

REPUBLICA DEL PERU

SECTOR ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y MINERIA

BOLETIN No.29

Geología de los Cuadrángulos de Puquina
Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma

Hojas: (34-t), (34-u), (34-v), (34-x), (34-y).

Por: Wilfredo García Márquez.



SETIEMBRE 1978

Editado por el Instituto de Geología y Minería
LIMA - PERU

REPUBLICA DEL PERU

SECTOR DE ENERGIA Y MINAS

INSTITUTO DE GEOLOGIA Y MINERIA

BOLETIN N° 29

Geología de los Cuadrángulos de Puquina,
Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma

Hojas: (34-t), (34-u), (34-v), (34-x), (34-y)

Por. Wilfredo García Márquez



SETIEMBRE 1978

Editado por el Instituto de Geología y Minería

LIMA - PERU

Dr. FERNANDO MONTERO ARAMBURU
Ministro de Energía y Minas

Ing. MARIO SAMAME BOGGIO
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

Ing. FRANCISCO SOTILLO PALOMINO
Director Ejecutivo del INGEMMET

Contenido

RESUMEN	1
Capítulo I.....	3
INTRODUCCION	3
Ubicación y Extensión	3
Vías de Acceso	3
Base Topográfica	5
Centros Poblados	6
Método, sistema y duración del trabajo de campo	7
Estudios Previos	7
AGRADECIMIENTOS	8
Capítulo II	9
FISIOGRAFIA	9
Estribaciones de los Andes Occidentales	9
Arco del Barroso	11
Altiplano	11
Capítulo III.....	13
ESTRATIGRAFIA	13
COMPLEJO BASAL DE LA COSTA	13
VOLCANICO CHOCOLATE	13
FORMACION SOCOSANI	16
FORMACION YURA	17
Miembro Puente	18
Miembro Cachíos	21
Miembro Labra	22
Miembro Gramadal	23
FORMACION HUANCANE	23
GRUPO MOHO	24
FORMACION OMATE	24
VOLCANICO MATALAQUE	26

GRUPO TOQUEPALA	27
FORMACION OMOYE	28
FORMACION JAHUAY	29
FORMACION PICHU	30
VOLCANICO TACAZA	31
Miembro Inferior	32
Miembro Medio	32
Miembro Superior	33
FORMACION MAURE	34
FORMACION MILLO	35
VOLCANICO SENCCA	36
FORMACION CAPILLUNE	37
GRUPO BARROSO	38
VOLCANICO CHILA	39
VOLCANICO BARROSO	40
DEPOSITOS CUATERNARIOS	40
Terrazas Antiguas	40
Flujos de Barro	41
Depósitos Lacustres	41
Depósitos Fluvioglaciares	42
Depósitos Piroclásticos	42
Depósitos aluviales	43
Bofedales	43
Depósitos Fluviales	43
Capítulo	45
ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS	45
Generalidades	45
Dioritas básicas	46
Diorita Potásica Cuarcífera	46
Monzonita	46
Tonalita porfirítica	47
Granodiorita	47
Granito	47
Capítulo V	49
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	49
Plegamiento	50
Sinclinal Canasán	50
Flexuramiento al Oeste del Sinclinal Canasán	50

Anticlinal Chapi y Ochón	51
Anticlinal Sulachaje	51
Anticlinal Chahuarane	51
Flexuras de Quinistaquillas	52
Sinclinal de Carumas	52
Fallamiento	52
Fallas de orientación sureste-noroeste	53
Fallas de orientación Este-Oeste	54
Capítulo VI	55
GEOLOGIA ECONOMICA	55
Mina Chapi	55
Mina Hornillos	56
Prospecto Quequesana	56
Prospecto Tagahualín	57
Prospecto San Francisco	57
Prospecto Asabaya	57
Depósitos de plata, plomo y otros minerales	58
Capítulo VII	59
GEOLOGIA HISTORICA	59
ANEXO A	63
BIBLIOGRAFIA	65

RESUMEN

El área objeto del presente estudio, se encuentra ubicada en la región sur del País, incluye parte del flanco oeste de la Cordillera Occidental, la Cordillera Oriental y el Altiplano; cubriendo una superficie aproximada de 14,000 Km².

Geomorfológicamente destacan dos rasgos bien definidos: el Arco del Barroso, como representante conspicuo de una actual zona positiva y en contraposición a éste, el valle labrado por el río Tambo como zona negativa.

La columna estratigráfica está constituida por el Complejo Basal de la Costa, representado por dos pequeños afloramientos de rocas metamórficas, ubicados en el sector noroccidental del cuadrángulo de Puquina; el Volcánico Chocolate de edad Jurásico inferior; la formación Socosani de edad Jurásico inferior-medio (Toarciano-Bajociano inferior) cuya mejor exposición se encuentra en el sector de Quinistaquillas (Cuadrángulo de Omate); el grupo Yura de edad Jurásico Superior de amplia distribución en el sur del Perú, la formación Omate de edad Cretáceo inferior a medio; el Volcánico Matalaque de edad Cretáceo medio; el Volcánico Toquepala de edad Cretáceo superior a Terciario inferior; la formación Omoye; el grupo Puno; el Volcánico Tacaza; la formación Maure; el Volcánico Sencca; la formación Capillune; el Volcánico Barroso y finalmente los depósitos cuaternarios constituidos principalmente por cenizas volcánicas, fluvio-glaciares y aluviales.

Estructuralmente se han reconocido 4 fases principales de movimientos, cada una de las cuales ha delineado unidades bien definidas.

La fase más antigua tuvo lugar durante el Paleozoico superior. La segunda durante el Cretáceo medio-superior, la tercera a fines del Eoceno y finalmente la cuarta en el Mioceno, después de la etapa de vulcanismo que dió lugar al Volcánico Tacaza.

La ocurrencia mayor de rocas ígneas intrusivas se expone en la esquina noroccidental del cuadrángulo de Puquina; menores afloramientos se reconocen esparcidos en diferentes lugares del área. Las rocas ígneas son mayormente de naturaleza ácida e intermedia. Estas masas intrusivas forman parte del Batolito Andino cuya edad se ha establecido entre el Cretáceo tardío y el Terciario temprano.

Económicamente el área tiene buenas perspectivas, siendo uno de los principales yacimientos minerales la mina Chapi, actualmente explotada por la Nippon Mines Co.

INTRODUCCION

El presente trabajo es el resultado de las observaciones geológicas efectuadas en los cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma, continuando con el levantamiento sistemático de la Carta Geológica del país a escala 1:100,000

En este informe, se exponen y discuten diferentes aspectos geológicos sobre Geomorfología, Estratigrafía, Petrología, Geología Estructural, Geología Económica y finalmente se establece en orden cronológico los eventos geológicos que se han sucedido en el área, objeto del presente estudio.

Ubicación y Extensión

Los cuadrángulos estudiados quedan comprendidos entre las siguientes coordenadas geográficas :

Longitud 71° 30' - 69° 00' Oeste
Latitud 16° 30' - 17° 00' Sur

De acuerdo a la demarcación política del país estos cuadrángulos cubren parte de las provincias de: Arequipa, General Sánchez Cerro, Mariscal Nieto y Chucuito (Fig. 1), pertenecientes a los departamentos de Arequipa, Moquegua y Puno. El área de estudio abarca una extensión de 14,000 Km², aproximadamente.

Vías de Acceso

Esta región tiene una serie de vías de acceso, las que describimos a continuación de oeste a este.

