Informe Inédito.

De Montreuil D., L. A. (1967).

Estudio Minerográfico de Muestras del área de Ticapampa, Ancash. Servicio de Geología y Minería.

De Montreuil D., L. A. (1969).

Ocurrencia de Vallerita en Atacocha, Perú. Servicio de Geología y Minería. Informe Inédito.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERÚ

- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Minerográfico de muestras de la Mina Raúl, Mala. Compañía Minera Pativilca, S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Estudio Minerográfico de muestras procedentes del Cuadrángulo de Cajamarca. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Estudio Minerográfico y muestras del Area de Consuzo, Ancash. Servicio de Geología y Minería - Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Estudio Minerográfico de muestras procedentes de la Mina Colqui. Compañía Minera Huámpar, S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Minerográfico de Muestras del área de Milpo, Pasco. (Muestras de Porvenir 8: Vetas, 5, 6 y 7). Cía. Minera Milpo S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Estudio Minerográfico de muestras procedentes de Aguas Verdes, Carhuacayán, Tirol y los Cocos. Sindicato Minero Río Pallanga S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Estudio Minerográfico de muestras de la Galería 666 1345, Mina Carhuacayán. Sindicato Minero Río Pallanga S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Minerográfico de muestras procedentes de Uchucchacua, Veta Luz, Nivel 490. Cía. de Minas Buenaventura S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Petrografía y Minerografía de Algunas muestras procedentes del Yacimiento de Colquijirca, Perú. Soc. Minera El Brocal S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Informe Petrográfico y Minerográfico de muestras procedentes del Prospecto Minero de Yanantauri. Provincia de Cajatambo, Departamento de Lima, Perú. Empresa Minera Gran Bretaña, S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Minerografía del Yacimiento de Toquepala. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Minerográfico de muestras del área de Huachocolpa, Huancavelica. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Minerográfico de Muestras procedentes del área de Acari, Arequipa. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Minerográfico de muestras del depósito de hierro de Tambo Grande, Piura. Servicio de Geología y Minería Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Informe Minerográfico de muestras de la Mina Marta. Dist. de Huando, Provincia de Huancavelica. Serv. de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.

SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA

- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Estudio Mineragráfico de muestras procedentes de Andahuaylas y Cotabambas Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Estudio Mineragráfico de muestras de la Mina Acari, Arequipa. Servicio de Geología y Minería, Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Mineragráfico de Muestras de la Zona de Pandachi, Cuadrángulo de Incahuasi, Departamento de Lambayeque.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Mineragráfico de muestras de la mina Algamarca. Cía. Minera Algamarca, S.A.: Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Mineragráfico de Muestras de la Mina Alpamarca (Zona Esperanza). Sindicato Minero Río Pallanga S.A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Mineragráfico de Muestras procedentes de la Mina Consuelo, Huachocolpa, Huancavelica. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Mineragráfico de muestras del área de Huachocolpa, Huancavelica. Algamarca S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1971).**
Informe Mineragráfico de muestras procedentes del Cuadrángulo de Chala, Arequipa. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Mineragráfico del Distrito Minero de Cata, Cuadrángulo de Lunahuaná. Servicio de Geología y Minería. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1967).**
Geología del Distrito Minero de San Cristóbal, Provincia de Yauli, Departamento de Junín. Tesis de Grado Bachiller. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Inédita.
- De Montreuil D., L. A. 1968).**
Mineralogy and Geochemistry of Selenides. M. Sc. Thesis, Imperial College. University of London. Inédita. 224 p.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Minerografía y Petrografía de Muestras de San Vicente. Compañía Minera San Ignacio de Morococha S. A. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1969).**
Estudio Mineragráfico de Muestras del Denuncio Huacullani, Provincia de Chucuito, Puno. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Mineragráfico de Muestras de la Mina La Lolita, Área de Salpo, Departamento de La Libertad. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.
- De Montreuil D., L. A. (1970).**
Informe Mineragráfico de Muestras procedentes del Área de Salpo (Veta Milluachaqui. Servicio de Geología y Minería. Perú. Informe Inédito.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Del Solar, C. (1944).