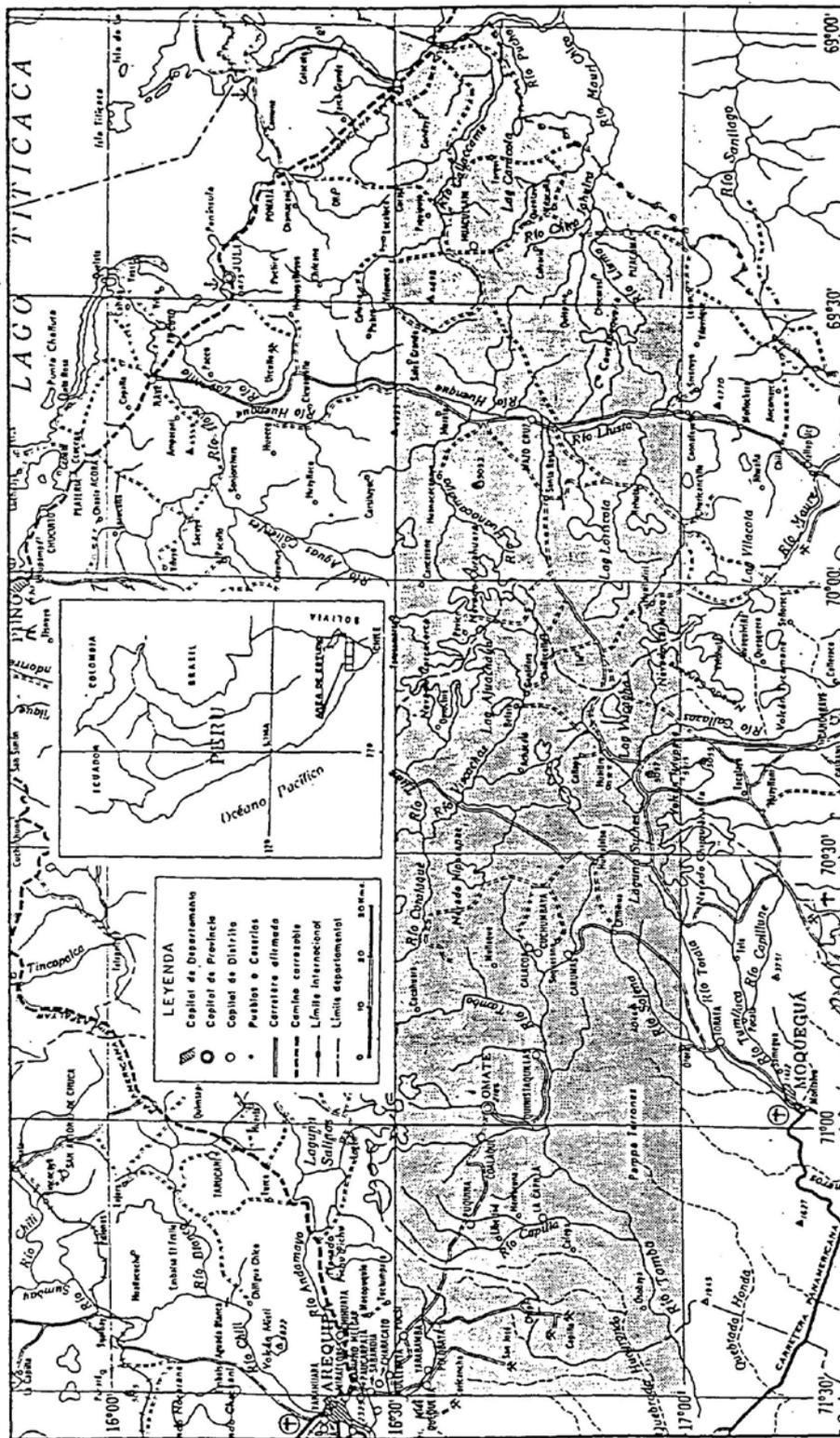


Fig. 1.- Ubicación del area de estudio

- Carretera afirmada Arequipa-Omate (Capital de la provincia General Sánchez Cerro); se ingresa al cuadrángulo de Puquina por la esquina noroeste y después de un corto recorrido hacia el sur se dirige al sureste, hasta llegar al distrito de Coalaque, poblados de Omate y Quinistaquillas.
- Carretera afirmada que pasa por el poblado de Yarabamba y conduce al asiento minero de Chapi y a las minas de San José.
- Carretera Moquegua-Puno, se ingresa al cuadrángulo de Omate cerca a su esquina sureste, cruzándolo en dirección noreste para penetrar por el límite central al cuadrángulo de Huaitire y continuar con la misma dirección fuera de los límites por el lado norte.
- Carretera afirmada Toquepala-Laguna Suches que continúa con dirección este por una trocha carrozable e ingresa al cuadrángulo de Mazo Cruz por la parte central del límite entre ambos cuadrángulos, prosiguiendo con la misma dirección hasta el poblado de Mazo Cruz, lugar donde se une a la carretera afirmada Tacna-Puno.
- Trocha que parte del paraje denominado Chilligua y conduce al distrito de Carumas de la provincia de Mariscal Nieto.
- Existe otra trocha en la pampa de Omajalso que conduce hacia el distrito de Calacoa y al sector oriental del cuadrángulo de Omate

De todas las vías mencionadas, parten numerosas trochas hacia las diferentes comarcas donde habitan pequeñas agrupaciones de familias dedicadas a la crianza de alpacas, entre estas vías merece citarse:

- La que conduce a las zonas mineralizadas de Cacachacra y Pavico, que nace en el paraje denominado Pampa Chala.
- Del paraje Capazo parte una trocha carrozable con dirección noreste y llega hasta Desaguadero, donde se une a la carretera internacional Puno-La Paz.

Base Topográfica

Para el presente estudio se han utilizado los mapas topográficos a escala 1:100,000 correspondientes a los cuadrángulos de Puquina-Omate-Huaitire-Mazo Cruz y Pizacoma (34t-34u-34v-34-x-34y) elaborados en 1963 por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) por métodos fotogramétricos (Multiplex) a partir de fotografías aéreas tomadas en 1955.

Durante el trabajo de campo se utilizaron aerofotografías del área a escala aproximada: 1:60,000

Centros Poblados

El principal centro poblado es el pueblo de Omate, ubicado en el tramo medio del valle del mismo nombre y a una altura de 2,186 m.s.n.m.. Omate es importante por la categoría política que reviste, pues como se ha mencionado es la capital de la provincia General Sánchez Cerro.

El Valle de Omate es angosto, con clima que va de templado a cálido en los meses de verano (austral), determinando que los cultivos consistan preferencialmente de frutales y alfalfa.

El pueblo de Puquina, capital del distrito del mismo nombre, ubicado a 3,084 m.s.n.m. es otro centro poblado que destaca dentro del área. El clima es templado a frío y sus habitantes se dedican especialmente, al cultivo de alfalfa y en menor escala al cultivo de papas, habas y otros productos típicos de la región andina.

Carumas, capital del distrito de Carumas, se halla en la margen derecha del río Carumas, y a una altura de 2,985 m.s.n.m. El valle es amplio, habiendo permitido la instalación de una serie de pequeños centros poblados tanto al este como al oeste de dicha localidad. El clima varía de templado a frío, según las estaciones. Los cultivos principales son alfalfa, papas, habas, etc.

Calacoa capital del distrito del mismo nombre, tiene una cota de 3,650 m.s.n.m. y su clima frío es típico de estas alturas, sus recursos económicos son exiguos.

Desaguadero, capital del distrito del mismo nombre, se ubica a orillas del río Desaguadero y a una altura de 3,800 m.s.n.m. Su situación geográfica le ha permitido convertirse en centro comercial muy importante, además sus habitantes se dedican a la ganadería (auquénidos), y en menor escala a la agricultura, aprovechando los terrenos bajos próximos al lago Titicaca, donde se practica la pesca.

Otros centros poblados son: Pizacoma, Huacullane, Mazo Cruz y Santa Rosa, en los cuales los moradores se dedican a la ganadería (especialmente a la crianza de Alpaca). Finalmente, existen numerosos pueblos que se han establecido a lo largo de todos los valles menores que cuentan con cursos de agua durante toda la época del año, y también, se han establecido familias en diferentes lugares, aprovechando los pastizales (ichu) que les permite la crianza de auquénidos.

Método, sistema y duración del trabajo de campo

El levantamiento geológico de los referidos cuadrángulos se efectuó por períodos en diferentes años. El levantamiento del cuadrángulo de Puquina se realizó en 40 días, entre el 20 de octubre y el 30 de noviembre de 1967, participando como asistente el Ing. M. del Pino. El cuadrángulo de Omate en dos etapas: la primera de 32 días entre el 9 de octubre y el 7 de noviembre de 1965, con la asistencia del Ing. L. Vargas V. Los cuadrángulos de Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma en 84 días actuando como asistente el Ing. C. Guevara R. quien además efectuó el levantamiento del cuadrángulo de Pizacoma entre setiembre y noviembre de 1964. Finalmente, un período de 60 días, para una revisión final de todos los cuadrángulos entre el 20 de setiembre y 20 de noviembre de 1968. Dicho trabajo se llevó a cabo bajo la supervisión del Ing^o Salvador Mendívil E.

El levantamiento se efectuó siguiendo un proceso sistemático de itinerarios a través de toda el área, aprovechando para tal finalidad, las trochas carrozables, caminos de herradura, sendas y lugares accesibles; recolectando el mayor número de información geológica (contactos, rumbos y buzamientos de las capas, estructuras, etc.) a la vez que se coleccionó una serie de muestras de rocas, minerales y especímenes paleontológicos que posteriormente fueron estudiados en los laboratorios correspondientes del ex-Servicio de Geología y Minería. También se eligieron lugares apropiados para efectuar mediciones estratigráficas.

Durante esta fase de trabajo, se utilizaron fotografías aéreas y mapas topográficos; ploteándose en ellas todos los datos obtenidos en el campo, los cuales posteriormente, fueron trasladados a los planos bases, información que permitió preparar los planos geológicos que se adjuntan.

Los estudios petrográficos fueron practicados por el Ing. Carlos Cenzano y los paleontológicos por el Ing. Alfredo Pardo, geólogos del ex-Servicio de Geología y Minería.

Estudios Previos

Se dispone de importantes estudios realizados en los alrededores del área, tales como el de NEWELL (1948), cuyas observaciones e interpretaciones llegan hasta Desaguadero, los estudios de AHLFELD (1960) que cubren el límite oriental y los estudios geológicos efectuados por geólogos del ex-Servicio de Geología y Minería que cubren las porciones sur y noroeste del área.

El mayor estudio geológico regional dentro del área es el del cuadrángulo de Puquina realizado en el año 1962 por TOM ZSEKELY (tesis doctoral). JENKS (1948) en su estudio geológico del cuadrángulo de Arequipa abarca una pequeña faja en el noroeste de la hoja de Puquina.

Existen además otros trabajos que cubren pequeñas zonas, entre las que merece citarse el de RANDAL (1960) y numerosos trabajos presentados como tesis en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su reconocimiento al Ing. Eleodor Bellido B., Director General del ex-servicio de Geología y Minería, por haberme brindado la oportunidad de llevar a cabo este estudio; al Ing. Benjamín Morales Arnao, actual Director General del Instituto de Geología y Minería, por permitir la edición de esta obra; igualmente mi especial agradecimiento al Ing. Salvador Mendivil E., quien, como se ha indicado, supervisó el trabajo de campo, revisó y corrigió el presente informe.

El área que cubre los cuadrángulos objeto del presente estudio, queda ubicada en la parte meridional del país, destacándose en ella, unidades geomórficas bien definidas, causantes de una topografía muy variada, reconociéndose sectores de suaves pendientes y superficiales onduladas que contrastan con otros agrestes, caracterizados por ofrecer cerros escarpados de perfiles angulosos, cortados por quebradas profundas de sección transversal en V. Los sectores altos ofrecen planicies de superficies más o menos horizontales, las que son interrumpidas por conos volcánicos o cadenas de cerros, constituídos por rocas volcánicas que forman parte del Arco del Barroso descrito por Mendivil (1965).