Informe Preliminar sobre los yacimientos de hierro de Yaurilla: Boletín No. 130 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.

De Habich, E. A. V. (1904).

Los yacimientos de níquel de Rapi y los de tungsteno de Lircay. Bol. 11 Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú. p. 5-30.

— E —

Ericksen, G. E., Iberico, M.m.M. y Petersen B., U. (1956)

Geología del Distrito Minero de Hualgayoc, Departamento de Cajamarca, Perú. Instituto Nacional de Invest. y Form. Minero. Bol. N° 16.

Edwards, A. B. (1954).

Textures of the ore minerals and their significance. Austr. Inst. Min. Met., Melbourne, 242 p.

Evans, R. B. y Greenwood, P. G. (1968).

Electromagnetic Surveys for Metalliferous Mineral Deposits in Selected Areas of Central Perú. Inst. of Geol. Sciences.

London Geophysical Division, Report No. GP/0/39. 29 p.

— F —

Fernández Concha, J. (1951).

Geología de las Manchas B. M. 13 K. y C. en Marcona, Ica. Instituto Nacional de Investigaciones y Fomento Minero. Bol. N° 1.

Fernández Concha, J. y García y García, M. (1961).

Cobrizo. Un nuevo tipo de Yacimiento en el Perú: Convención de Ingenieros de Minas del Perú.

Fernández Concha, J. y Amstutz, G. C. (1956).

El Yacimiento de Hierro Sedimentario del Cerro Casca y Tarpuy. Anuario III. Conv. Ingenieros de Minas del Perú. Tomo II. p. 8-15.

Fernández Concha, J. (1952).

Sobre el Origen de algunos depósitos de hierro en el Perú. Revista Minería Peruana N° 1.

Fernández Concha, J. y Sotillo P., C. (1951).

El hierro en el Perú - Marcona, Yaurilla, Huancavelica y Tambo Grande. Bol. Inst. Nac. Invest. y Fom. Minero.

Fuchs, F. G. (1943).

Los yacimientos de Mineral de Hierro en la Costa del Perú. Revista Minería Peruana No. 17 y No. 18.

— G —

- Gabelman, J. W. (1959).**
Vilcabamba Uranian Deposits. Cuzco. Departamento, Perú U. S. Atomic Energy Comm. RME-4551.
- Gabelman, J. W. (1961 a).**
The application of hydrothermal zoning to uranium exploration. U. S. Atomic Energy Comm. RME-4579.
- Gabelman, J. W. (1961 b).**
Mineral Zoning in the Colquijirca and Cerro de Pasco district, Departamento of Pasco, Perú. U. S. Atomic Energy Comm. RME-4578.
- Gabelman, J. W. (1961 c).**
Tectonics, hydrothermal zoning and uranium in the Central Andes. Soc Geol. del Perú, Tomo 36, p. 67-101.
- Gabelman J. W. y Boyer, W H. (1958).**
Relationship of uranium deposits to feeder structures, associated alteration and mineral zones in survey of raw material resources. United Nations. International Conf. on the Peaceful of Atomic Energy, Ind. Prvc. Vol. 2. p. 338-350.
- García y Lastres, N. (1948).**
Las grandes expectativas económicas de los yacimientos de Asfaltita Vanadínifera de la región central del Perú. Bol. N° 3 de la Soc. Prog. de la Pequeña Minería. Vol N° 1.
- Graton, L. C. y Bowdith, S. (1936).**
Alkaline and acid solutions in hypogene zoning at Cerro de Pasco: Econ. Geol. Vol. 31. p. 651-698.
- Goldschmidt, V. M. (1962).**
Geochemistry, Oxford University Press. London 130 p.