Teniendo en consideración estos contrastes morfológicos, en el presente trabajo se consideran tres unidades geomorfológicas fundamentales, para cuya denominación se utiliza los nombres empleados en anteriores trabajos publicados por el ex-Servicio de Geología y Minería. Estas unidades son las siguientes: Estribaciones de los Andes Occidentales, Arco del Barroso y el Altiplano.

Estribaciones de los Andes Occidentales

Esta unidad fisiográfica que cubre casi el 80% de los cuadrángulos de Omate y Puquina ha sido labrada en rocas cuyas edades van desde el Jurásico hasta el Plio-Pleistoceno, siendo en ésta última edad en que las rocas preexistentes sufrieron un fuerte proceso erosivo disectando toda la superficie previamente formada y cuyos efectos dieron como resultado la topografía actual.

Esta unidad geomorfológica está comprendida entre los 1,800 y 3,100 m.s.n.m.; caracterizándose por ofrecer una superficie accidentada, con pendiente promedio ligeramente inclinada hacia el suroeste. En términos generales semeja a una ladera disectada por numerosas quebradas mayormente profundas, con cauces angostos, flancos de corto recorrido y fuertes gradientes, entre las que merece citarse por su mayor recorrido las quebradas Yalaque, Capilla, Quequesana, Coalaque, Omate, Carumas, Calacoa y Yolgache.

Sin embargo, dentro de esta unidad morfológica es interesante señalar la presencia de algunas pampas de reducidas dimensiones labradas sobre rocas terciarias, que bien pudieran representar relictos de una antigua superficie de erosión correlacionable con la superficie Caldera, descrita por Jenks (1948). Las más extensas están representadas por la pampa Uchusuña y pampa Tumbambaya, ubicadas en el sector septentrional del cuadrángulo de Puquina y las pampas Sechune, el Crucero y Coloncolón hacia el lado sur y sur-occidental del referido cuadrángulo. En la hoja de Omate, se ha reconocido las pampas Terrones, Negra y Chinchore ubicadas en la esquina suroccidental de dicho cuadrángulo. Estas sub-unidades morfológicas se caracterizan por presentar una superficie ligeramente ondulada, la cual ha sido labrada sobre rocas de las formaciones Toquepala y Jahuay, en cuya superficie destacan cerros alargados a manera de colinas redondeadas con perfiles suaves.

Dentro de esta unidad se diferencia el valle del Tambo que representa un 20% del área mapeada. Se le reconoce como una faja alargada de aproximadamente 5 km. de ancho con contornos sinuosos desde la parte septentrional y central del cuadrángulo de Omate hasta la esquina suroccidental de la hoja de Puquina. En su recorrido, muestra visibles cambios de dirección, el piso del valle alcanza anchos promedios de 300 m. a excepción de la pampa de San Lorenzo y pampa del Puente, donde se observa un ensanchamiento en la proximidad de la confluencia con el río Omate y la quebrada El Volcán, respectivamente. En todo su desarrollo la sección transversal del valle es uniforme, pues las laderas que limitan el fondo, forman escarpes abruptos que se aproximan a la vertical y alcanzan en promedio 1,000 m. sobre el nivel del río, formando en algunos casos profundos cañones como en El Chorro y en el sector comprendido entre Chichilaque y Aguada Blanca en la hoja de Omate.

Una sub-unidad geomórfica se reconoce en la esquina sureste del cuadrángulo de Omate. Esta se presenta a manera de planicie, suavemente inclinada hacia el suroeste, labrada sobre rocas tufáceas blandas asociadas con niveles de tufos compactos y macizos de edad Miopliocénica, en la cual la acción erosiva ha dado origen a numerosas quebradas poco profundas, de tramos casi rectilíneos que guardan cierto paralelismo entre sí, y que dan a la superficie del terreno un aspecto rugoso.

Esta sub-unidad geomórfica se ubica actualmente entre los: 3,000 y 3,800 m.s.n.m., pero el hecho de haberse reconocido remanentes aislados en otros lugares del área, como en la zona de Mitani, a 4,000 m.s.n.m., hace suponer que ella ha sido afectada por algún levantamiento andino, que ha llevado esta superficie a mayores altitudes que la original. Igualmente es posible colegir que su extensión fue mucho más amplia, habiéndose conservado en la actualidad sólo remanentes con solución de continuidad.

Arco del Barroso

Este rasgo geomórfico, de considerable extensión, descrito por primer vez por Mendivil (1965) en las hojas de Maure y Antajave, se le puede reconocer desde la esquina suroriental del cuadrángulo de Omate hasta la parte norte del cuadrángulo de Puquina. Cabe mencionar que sólo una parte de esta gran unidad penetra en el área, y está constituida por una sucesión de conos volcánicos unidos en algunos casos por colinas de flancos suaves.

Esta unidad expuesta entre los 3,800 y 5,000 m.s.n.m., se caracteriza por constituir una cadena montañosa de naturaleza volcánica, formada por numerosos aparatos lávicos en avanzado estado de erosión, relacionados sin solución de continuidad por derrames subhorizontales de la misma naturaleza. Destacan dentro del conjunto las cumbres de los cerros: Ticsani (5,408 m.s.n.m.), Chinilaca (5,000 m.s.n.m.), Surihueco (5,100 m.s.n.m.), Humajalso (5,100 m.s.n.m.), Huertasera (4,800 m.s.n.m.), Subagay (5,050 m.s.n.m.), Vilacacane (5,000 m.s.n.m.), Ichojollo (5,097 m.s.n.m.), Copapujo (5,400 m.s.n.m.) y Huaccanaque (5,000 m.s.n.m.), algunos de ellos cubiertos por nieve perpetua.

La intensa erosión glacial del Pleistoceno ha producido la destrucción de los conos y rocas volcánicas (derrames y piroclásticos):

La cadena montañosa en mención, se presenta disectada transversalmente por numerosos valles amplios y de poco recorrido, tales como las quebradas: Chingane, Tiquilane, Huarahuarani, Kestia, Janasalla, etc.

Altiplano

Esta unidad geomórfica se reconoce a partir del borde oriental del cuadrángulo de Omate y se le puede seguir hasta el límite con Bolivia. Se caracteriza por su topografía llana, entre cadenas de cerros o circundando a conos volcánicos. Se presenta a manera de pequeñas planicies mayormente integrada por materiales fluvio-glaciares y a las que localmente se les denomina “Pampas”.

Las altitudes de estas “Pampas” fluctúan entre 4,400 a 4,800 m.s.n.m.; entre éstas merecen citarse las de Huamajalso, Canana y Catapampa, por ser las de mayor amplitud.

En cuanto al origen de estas planicies parecen pertenecer a antiguas cuencas cerradas que han sido parcial o totalmente rellenadas por material piroclástico o fluvio-glaciario o ambos a la vez; encontrándose actualmente afectadas por procesos erosivos fluviales. En las depresiones de dichas pampas, generalmente, se han desarrollado regiones pantanosas conocidas con el nombre de ciénagas que localmente se les denomina “bofedales”.

Sobre la unidad fisiográfica del Altiplano destacan unas cadenas de cerros, a manera de colinas bajas, a las cuales se les denomina “Lomadas”, las que de oeste a este son:

Loma Torriner, con una altitud que llega a 4,825 m.s.n.m., ubicada en el ángulo suroeste del cuadrángulo de Pizacoma, constituida por los cerros Chacapecheta, Yurara, Humajalso, Carapacu y Maracunacasi.

Loma Chuaña, con una altitud de 4,858 m.s.n.m., ubicada en el ángulo noroeste del mismo cuadrángulo, y constituida por los cerros: Orcochillame, Coro Chuaña, Pucará, Chachacomani, Chaquereque y Quelacollo.

Loma Huacullane, con una altitud que alcanza los 4,440 m.s.n.m., ubicada en el sector central del cuadrángulo, y constituida por los cerros: Lachacirca, Huagranti, Corapaco, Altarani y Pairumani.

Loma Jamachenasa, con una altitud máxima de 4,223 m.s.n.m., constituida por los cerros: Chaquira, Jamachesasa, Condorjipiña, Ñacane, Jelarata y Calluta.

Loma Desaguadero con una altura máxima de 4,122 m.s.n.m. constituida por los cerros: Huallaveco, Carahuayllo, Huilaque.

Estas lomadas se caracterizan por ofrecer perfiles suaves y alturas más o menos uniformes, siendo las lomadas occidentales las que ofrecen mayores altitudes. Litológicamente se han formado sobre rocas sedimentarias y volcánicas cubiertas por materiales detríticos.

Las planicies del altiplano se caracterizan por conformar pampas sub-horizontales con ligera pendiente hacia el sureste, se ubican sobre los 3,825 m.s.n.m., las cuales albergan las lagunas Jascha, Collpa, Parinacota, etc. y los ríos Ccallaccmame y Desaguadero, siendo este último el más importante del área. Además, existen pequeños “bofedales” esparcidos en diferentes lugares.

La mayor parte de estas planicies se han formado sobre sedimentos aluviales o lacustres del Cuaternario, que rellenaron cuencas relativamente amplias, no pudiéndose observar las superficies antiguas cubiertas por este material debido a que la erosión fluvial es muy débil.

En casi todas estas pampas se encuentran pequeños caseríos o cabañas de pastores que se dedican a la crianza de alpacas.

ESTRATIGRAFIA

En la región estudiada se ha distinguido rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas cuyas edades van desde el Pre-Cambriano hasta el Cuaternario reciente. Los grosores y relaciones estratigráficas se aprecian en la columna geológica. (Fig. 3).

COMPLEJO BASAL DE LA COSTA

Con este nombre se estudia las rocas antiguas que afloran a lo largo del litoral, desde Ilo por el sur hasta la Bahía de Paracas por el norte, conformando la unidad geomórfica conocida con el nombre de Cordillera de la Costa.

Estas rocas, como puede apreciarse en el mapa geológico respectivo se exponen en la esquina noroccidental del Cuadrángulo de Puquina, consisten en reducidas masas metamórficas similares a los remanentes que se exponen entre los intrusivos del Batolito La Caldera.

Litológicamente, los afloramientos están constituidos por un gneis granítico con bandeamiento característico debido a la alternancia de bandas delgadas (2 a 5 mm.) de colores claros y oscuros. Se distingue feldespato potásico y cuarzo hialino en las bandas claras y mica (biotita) y hornblenda en las bandas oscuras. En promedio, el gneis en fractura fresca es de color claro, generalmente gris rosáceo.

Edad y Correlación.- Aunque no se ha determinado la edad absoluta de estos cuerpos metamórficos, se les considera del Pre-Cambriano por correlación con los gneises de Mollendo y Charcani, a quienes se les asigna dicha edad.

VOLCANICO CHOCOLATE

La potencia mejor expuesta de esta formación ha sido medida en el valle labrado por el río Tambo a la altura del paraje denominado El Fiscal y en Chucarapi, donde se ha determinado un espesor de más de 3,500 m.

Magníficos afloramientos de esta unidad se observan cortados por el cañón del río Tambo, donde alcanzan grosores que sobrepasan los 3,000 m. Al oeste de la mina Atahualpa en el área de Chapi, las rocas consisten en andesitas de color gris a chocolate de textura porfiroide, la pasta es afanítica, en la que destacan fenos de feldespatos. En general la roca de este sector del área es densa y compacta, encontrándose altamente metamorfizada en los contactos con rocas intrusivas.

En el área de La Joya, en esta secuencia se intercalan sedimentos calcoarenosos, encontrándose en ellos lamelibránquios mal conservados, así como miembros calcáreos con corales, siendo estos últimos más frecuentes (W. García 1968).

En casi todo el sector sur del cuadrángulo de Puquina, se observa esta unidad infrayaciendo en discordancia erosional o en contacto fallado a los clastos del grupo Yura o formaciones más recientes, hallándose intruídas por apófisis y pequeñas masas intrusivas tipo "stock" de edad Cretáceo-Terciario inferior.

Estructuralmente, estas rocas se presentan formando monoclinales simples, con bancos de 2 a 3 m. de espesor en los afloramientos, donde se intercalan con areniscas u otras sedimentarias; y, cuando son macizas constituyen grandes farallones en la generalidad de los casos. Los bancos presentan un rumbo general noroeste-sureste y están afectados por fallas y fuerte fracturamiento.

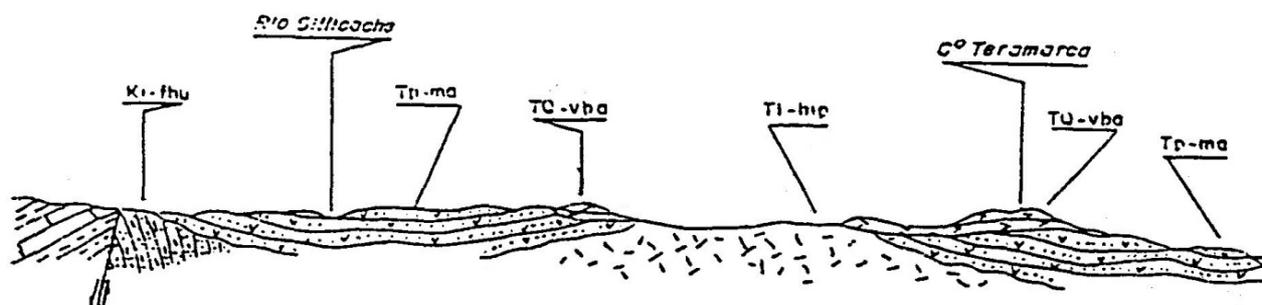


Fig. 2.-Corte geológico esquemático entre el Río Sillicache y el C° Tera marca (Fig. 4e) donde se observa al Volcánico Barroso (TQ-vba) su prayaciendo en discordancia angular a la formación Maure (Tp-ma).

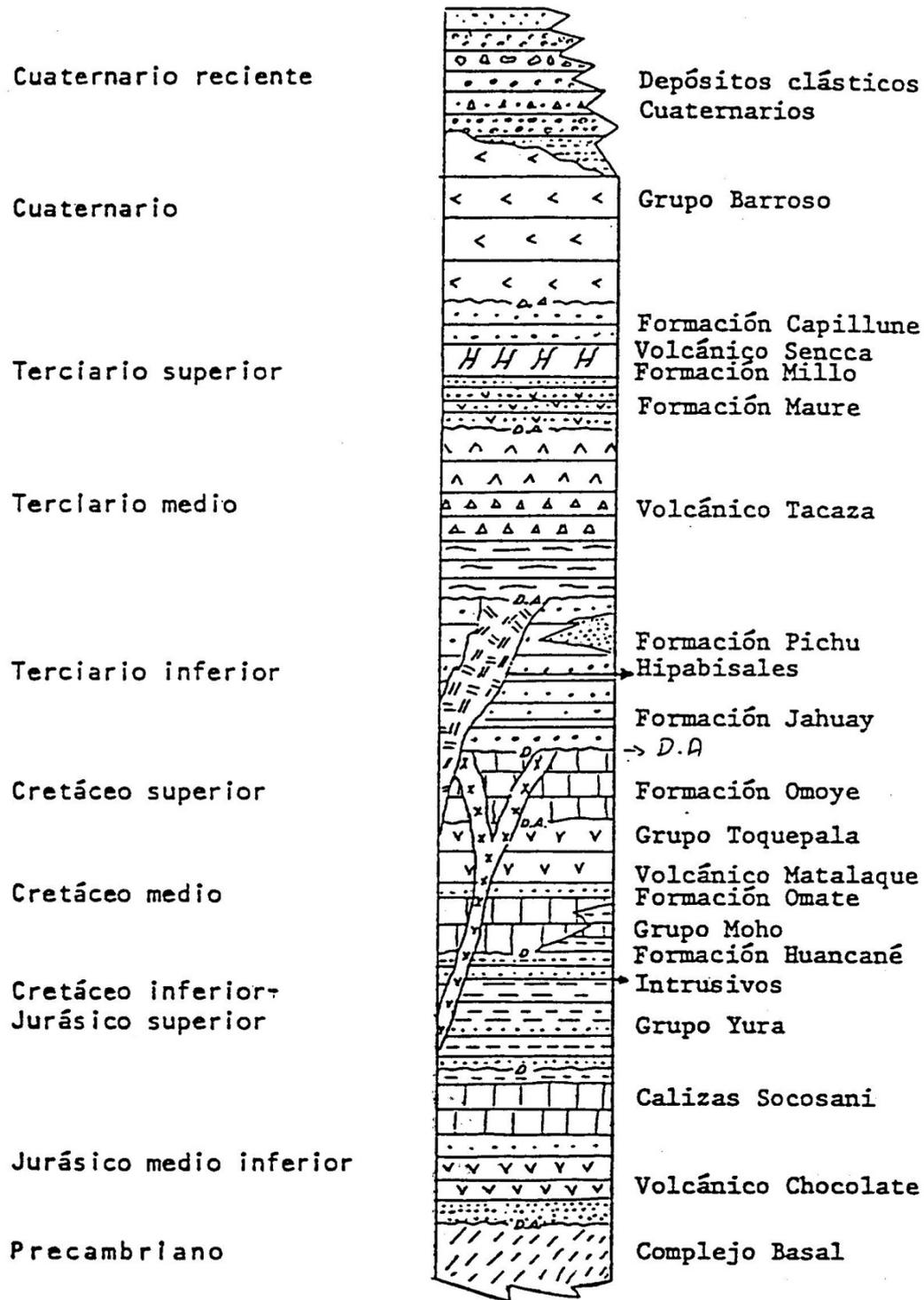


Fig. 3 - Columna geológica compuesta de los Cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma.

Estratigráficamente, en el cuadrángulo de Puquina donde el río Tambo ha labrado un cañón profundo, la unidad no ha expuesto su base pero se encuentra infrayaciendo a estos clásticos y volcánicos, la formación Guaneros de edad Caloviano medio.

La persistente interrelación de rocas sedimentarias con fósiles, en diferentes niveles de la secuencia, inducen a pensar que los focos volcánicos de estos derrames, brechas y tufos, estuvieron ubicados en niveles de cotas bajas o constituyeron islas volcánicas alineadas a lo largo de una ribera marina. Siendo las explosiones volcánicas periódicas y en los intervalos se habrían efectuado las consiguientes sedimentaciones. Los principales focos volcánicos estarían situados en el río Tambo y la quebrada Guaneros (Cuadrángulo Clemesí) región en la que el espesor total del Volcánico Chocolate es mayor que en otros lugares.

Edad y Correlación.- La ausencia de fósiles guías en sedimentos que se intercalan con los derrames de esta formación, impide establecer la edad de estas rocas; sin embargo, teniendo en consideración que los niveles basales tienen una edad que llegaría al Triásico superior (GARCIA, 1968), y estando los niveles del techo cubiertos en débil discordancia por rocas de la Formación Pelado en Palca (WILSON y GARCIA, 1962), cuya edad va del Sinemuriano al Toarciano, esta gruesa secuencia volcánico-sedimentaria debió depositarse en el intervalo respectivo.

FORMACION SOCOSANI

En el sector central del cuadrángulo de Omate, en el área de Quinistaquillas, ocurre una secuencia de rocas sedimentarias de ambiente marino que consiste en intercalaciones de lutitas, areniscas y cuarcitas en la base y capas de calizas con menor proporción de areniscas calcáreas en el tope.

Se le da a esta unidad la denominación de Formación Socosani en atención a su similitud lito-estratigráfica y contenido de fauna con las calizas Socosani descritas por JENKS (1948), en los alrededores de Arequipa.