— H —

- Haapala, P. (1949).**
On Morococha, Breccias: Soc. Geol. del Perú, Vol. Jubilar, XXV Aniversario, Parte II, Fasc. 2-11 p.
- Haapala, P. (1953).**
Morococha anydrite: Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo XXVI, p. 21-32.
- Hosmer, H. L. (1955).**
Geology of San Cristóbal El Serrano. Vol. VI. N 65. La Oroya, Perú.
- Hampel, C. A. (1954).**
Rare Metals hand book Reinhold Publishing Corporation, New York, 657 p.

— J —

- Johnson, R. F., Lewis, R. W. y Abela, G. (1955).**
Geology and Ore Deposits of the Atacocha District. Departamento de Pasco, Perú. U. S. Geol. Survey Bull. 975-E.
- Johnson R. F. y Manrique, A. (1955).**
Yacimientos de plomo y zinc de la región de Río Pallanga, Departamento de Junín y Lima. Inst. Nac. Invest. y Fom Minero. Bol. N° 13.

— K —

- Kobe H. W. (1961).**
Idaita-Mineral de cobre en Yauricocha: Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 36, p. 103-114.
- Kruger, F. C. y Lacy, W. C. (1949).**
Geological Exploration of Geophysical Anomalies, near Cerro de Pasco, Perú: Economic Geology V. 44, p. 485-491.
- Kates, R. G., Kent, D. F. y Fernández Concha, J. (1951).**
Geology of the Huancavelica uick Silver District. U. S. Geol. Survey Bull. 1975-A.
- Kulp, J. L., Amstutz, G. C. y Eckelmann F. D. (1957).**
Lead Isotope Composition of Peruvian Galenas. Economic Geology V. 52 p. 914-922.
- Kiilsgaand, T. y Bellido B. E. (1959).**
Recursos Minerales. Plan Regional para el Desarrollo del Sur del Perú. 146 p.

— L —

- Lacy, W. C. (1949).**
Oxidation Processes and Formation of Oxide Ore at Yauricocha. Soc. Geol. del Perú, V. Jubilar XXV. Aniversario, Parte II, fasc. 12-15 p.
- Lacy, W. C. (1953).**
Differentiation of igneous rocks and its relation to ore deposition in Central Perú: Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 26, 121-138 p.
- Lacy, W. C. y Hosmer, H. L. (1956).**
Hydrothermal Leaching in Central Perú: Econ. Geol. V. 51. p. 59-79.
- Lewis, R. W. (1956 a).**
The Geology and Ore Deposits of the Quiruvilca district, Perú. Econ. Geol. V. 51, p. 41-63.
- Lewis, R. W. (1956 b).**
Geology and Mineralogy of the Castrovirreyna Mining District. Huancavelica. Bol. Soc. Geológica del Perú. Tomo 30.
- Lewis, R. W. y Narváez, S. (1955).**
Los depósitos minerales de la provincia de Cajatambo Inst. Nac. Invest. y Fom. Minero. Bol N° 13.
- Lacy, W. C. (1958).**
Porphyry Copper Deposit, Cuacone, Perú. Mining Eng. January p. 104-107.
- Legault, R. Z. y Patiño-Patroni, R. (1967).**
Geology and Methods of Exploration in the Marcona Mining District. Marcona Information Book 1968.
- Lowell, J. D. y Guilbert, J. M. (1970).**
Lateral and Vertical Alteration - Mineralization Zoning in Porphyry Ore Deposits. Econ. Geol. V. 65, p. 373-407.

— M —

- McKinstry, H. E. y Noble, J. A. (1932).**
The Veins of Casapalca, Perú. *Economic Geology* V. 27. p. 501-522.
- Masías, A. (1929).**
Geología de la Región Minera de Castrovirreyna. *Bol. Soc. Geológica Perú.*
Tomo 3.
- McKinstry, H. E. (1936).**
Geology of the Silver Deposit at Colquijirca, Perú.
Economic Geology V. 31, p. 618-635.
- Meléndez M., R. A. (1967).**
Ensayo Metalogénico de los Yacimientos de Hierro en el Perú. Tesis
de grado. Ing. Univ. Ingeniería Facultad de Minas.