El miembro inferior está constituido por una fina estratificación de lutitas arenosas de color gris verdoso a pardo que ofrecen una estructura arriñonada. Estas rocas se presentan muy alteradas y fracturadas, y en ellas se ha distinguido restos más conservados de plantas. Este miembro alcanza un grosor total de 6 m. Sobre este pequeño horizonte lutáceo descansan capas de 10 a 50 cm. de areniscas limoníticas de grano medio con algunas capas delgadas de yeso, sobre las cuales se repiten lutitas carbonosas gris oscuras a negras en lechos delgados con disyunción laminar y una delgada película de hidrato de alúmina que cubre la

superficie de estos estratos. La secuencia se continúa con areniscas arcillosas de colores claros en capas de 0.10 m. a 1.50 m. de espesor, intercaladas con lutitas abigarradas. Capas de cuarcitas pardas con fracturas frescas, que intemperizan a rojizas, son frecuentes dentro de esta secuencia.

Sobre el miembro medio descansan calizas detríticas de color gris a gris verdoso, las cuales contienen abundantes braquiópodos, algunos lamelibranquios y cefalópodos bien conservados. Los restos de lamelibranquios se hallan reemplazados externamente por una delgada capa de calcita blanca hialina. Estas calizas se exponen en forma conspicua en la localidad de Aguda Grande.

Estructuralmente la Formación Socosani se presenta fuertemente plegada mostrando anticlinales y sinclinales bien apretados y con intenso fallamiento. Los ejes de las estructuras presentan un rumbo general NW-SE, ofreciendo sus flancos buzamientos de alto ángulo.

Otro pequeño afloramiento de estos depósitos se ubica en el cuadrángulo de Puquina, al noroeste del pueblo de Quequeña. Las rocas consisten mayormente en calizas de grano fino, compactas y recristalizadas y de color blanco grisáceo.

Estratigráficamente, infrayacen en débil discordancia a los clastos del Grupo Yura, y la relación estratigráfica de su contacto inferior es desconocida en el área.

Edad y correlación.- Los fósiles hallados en esta formación dan una edad que va del Toarciano al Bajociano inferior. Dicha edad establecida por *Pleydellia* sp. y *Eudmetoceras KlimaKomphalum* que son característicos del Aaleniano al Bajociano inferior. Lamentablemente los braquiópodos, gasterópodos y lamelibranquios tienen un rango mucho más amplio, ya que se les ha encontrado en otros lugares asociados con fauna que va del Liásico inferior al Bajociano.

Estas rocas se correlacionan con la formación Socosani de la localidad de Arequipa, con el miembro superior de la formación Pelado de la región de Pachía-Palca (WILSON y GARCIA 1962), e igualmente con los miembros inferiores de la formación San Francisco de esa misma localidad.

FORMACION YURA

En un gran sector del cuadrángulo de Puquina y en diversos lugares del cuadrángulo de Omate, se distinguen afloramientos de una gruesa secuencia de rocas mayormente clásticas de ambiente marino que guardan similitud litoestratigráfica e idéntico contenido de fauna con los depósitos de la formación Yura descritos por Jenks en los alrededores de Arequipa, lo cual indica que se trata de la misma unidad estudiada por dicho autor (1948).

Posteriormente, WILSON y GARCIA (1962) reconocen la misma formación en el área de Pachía-Palca elevándola a la categoría de Grupo, incluyendo en él las formaciones Ataspaca y Chachacumane. V. BENAVIDES (1962) considera 5 miembros: Puente, Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani.

Lamentablemente, las unidades descritas en el área de Arequipa, raras veces se exponen en forma completa en los cuadrángulos objeto del presente trabajo, razón por la cual considera a este grupo como indiviso en los lugares donde las complicaciones litológicas, estratigráficas y estructurales dificultan su diferenciación.

La litología es variada, consistiendo predominantemente en areniscas pardas de grano fino a medio, con intercalaciones de bancos de derrames volcánicos en los niveles basales, lutitas grises oscuras a pardo brunáceas con algunos bancos de areniscas cuarzosas de colores claros en los niveles medios a superiores, y capas de calizas intercaladas con cuarcitas en el tope. Toda la secuencia se presenta intruída por las rocas que conforman el Batolito La Caldera.

Miembro Puente

Litológicamente, está representado por una secuencia de rocas clásticas que consisten mayormente en areniscas cuarzosas de color pardo y lutitas carbonosas, con algunas intercalaciones de derrames volcánicos en diferentes niveles de la sección. Las areniscas cuarzosas son de grano fino a medio, en superficies frescas tiene color gris, gris verdoso y pardo amarillento que por acción del intemperismo cambian a pardo rojizo, presentando manchas marrón-rojizo producidas por la alteración de minerales de hierro, siendo frecuente distinguir en su masa limonita y pirita. Las areniscas casi no varían su carácter y están estratificadas en capas delgadas con disyunción en lajas. En aquellos lugares donde las areniscas se tornan más cuarzosas, los mantos varían de grosor de 0.30 a 1.00 m. En estos horizontes se encuentran restos de plantas mal conservadas.

Las lutitas son carbonosas, fisibles, con algunas estructuras arriñonadas y altamente fracturadas, de color gris oscuro a negras. En algunos lugares se encuentran cubiertas de una delgada película de hidrato de alúmina y manchadas con azufre. Intercalan con ellas, aunque muy localmente, lentes de carbón.

Los volcánicos consisten en capas andesíticas de color gris verdoso, con textura porfirítica y fenos de plagioclasas. Se inserta a continuación el estudio micropetrográfico de una muestra tomada en la apacheta cruzada por el camino de herradura que baja hacia Coalaque: Los fenos de plagioclasas están fuertemente carbonatados y sericitizados de manera que imposibilita determinar su variedad, la matriz está constituída por feldespatos en mayor pro-

porción y cuarzo. Los minerales de alteración reconocidos son: calcita, sericita, penninita, clorita y limonita. Clasificación: Andesita Porfírica

En la región de Chapi, las rocas que conforman el miembro Puente consisten en areniscas de grano fino y de color marrón, con capas delgadas de cuarcitas claras a grises. Subordinadas a ellas existen intercalaciones de mantos de lutitas negras grisáceas. En conjunto alcanza un espesor estimado en 800 m. Esta secuencia presenta una estructura simple con pliegues amplios y buzamiento promedio de 20° al sureste, mientras que en el cerro Vizcacha y Cambaya (Cuadrángulo de Puquina) conforman un amplio pliegue sinclinal con flanco poco inclinado. Es frecuente reconocer la presencia de fallas de rumbo que corren más o menos paralelas a la dirección general de los estratos. Intrusiones menores de composición ácida cortan a la secuencia en esa región.

A continuación se hace la descripción microscópica de una muestra tomada en la localidad de La Pialla :

La roca es de color pardo oscuro, está ligeramente meteorizada, tiene grano fino, de estructura compacta, dando moderada efervescencia cuando se le ataca con HCl. Los minerales esenciales son cuarzo y plagioclasa sericitizada la matriz se presenta asociada con calcita, siendo notoria la pigmentación producida por la limonita que también constituye parte de la matriz. Entre otros minerales accesorios se reconoce hematita, zircón, epidota, muscovita y sericita. Clasificación: Arenisca.

Como se ha indicado, los niveles inferiores presentan una estratificación fina de areniscas, cuarcitas y lutitas, con algunos bancos volcánicos. Sin embargo, en la región del Santuario de Chapi, los bancos de areniscas cuarzosas alcanzan hasta 1.20 m. de grosor, en tanto que las capas de lutitas alcanzan de 10-15 cm., habiéndose distinguido en este sector un solo banco de andesita porfírica, en el fondo de una quebrada ubicada a unos 5 km. al noroeste del referido santuario.

En el curso inferior de la quebrada en referencia, la proporción de roca ígnea aumenta, disminuyendo hacia al este tal como se puede apreciar en la región baja del valle de Omate. La variación de los niveles lutíticos también es notoria, aunque frecuentemente su proporción con las cuarcitas se mantiene equilibrada.

En lo que se refiere a los derrames, el hecho de presentar fuerte variación lateral en dirección oriental hace suponer que durante la deposición de las areniscas y lutitas del Miembro Puente se produjeron explosiones volcánicas, cuyos focos estarían hacia el oeste de la región en estudio, razón por la cual sus capas adelgazan hacia el este.

Las estructuras determinadas en esta formación son complejas, pues se presentan fuertemente plegadas y falladas. Un amplio sinclinal al noreste del poblado Calepa tiene el

flanco izquierdo fallado, hecho éste que pone en contacto a la formación descrita con el volcánico Chocolate.

Las relaciones estructurales son: suprayace en discordancia erosional o en contacto fallado al volcánico Chocolate, e infrayace en discordancia paralela a las lutitas de Cachíos, aunque en algunos casos presenta algunas complicaciones estratigráficas dado el paso transicional que se registra de una unidad a otra. En general, la geomorfología permite establecer el contacto, puesto que las rocas del miembro Puente conforman una topografía prominente que destaca sobre el relieve esculpido sobre las lutitas de Cachíos.

Edad y correlación.- Entre los estratos lutáceos de esta formación se ha encontrado fósiles en diferentes lugares del área.

En la parte baja del cerro Chichilín, en el corte de la carretera (Omate), se ha recolectado *Macrocephalitidae* indeterminable y *Hecticoceras hecticum* REINECKE.

En Cerro Blanco (Puquina), a 500 m. al oeste del poblado del mismo nombre y sobre el camino de herradura hacia la carretera Arequipa-Omate, en lutitas arenosas color café brunáceo, algo sulfurosas se ha obtenido: *Posidonia escuttiana* DOUGLAS, *Posidonia ornati* QUENSTEDT, *Reineckeia multicosata* STEHN, *Reineckeia antipodum* GOTTSCHKE, *Xenocephalites* cf. *X. neuquensis* STEHN y *Hecticoceras hecticum* REINECKE.

En Cerro Negro (Coalaque), entre las lutitas de color café con abundantes impresiones de lamelibranchios y fragmentos de ammonites ha sido posible determinar: *Posidonia escuttiana* DOUGLAS y *Reineckeia* sp.

Como se puede observar, en la relación antes mencionada, dentro de los especímenes paleontológicos hallados en las diferentes localidades fosilíferas, la fauna de moluscos, clase Cephalopoda es la más abundante, en ella los *Hecticoceras hecticum* y macrocephalitidos indican la parte alta del Caloviano inferior y parte baja del Caloviano medio.

En la clase Bivalvia, *Posidonia escuttiana* DOUGLAS y *Posidonia ornati* QUENSTEDT, aunque no son fósiles guías, se les considera del Caloviano de la costa sur del Perú y norte de Chile.

Teniendo en consideración la fauna descrita, se ubica al miembro Puente entre el Caloviano inferior a medio, y es correlacionable con parte de la formación Ataspaca. Niveles con *Reineckeia* y *Macrocephalites* hallados en la quebrada de Vilavillane (Palca-Pachía), (WILSON y GARCIA 1962); también se le correlaciona con los niveles de idéntica fauna descritos en la formación Guaneros por NARVAEZ (1964).

Miembro Cachíos

La litología consiste mayormente en lutitas negras, grises, verdes, marrones, pardo amarillentas, etc., cubiertas en algunas partes por costras blancas, siendo frecuente distinguir eflorescencias de azufre que las mancha con un color amarillento.

Las lutitas se presentan en capas delgadas, friables, apreciándose algunas estructuras arriñonadas y fácilmente deleznable; con frecuentes nódulos de núcleo mayormente arenoso de grano fino. Estas capas se intercalan con algunos lechos de areniscas de colores claros y de grano fino.

En esta unidad se han encontrado algunas estructuras de tipo de deslizamiento subacuático (slumping), con clasificación granulométrica vertical en los bancos de areniscas. El grosor total es aproximadamente de 400 m., en las vecindades de la Mina Chapi con adelgazamiento hacia el este.

En las lutitas de la quebrada Seche se ha notado lutitas carbonosas y delgados lechos de carbón de escaso valor económico. Iguales ocurrencias se observan en la quebrada La Huata.

El miembro Cachíos descansa concordantemente sobre las areniscas y lutitas del miembro Puente, sin descartar la posibilidad de que medie entre ellas una discordancia paralela. Su contacto inferior queda establecido en los lugares donde son escasas las capas de areniscas que se intercalan en la secuencia lutácea; en otros sectores se basa en la diferencia morfológica entre ambos miembros.

El contacto superior ofrece un cuadro similar, debido a que el miembro Labra que lo suprayace posee características litológicas semejantes a las del miembro Puente.

La naturaleza litológica y contenido fosilífero sugieren un ambiente marino de aguas tranquilas en una cuenca cerrada, a veces perturbada por fenómenos de deslizamientos submarinos y corrientes de turbidez.

Edad y correlación.- En los afloramientos más conspicuos de esta unidad no se han hallado fósiles diagnósticos, ya que la *Posidonia* sp. sólo indica ambiente de sedimentación; sin embargo, las *Reineckia* halladas en los niveles superiores del miembro Puente es posible que lleguen a los niveles basales del miembro Cachíos cuyo límite inferior es poco definido. Por tal razón se postula una edad Caloviano medio a superior para esta unidad, lo cual hace posible su correlación con los niveles lutáceos de la unidad Cachíos descrita por Benavides (1962) y Vargas (1970).

Miembro Labra

Consiste en areniscas cuarzosas, cuarcitas y lutitas en los niveles inferiores; areniscas, areniscas calcáreas y lutitas con algunos lentes calcáreos en los niveles medios y finalmente cuarcitas y lutitas en los niveles superiores.

Las areniscas son de grano fino a medio, tienen color blanco grisáceo en fractura fresca, gradando a rojo o ligeramente amarillento en superficies intemperizadas. Las areniscas calcáreas son de grano medio en matriz fina rica en carbonato de calcio, de color pardo amarillento.

Las cuarcitas son de color blanco a blanco grisáceo, con matices rosados en fracturas frescas. Dichas coloraciones se tornan rojizas por intemperismo.

Las lutitas son de color gris oscuro a negras, localmente varían a verde amarillento.

Toda la secuencia se presenta finamente estratificada en capas de 15 a 20 cm., destacando bancos de cuarcitas que alcanzan hasta 1.50 m. de grosor. La potencia total del miembro Labra es aproximadamente de 800 a 850 m.

Los afloramientos se exponen conformando colinas, con algunos escarpes que se hacen prominentes debido al carácter litológico de la formación, diferenciándose enormemente de la topografía que muestran las lutitas del miembro Cachíos.

Estratigráficamente, esta unidad suprayace aparentemente en concordancia al miembro Cachíos e infrayace a las calizas Gramadal.

El tipo de contacto inferior nos induce a pensar que durante la sedimentación de las lutitas Cachíos se produjo un levantamiento en el antepaís, o un cambio climático que aceleró la acción erosiva, facilitando de este modo el aporte de material detrítico más grueso dando lugar a una sedimentación predominantemente clástica.

Edad y correlación.- En los estratos de areniscas calcáreas o lentes de calizas, se han encontrado fósiles entre los que se distinguen *Spiticeras negrelli* y restos de plantas mal conservadas en diferentes niveles.

Los especímenes paleontológicos hallados nos permiten establecer la edad de las rocas en referencia, así tenemos que *Spiticeras* cf. *S.negrelli* son guías del Valanginiano, y teniendo en consideración que la unidad que aflora en el sector noroccidental del cuadrángulo de Puquina es la continuación hacia el Sur de los afloramientos estudiados por GARCIA (1969), en el cuadrángulo de La Joya, asignamos a esta unidad una edad Titoniano-Valanginiano, representando los afloramientos de Pillorco los niveles superiores. Existe una

interrogante respecto a la presencia de los pisos Oxfordiano-Kimerigiano en la región por no haberse encontrado los fósiles correspondientes.

Miembro Gramadal

Un reducido afloramiento de rocas pertenecientes a este miembro, se ha reconocido en los tramos superiores de un cerro situado al sur de la mina Chapi.

La litología consiste en calizas grises que intemperizan a un color bruno amarillento, habiéndose notable por su abundante contenido de fósiles

Estratigráficamente, la caliza Gramadal reposa en concordancia sobre el miembro Labra e infrayace regionalmente, con igual relación, a los bancos cuarzosos de Hualhuani.

Los sedimentos de esta unidad son de tipo para-arrecifal de aguas poco profundas, quizás puedan representar una cuenca de mar en vías de emersión, donde terminaba de depositarse el miembro Labra.

Edad y Correlación.- El estudio de los fósiles hallados en los afloramientos de estas rocas no indica una edad definida, debido a su rango amplio en la escala geológica. Sin embargo, un fósil hallado por W. JENKS (1948) en estas capas, indica una edad Jurásica superior-Cretácea inferior y teniendo en consideración los elementos faunísticos recolectados en el área de Tiabaya por W.GARCIA (1968), que indican una edad Titoniano-Berriasiano, en el presente trabajo se considera tentativamente a las calizas Gramadal en el Valanginiano superior.

FORMACION HUANCANE

Se denomina así a un conjunto de rocas que se presentan en afloramientos de reducida significación en el borde occidental del cuadrángulo de Mazo Cruz, al norte de la hacienda Silicachi y en el paraje denominado Cruz Punco, sin alcanzar espesores considerables. Estos afloramientos presentan buzamientos de 75° a 85° hacia el noreste y conforman una topografía escabrosa de perfiles angulosos.

La formación Huancané está constituida por potentes bancos de areniscas cuarzosas con estratificación cruzada, lentes de areniscas conglomerádicas y delgados lechos de lutitas.

Las areniscas son de color grisáceo a marrón claro, y grano medio a grueso, algunas veces angulosos. La roca regularmente diagenizada, muestra estratos que alcanzan hasta 2

m., entre los que se intercalan delgados lentes de areniscas conglomerádicas de color rosado claro y lechos de lutitas marrones. El conglomerado es cuarzoso e incluye venas de cuarzo.

En cuanto a las relaciones estratigráficas, se tiene que en Sillicachi infrayacen a los clastos de la formación Maure y aún a otras formaciones más recientes, en tanto que en Cruz Punco, están normalmente debajo del grupo Moho. La base es desconocida y solamente se le encuentra infrayaciendo al grupo Moho por sobreescurrecimiento.

Edad y Correlación.- No se han encontrado especímenes paleontológicos que nos sirvan de ayuda para determinar la edad de esta formación, pero, teniendo en cuenta afloramientos similares en la región se le asigna una edad que va del Cretáceo inferior al Cretáceo medio.

GRUPO MOHO

Se dá esta denominación a una secuencia de rocas sedimentarias que afloran hacia el límite oeste del cuadrángulo de Pizacoma en la hacienda Silichache, prolongándose sus exposiciones hacia el oeste del cuadrángulo de Mazo Cruz.

Litológicamente, la formación consiste en lutitas rojo-verdosas con lechos de cuarcitas, areniscas rojas y capas de calizas a diferentes niveles. Las lutitas presentan una estratificación delgada. Las areniscas son duras, de grano redondeado de tamaño medio, con estratificación en bancos delgados y medianos que presentan lentes conglomerádicos. Las calizas son de colores grises y están estratificadas en bancos hasta de 1 m., con abundantes lamelibranchios inidentificables por su intensa fragmentación (Calizas Ayabacas).

Sus relaciones estratigráficas señalan una discordancia que lo separa de la formación Huancané que la infrayace, y una discordancia angular con el volcánico Tacaza que lo suprayace. Parte de los contactos septentrionales son fallados.

Los estratos del grupo Moho se encuentran bastante disturbados, mostrando bloques con buzamientos que varían entre los 30° y 40° al suroeste. El conjunto ofrece una topografía suave en la que destacan los bancos calcáreos.