— N —

- Núñez, J. W. (1970).**
Geología de la Mina Casapalca. Ier. Congreso Latino-Americano de Geología
Lima - Perú. Vol. Geol. de los Yacimientos Minerales operados por la
Cerro de Pasco Corporation. p. 1-11.

— O —

- Orbegoso P., O. (1967)**
Estudio Geológico del Yacimiento Minero de Carhuacayán. Tesis de grado
Bachiller U.N.M.S.M. 67 p.
- Orbegoso P., O. (1971)**
Estudio Geológico de la Zona Candelaria, Mina Carhuacayán. Sindicato
Minero Río Pallanga S. A.: Informe Inédito.
- Oikawa, J. (1968).**
Geología y Depósitos Minerales de la Mina Huanzalá, Perú *Journal of the
Soc. Min. Geol. of Japan*, V. 18, N: 88, p. 39-46. (En japonés).

— P —

- Petersen, U. (1955).**
Geología de la Región Minera Viso - Aruri. *Bol. Soc. Nac. de Minería y Pe-
tróleo.* N° 42, p. 3-28; N° 43, p. 3-36; N° 44, p. 3-39.
- Petersen, U. y García y G., M. (1959).**
Geología del Yacimiento de Antamina, Ancash, V. Convención de Ingenie-
ros de Minas del Perú, *Anales Sec. Geología y Yacimientos*, P. 12-24.
- Petersen, U. (1958 a).**
Plutones y Mineralización en los Andes del Perú, Bolivia y Chile. *Bol. Soc.
Geológica del Perú.* Tomo 33 p. 219-240.
- Petersen, U. (1958 b).**
Estructura y Levantamiento de los Andes del Perú, Bolivia, Chile y par-
tes adyacentes de Argentina. (Traducción). Vol. *Soc. Geol. del Perú.* Tomo
33, p. 145-218.

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

- Pflücker, L. (1906).**
Yacimientos de Fierro de Aija y Colleycancha. Bol. N° 36 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.
- Porturas, A. (1954).**
Estudio Geológico de la Región de Raura. Bol. Soc. Nac. de Minería y Petróleo No. 39 y 40.
- Petersen, U. (1965).**
Regional Geology and Major Ore Deposits of Central Perú.
Econ. Geology. Vol. 60. N° 3, p. 407-476.
- Petersen, U. (1962).**
Génesis of Ore Deposits in the Andes of Central Perú.
PL. D. Thesis, Harvard University, Cambridge.
- Pastor, J. (1970).**
Geología de los Yacimientos Minerales de Morococha. Primer Congreso Latinoamericano de Geología Lima - Perú. Volumen. Geología de los yacimientos operados por la Cerro de Pasco Corporation. p. 62-85.
- Pinto, J. (1970).**
Geología de la Mina Yauricocha. Primer Congreso Latinoamericano de Geología, Lima - Perú. Vol. Geología de los Yacimientos Minerales operados por la Cerro de Pasco Corporation. p. 110-130.
- Perry, V. D. (1961).**
Significance of Mineralized breccia Pipes. Am. Inst. Mining Metall Petroleum Engineers. Trans. V. 220 p. 216-226.

— R —

- Rivera G., N. (1970).**
Geología del Distrito Minero de Cerro de Pasco Primer Congreso Latinoamericano de Geología, Lima - Perú.
Vol. Geología de los Yacimientos Minerales Operados por la Cerro de Pasco Corporation, p. 12-40.
- Reyes R., L. (1969).**
Informe Geológico del Prospecto Yanantauri de la provincia de Cajatambo, Departamento de Lima. Empresa Minera Gran Bretaña, S. A. Informe Inédito.
- Richard, K. y Courtright, J.H. (1958).**
Geology of Toquepala, Perú. Mining Eng. p. 262-266.
- Ruiz F., C. y Colaboradores (1965).**
Geología y Yacimientos Metalíferos de Chile. Inst. de Investigación Geológica de Chile. Santiago de Chile. 305-p.
- Rose K., E. (1954).**
Geología y Reservas Mineras de la Mina Pichita. Caluga: Bol. Soc. Nac. de Minería y Petróleo N° 34 y 35.