FORMACION OMATE

Se denomina formación Omate a una secuencia de rocas sedimentarias marinas que se exponen al noreste del poblado de Omate. La mejor exposición de estas rocas se encuentra en el Cerro Chiguas Chico, donde se ha medido una sección estratigráfica.

Los afloramientos de la formación de Omate constituyen una faja de cerca de 37 km. de largo, con ancho variable entre 3 y 6 km. que disminuye notablemente en el valle Tambo, a la altura del paraje denominado Yaral, donde llegar a tener menos de 1 km. Dicha faja se extiende ininterrumpidamente desde la quebrada Chacune por el sureste hasta el cerro Chichilín por el noreste.

Litológicamente, estas rocas están constituidas por una serie estratificada de lutitas con intercalaciones de areniscas cuarzosas a cuarcitas, calizas y dos bancos de derrames andesíticos con un espesor total de 970 m.

El nivel inferior de la sección consiste en lutitas negras fisibles, que gradan a lutitas arenicas en capas delgadas de 30 a 40 cm. con proporciones menores de cuarcitas de color gris rosado en lechos de 20 a 30 cm. El nivel medio está constituido por bancos de calizas fosilíferas, y el superior por bancos de cuarcitas rosadas a blanco amarillento.

La parte basal de la secuencia puede corresponder a los niveles superiores de la formación Murco descrita por Jenks (1948), y los niveles medios (calcáreos) o superiores corresponden a los horizontes inferiores de la formación Arcurquina descrita por el mismo autor.

Esta unidad estratigráfica presenta relaciones de campo bien definidas, así en el sector noreste suprayace discordantemente a los clásticos de la formación Yura al igual que en el área de Quinistaquillas y en los tramos superiores de la quebrada Carumas. Infrayace en discordancia paralela a los volcánicos Matalaque a lo largo del cerro Las Lajas, cerro Grande y en discordancia angular a los volcánicos Toquepala en la confluencia de los ríos Omate y Tambo.

En esta formación se ha desarrollado estructuras anticlinales y sinclinales más o menos apretadas de tipo concéntrico, mostrando los niveles superiores fuerte fracturamiento.

Edad y correlación.- En los estratos calcáreos que alternan en esta formación se han encontrado abundantes fósiles que han sido determinados por A. PARDO, (Paleontólogo del ex-Servicio de Geología y Minería), cuya relación es la siguiente: *Protocardia* sp. aff *P. hillana* (SOW), y *Gryphaea* sp. (parte basal del Albiano medio); *Astrocoenia* sp., Ostreidae, *Lucina* ? sp., espinas de equinoideos; *Pterotrigonia* cf *P. tocaimana* (LEA). *Lima* sp. y discos de tallos de crinoideos (Albiano inferior a medio); *Natica singularis* MOERICKE, Lima (*Plagiostoma*) sp. *Holectypus planatus* ROEMER var. *numismalis* GABB (parte inferior del Albiano medio); *Corbis lucinoides* GERHARDT (parte media del Albiano medio).

VOLCANICO MATALAQUE

Se ha denominado volcánico Matalaque a una secuencia de rocas volcánicas constituídas por derrames andesíticos, dacíticos y traquíticos, con algunas intercalaciones de brechas de flujo y escasos sedimentos arenosos abigarrados, que afloran en el cuadrángulo de Omate. Afloramientos conspicuos de esta unidad se exponen en el tramo medio y superior del río Tambo, en el flanco derecho del valle Carumas y en la quebrada Pachas.

Esta unidad en el valle de Carumas suprayace concordantemente a los clastos del grupo Yura e infrayace en discordancia a la formación Omoye. En el afloramiento del río Tambo, la relación inferior es idéntica y encontrándose cortado en casi toda su exposición por un intrusivo de naturaleza granodiorítica. Infrayace discordantemente al volcánico Toquepala y a las areniscas y arcillas de la formación Jahuay. En la quebrada Pachas suprayace en débil discordancia a la formación Socosani, e infrayace en discordancia angular a las capas rojas de Jahuay.

La secuencia litológica en la quebrada Pachas es la siguiente: la base está constituida por derrames andesíticos densos de color gris verdoso con pasta afanítica, en la que destacan cristales de hornblenda alineados paralelamente al contacto; hacia arriba continúan lavas pardo-rojizas de naturaleza dacítica, que pasan a un aglomerado de color rojizo a chocolate con venas de calcita, y aglomerados gruesos con clastos de naturaleza volcánica que alcanzan hasta 16 cm. de diámetro, con predominio de clastos de 3 a 4 cm., distribuidos en matriz areno-tufácea. En los tramos superiores de la quebrada, el conglomerado tiene elementos más gruesos que llegan hasta 80 cm. o más. El conglomerado es de carácter lenticular y grada a un paquete de areniscas de coloración verdosa con intercalaciones de derrames andesíticos de igual coloración. Estos derrames se caracterizan por presentar un alto porcentaje de epidota, en tanto que las areniscas se hallan poco consolidadas y tienen grano grueso a medio que se hace más fino hacia los niveles superiores.

La secuencia observada en el río Tambo a la altura de Palta Rume es la siguiente:

En la base, areniscas verdes de grano fino a mediano, estratificadas en capas delgadas, luego derrames dacíticos verde grisáceo a verde violáceo, intercalados con lutitas verdes y calizas marmolizadas. La parte media-superior, consiste en brechas y derrames andesítico de color gris verdoso, los clastos de las brechas son de naturaleza andesítica con abundante epidota en una matriz volcánica violácea que intemperiza con tonos pardos. Finalmente, en el tope se expone un conglomerado grueso.

Los derrames andesíticos tienen una pasta afanítica con escasos fenos de hornblenda y naturaleza masiva muy resistente a la erosión, presentándose en bancos de 3 a 4 m. de grosor. Toda la unidad está cortada por diques aplíticos.

Edad y correlación.- Lamentablemente no se ha encontrado elementos paleontológicos en los escasos sedimentos que se intercalan en esta unidad. Sin embargo, el hecho de suprayacer a la Formación Omate cuya edad llega al Albiano, e infrayacer a las calizas del Cretáceo superior-Terciario inferior, su edad quedaría comprendida dentro de dichos límites, y teniendo en cuenta la discordancia angular reconocida en el techo de la formación, es posible asignarle tentativamente una edad Maestrichtiano-Campaniano.

GRUPO TOQUEPALA

Las rocas que conforman este grupo, afloran ampliamente en el área objeto del presente estudio. Afloramientos conspicuos se han reconocido entre las quebradas Pachas por el norte y Otorá por el sur (cuadrángulo de Omate).

La litología es variada, consistiendo principalmente de derrames volcánicos. Los niveles inferiores presentan bancos gruesos de andesita de pasta fina, de color violáceo a chocolate en superficie fresca y que por alteración adquieren colores abigarrados. Sobre estas rocas yacen bancos de riolita gris clara a parda en fractura fresca, y que por alteración pasan de colores rosados amarillentos a ligeramente rojizos. Los minerales ferrosos se encuentran intensamente alterados, lo que da lugar a la coloración rojiza en mención, manifestaciones de sericitización también se hacen presentes en algunos horizontes. En los niveles superiores se han reconocido brechas de flujo de color verde, derrames andesíticos epidotizados y hacia el techo se presentan bancos gruesos de dacitas y andesitas grises de tonos violáceos por alteración.

Esta unidad se expone en bancos gruesos, sobre los cuales se ha labrado una topografía accidentada y prominente con relación a la que conforman las rocas circundantes. Otra característica resaltante son los colores de alteración que ella ofrece.

Tanto en la quebrada Otorá como en la quebrada Pachas, la secuencia se encuentra afectada por intenso fallamiento. En la primera, dos fallas separan facies diferentes del grupo Toquepala y en la segunda, la secuencia está afectada por una falla principal. El fallamiento principal ha originado un intenso fracturamiento en las rocas, acentuado por la acción de fallas menores.

Las relaciones estratigráficas de esta unidad son de discordancia angular neta en ambos extremos. Así, se la encuentra suprayaciendo al Volcánico Matalaque en la quebrada Pachas y a los sedimentos marinos de la Formación Omate en las alturas del cerro San Cristóbal. En el sector de Otorá, la erosión no ha sido capaz de poner al descubierto la base de la formación, sin embargo, en el norte del poblado de Torata se observa un conglomerado basal, el cual suprayace a rocas volcánicas más antiguas.

Tanto en las quebradas Pacha y Otorá, las rocas del Grupo Toquepala infrayacen a las areniscas rojas de la Formación Jahuay y a formaciones más recientes.

Edad y Correlación.- Los únicos argumentos que permiten establecer la edad del Grupo Toquepala son: su posición estratigráfica y su relación con los movimientos orogénicos regionales, a que suprayacen en discordancia angular al Volcánico Matalaque cuya edad se sitúa por lo menos en el Cretáceo medio, e infrayace a los clásticos continentales de la Formación Jahuay del Terciario inferior; por lo tanto, la edad del Grupo Toquepala queda comprendida entre el Cretáceo medio y el Terciario inferior.

El Grupo Toquepala se correlaciona con la formación Sueca descrita por CECCIONI y GARCIA (1960) en el norte de Chile; con las formaciones Moho-Cotacucho-Vilquechico y Muñani de la región del Lago Titicaca, NEWELL, (1948); con la Formación Toquepala descrita por J.J. WILSON y W. GARCIA (1962) y con los miembros superiores de la Formación Arcurquina.

FORMACION OMOYE

Se describe con este nombre a una secuencia de areniscas conglomerados y calizas que afloran muy aisladamente en el tramo inferior de la quebrada Omoye, a 1 km., aproximadamente al noroeste del poblado de Carumas. Su piso se presenta concordante con los volcánicos Toquepala, en tanto que su techo, que está dado por lechos calcáreos, infrayace en aparente discordancia a la formación Moquegua.