— S —

- Schwartz, G.M. (1947).**
Hydrothermal alteration in the porphyry Copper Deposits.
Econ. Geology v. 42, p. 312-352.

Simons, F. S. y Bellido B., E. (1956).

The iron deposit of Cerro Huacravilca, Junín. Bol. Soc. Geol. del Perú: Primer Congreso Nac. de Geología. Parte I, Tomo 30, p. 359-374.

— T —

Tarnawiescki, M.C. (1926).

Geografía Económica y Geografía Minera de la Provincia de Pataz: Bol. de la Soc. Geográfica de Lima, Tomo XLIII, Trimestre 2º y 3º.

Terrones, A.J. (1949).

La Estratigrafía del Distrito Minero de Morococha: Soc. Geol. del Perú. v. Jubilar, XXV Aniversario Parte II. fasc. 8, p. 1-15.

Terrones, A.J. (1954).

Generalidades Mineralógicas en el distrito de Cerro de Pasco: Minería Año 2, N° 6, p. 19-30.

Terrones, A.J. (1957).

Structural Control of Contac Metasomatic Deposits in the Peruvian Cordillera. Mining Engineering, p. 365-372.

Torres V., D. (1944).

Antimonio en el Sur del Perú. Bol. N° 130, del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.

Tosi, P.A. (1956).

Geología y Mineralización en Carahuacra, Junín: Bol. Soc. Geol. del Perú, Tomo 30, p. 375-384.

Titley S.R. y Hicks, C.L. (1966).

Geology of the Porphyry Copper deposits. The University of Arizona. Press, Tucson, Arizona. 287, p.

— U —

Umlauff, A. (1904).

El cinabrio de Huancavelica: Bol. N° 7 del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú.

— V —

Valdez C., G. (1967).

Yacimientos de Hierro del Area de Capacmarca - Colquimarca - Velille. X. Convención de Ingenieros de Minas del Perú.

— W —

Ward, H.J. (1959).

Sulfide Orebodies at Yauricocha, Central Perú. Replacements of organic rufs? Economic Geology., v-54, p. 1365-1379.

Ward, H.J. (1961).

The pyrite body and Copper Orebodies, Cerro de Pasco Mine, Central Perú. Economic Geology v. 56, p. 402-422.

INDICE

Prólogo	V
Introducción	VII
ASPECTOS MORFOESTRUCTURALES	
Cordillera de la Costa	3
Llanura Costanera	4
Cordillera Occidental	4
Cadena de Conos Volcánicos	5
Valles y depresiones Interandinas	6
Cuenca del Titicaca	7
Cordillera Oriental	8
Cordillera Subandina	9
Llanura del Amazonas	11
Montaña del Shira	12
Llanura de Madre de Dios	12
SINTESIS DEL DESARROLLO GEOTECTONICO	
Orogénesis Precambriana o Paleozoica Antigua	19
Orogénesis Hercínica	19
Orogénesis Andina	20
Plegamiento en la Cuenca Oriental	21
Levantamiento Andino	22

MINERALIZACION	23
Oro	26
Plata	26
Platino	27
Plomo — Zinc	27
Cobre	28
Hierro	29
Tungsteno	29
Molibdeno	29
Manganeso	30
Titanio	30
Estaño	30
Bismuto	31
Arsénico	31
Antimonio	32
Mercurio	32
Cadmio — Indio — Selenio — Teluro — Talio — Galio — Germanio	33
Niquel y Cobalto	33
Vanadio	34
Uranio	34
Cromo	35
Pegmatitas	35
PROVINCIAS METALOGENICAS	37
Provincia Metalogénica Andina Occidental	40
Area de hierro de la cadena Costanera Meridional	40
Sub provincia cuprífera de la vertiente del Pacífico	41
Sub provincia polimetálica del Altiplano	44
Mineralización en rocas volcánicas	46
Mineralización en rocas sedimentarias	49
Provincia Metalogénica Andina Oriental	52
Epocas de Metalización	53
Provincias metalogénica Andina Occidental	54
Provincia metalogénica Andina Oriental	56
DESCRIPCION SUMARIA DE LOS PRINCIPALES YACIMIENTOS	57
Depósitos en las rocas metamórficas de la cadena costanera	59
Depósito de mica	60
Hierro	60
Marcona	60
Acari	61
Morritos	61
Tambo Grande	62

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Depósitos de la Sub Provincia cuprífera del Pacífico	63
Toquepala	63
Quellaveco	64
Cuajone	65
Cerro Verde	65
Chapi	66
Distrito de Acari	67
Condestable	67
Raúl	68
Eliana	69
 Depósito en la faja de rocas volcánicas	 70
 Area de Salpo - Quiruvilca	 70
Salpo	70
Quiruvilca	71
 Area de la Cordillea Negra	 72
Patara	72
Pueblo Libre	72
Colquipocro	72
Jacanca	73
Huancapeti — Collaracra	73
 Area Canta - Huarochirí	 73
Colqui	74
Visu — Auri	74
Casapalca	74
 Area Castrovirreyña	 76
Castrovirreyña	76
Huachocolpa	76
 Area Puquio — Cailloma	 77
San Juan	77
Sucuitambo	77
Cailloma	78
Oropampa	78
Arcata	78
 Area Condoroma — Palca	 79
Condoroma	79
Kata	79
Palca	79
 Area Santa Lucía	 79
Berenguela	80
 Depósitos en la faja de rocas sedimentarias	 80
 Areas Orientales de Piura y Septentrionales de Lambayeque y Cajamarca	 80
Mina Turmalina	80
Otros depósitos en la zona Septentrional	81
 Area Sinchao — Michiquillai	 81
Hualgayoc	81
Punre	82
Michiquillay	82

SERVICIO DE GEOLOGIA Y MINERIA

Area Sayapullo — Antamina	83
Sayapullo — Algamarca	83
Mundo Nuevo — Pasto Nuevo	83
Magistral	84
Lado Oriental de la Cordillera Blanca	85
Antamina	85
Tuco — Chira	86
Area Huallanca — Oyón	86
Huallanca	86
San José de Huanzalai	87
Pachapaqui	87
Paclón Llamac	88
Raura	88
Anamaray	89
Uclucchacua	90
Area de Pasco	90
Rondoni	91
Vinchos	91
Atacocha	91
Cerro de Pasco	91
Colquijirca	95
Area Huarón — Carhuacayan	96
Huarón	97
Río Pallanga	97
Chungar	98
Santander	98
Carhuacayan	99
Area Morococha — Yauricocha	100
Morococha	101
San Cristóbal	104
Carahuacra	106
Gran Bretaña	106
Yauricocha	107
Area Cercapuquio — Tinyacila	108
Cercapuquio	108
Huacravilca	109
Tinyacila	110
Area Lircay — Huancavelica	111
Santa Bárbara	111
Julcani	112
Area Andahuaylas — Yauri	113
Andahuaylas	114
Pampachiri	115
Tintay	115
Señor de Huarquiza	115
Capacmarca — Velille	115
Ferrobamba	116
Chillioroya	117
Tintaya	117

ASPECTOS GENERALES DE LA METALOGENIA DEL PERU

Area Desagtiadero	118
Rosales	118
Huacullani	119
Depósitos de la Cordillera Oriental	120
Area Pataz Buldibuyo	120
Area Tarma — San Ramón	121
Pichita — Caluga	122
San Vicente	122
Area Concepción — Cobriza	122
Coris	123
Cobriza	123
Area de Vilcabamba	124
Area Chimboya — Aricoma	124
Area Marcapata — Sandia	125
Depósitos de Vanadio y Uranio	126
Vanadio	126
Uranio	127
BIBLIOGRAFIA	129
INDICE	143



PUBLICACIONES DEL S.G.M.

Carta Geológica Nacional.

Geología Económica.

Geodinámica y Geología Aplicada.

Estudios Especiales.