Las areniscas son de grano medio a grueso abigarrados, Los conglomerados son blancos, tienen carácter lenticular, y sus elementos consisten en guijarros mayormente de rocas volcánicas, subredondeados a redondeados, distribuidos en una matriz arenosa. La caliza es microcristalina, tiene color castaño-grisáceo en fractura fresca tornándose pardo-amarillenta por acción intempérica, presenta estratificación masiva y contiene foraminíferos.

Esta formación representa un ambiente mixto de sedimentación, en el cual las capas basales tienen una facies continental, mientras que la caliza indica condiciones marinas que probablemente corresponden a una invasión del mar sobre un territorio de escasa altitud.

Edad y Correlación.- La microfauna hallada (Miliolidos) corresponde a formas afines a las del Cretáceo superior-Terciario inferior, por lo cual se ubica la edad de esta formación dentro de dicho intervalo.

FORMACION JAHUAY

Con esta denominación se describe una secuencia de rocas clásticas continentales que afloran en el cuadrángulo de Omate. Los niveles inferiores consisten en capas de areniscas, conglomerados y brechas en las cuales se intercalan delgados lentes de lutitas. Los niveles medios están constituidos por arcillas con intercalaciones de capas de yeso hasta de 30 cm. de espesor; y los niveles superiores, por areniscas conglomerádicas y conglomerados gruesos.

En conjunto, la formación ofrece una coloración rojiza la cual se puede asociar a su posible deposición en un ambiente continental desértico.

Los afloramientos típicos se presentan en la pampa y quebrada Jahuay que es una tributaria de la quebrada Pachas por la margen izquierda. Otro afloramiento muy conspicuo, pero más reducido se expone en la margen derecha de la quebrada Carumas, habiéndose edificado parte del pueblo del mismo nombre sobre rocas de la formación. Finalmente, una ocurrencia de extensión muy reducida se ha reconocido en el cuadrángulo de Puquina, en el paraje denominado "Lulillo", cuya exposición se manifiesta nítidamente en un corte de la carretera Omate-Puquina. La potencia máxima aproximada de toda la formación no sobrepasa de los 150 m.

En la localidad típica, las areniscas del miembro inferior tienen color rojizo a gris verdoso, y grano medio a grueso en una matriz ligeramente tufácea. El miembro superior como se ha indicado, es mayormente conglomerádico, con clastos de naturaleza volcánica y algunos de calizas y cuarcitas bastante redondeados, cuyos diámetros alcanzan hasta 10 cm., predominando los de 4 a 6 cm., englobados en una matriz arenosa con abundancia de feldespatos.

La ocurrencia de la Formación Jahuay en la localidad de Carumas presenta gran similitud en color y litología con las rocas de la localidad típica; sin embargo, este afloramiento ofrece mayor predominio de brechas en los niveles superiores, siendo las areniscas más cuarzosas y se distingue entre los granos; cuarzo hialino y feldespatos.

Los elementos de los conglomerados alcanzan 40 cm. de diámetro.

El relieve desarrollado sobre las rocas de esta unidad es bastante accidentado. Numerosas quebradas de corto recorrido y flancos parados cortan su superficie. Indudablemente debido a la poca compactación de sus elementos, la erosión de fondo ha superado enormemente a la erosión de los flancos de las quebradas.

Estructuralmente, la sección típica presenta anticlinales y sinclinales separados por fallas más o menos paralelas al eje de los pliegues mencionados. La estructura principal que

se ha reconocido, consiste en un anticlinal asimétrico cuyo flanco norte con buzamientos que varían de 75° a 80°, se presenta más parado que el flanco sur, donde los buzamientos sólo alcanzan de 20° a 25°. La potencia total de la formación alcanza aproximadamente a 150 mts.

Estratigráficamente, la formación suprayace en discordancia angular al Volcánico Toquepala e infrayace con débil discordancia a los volcánicos de la Formación "Pichu", y con discordancia más marcada al Volcánico Tacaza.

Edad y Correlación.-No se ha encontrado elementos paleontológicos que permitan determinar la edad de esta formación, razón por la cual únicamente se tiene en consideración sus relaciones estratigráficas, ya que suprayace en discordancia angular al Volcánico Toquepala de edad Cretáceo superior-Terciario inferior, lo cual nos permite ubicar su base en el Eoceno medio. Por otra parte, infrayace a los volcánicos de la Formación Pichu cuya edad máxima alcanzaría el Oligoceno, en consecuencia, la edad de estas rocas quedaría dentro del intervalo marcado por estas dos secuencias.

Regionalmente, podemos relacionar a la Formación Jahuay con la Formación Puno descrita por NEWELL (1949). También se le correlaciona con el Conglomerado Huanca descrito por JENKS (1948).

FORMACION PICHU

El nombre de Formación Pichu fue introducido por MAROCCO (1968). En el área objeto del presente estudio esta unidad está representada por conglomerados y brechas de color verde violáceo, intercaladas con escasas areniscas conglomerádicas de matiz tufácea, de colores predominantemente verde a crema-amarillento.

Los conglomerados y las brechas están compuestas por elementos de naturaleza mayormente volcánica, de composición andesítica con menores proporciones de rocas intrusivas, cuarcitas y algo de calizas. Los clastos son sub-redondeados, tienen tamaño variable alcanzando hasta 50 cm. de diámetro, con predominio de clastos de 4 a 8 cm., que están en una matriz areno-tufácea de composición feldespática de grano fino a medio.

Las intercalaciones de areniscas de los niveles medios, así como las que constituyen los niveles superiores son de grano fino a medio con abundantes feldespatos (grauvacas o sub-grauvacas) con algunas gradaciones a limolitas. Estos clásticos se caracterizan por ser livianos y muy compactos, presentándose bien estratificadas en capas delgadas de 20 a 30 cm. En estas rocas se encuentran restos mal conservados de plantas ligeramente silicificadas.

Estratigráficamente, suprayacen en discordancia angular bien definida al Volcánico Matalaque, e infrayacen con la misma relación al Volcánico Tacaza o formaciones más recientes. Su grosor máximo dentro de los cuadrángulos estudiados se presume que sea de 700 m.

Estructuralmente, presenta plegamientos tipo monoclinales y sinclinales con un grado de deformación mucho menor que el de las formaciones subyacentes.

La Formación Pichu es típicamente continental ofreciendo grandes variaciones laterales. Su deposición se habría originado por una rápida erosión y transporte de material de los lugares altos lo cual impidió una buena selección de los constituyentes, razón por la cual la secuencia presenta indistintamente en un mismo banco tantos elementos angulosos como redondeados, condiciones que parece persistieron durante todo el lapso de deposición de esta formación, pues las areniscas de los niveles superiores también presentan similares características.

Edad y correlación.- Debido a que no se ha podido determinar por su mal estado de conservación los restos de plantas recolectadas, la edad de esta formación se establece en base a sus relaciones estratigráficas, así como al hecho de encontrar entre los clastos de los horizontes conglomerádicos, fragmentos de rocas intrusivas cuya edad se situaría entre el Cretáceo superior-Terciario inferior, razones que en el presente trabajo permiten señalar que se habría depositado en el intervalo Eoceno-Oligoceno inferior.

VOLCANICO TACAZA

Nombre sugerido por W. JENKS y empleado por N.D. NEWELL (op.pg.79.1945)

Las rocas que conforman esta unidad tienen una amplia distribución en el sur del Perú. Estratigráficamente reposan encima del Grupo Puno y debajo de la Formación Maure, en ambos casos con discordancias angulares.

Litológicamente se pueden establecer tres miembros bien definidos. El miembro inferior, consiste mayormente de sedimentos clásticos continentales. El miembro medio (Tufo Carumas) está representado, por tufos de naturaleza riolítica. El miembro superior incluye coladas de andesitas y tufos brechoides, en proporciones que varían en los diferentes afloramientos. Las intercalaciones de escasos sedimentos entre los derrames nos indican que existieron períodos de quietud en la actividad volcánica, en los cuales se efectuaba una rápida denudación de las áreas elevadas y la consiguiente acumulación de clásticos gruesos en pequeñas artesas.

Esta unidad volcánico-clástica continental ofrece una fuerte variación lateral, además es posible apreciar discordancias locales entre los miembros que lo constituyen, aunque con más frecuencia ofrecen transiciones laterales.

Miembro Inferior

Como hemos mencionado, el miembro inferior del Grupo Tacaza consiste de areniscas y conglomerados en una matriz areno tufáceo.

Las areniscas son de grano grueso con escasa gradación y selección, tienen color gris, pardo amarillento y verdoso. Se presenta en capas de pocos centímetros, con grosores máximos de 60-80 cm; son muy deleznales debido al escaso material cementante.

Los conglomerados contienen clastos mayormente volcánicos, de tamaño muy variable predominando los de 8-10 cm. de diámetro, ligeramente redondeados.

En el área de Puquina, este miembro consiste en conglomerados con intercalaciones de brechas, tufos riolíticos y derrames andesíticos y traquíticos. Estas rocas se exponen en los sectores superiores del corte de la carretera Puquina-Omate. Los conglomerados y brechas se presentan en bancos gruesos con sus elementos englobados en escasa matriz fina. Los derrames volcánicos son mayormente de naturaleza traquítica, tienen estructura bandeada de colores grises a rojizos debido a concentraciones y alteraciones de minerales ferromagnesianos, los tufos son de composición riolítica con colores pardo a crema.

Las rocas de este miembro rellenan una antigua superficie de erosión, pues se les encuentra en el fondo de algunas quebradas adosadas a los flancos, cubriendo los tramos superiores de altas cumbres. El grosor máximo de este miembro sobrepasa los 120 m.

Miembro Medio

Las rocas que constituyen este miembro localmente descritos bajo la denominación de Tufos Carumas, consisten en tufos mayormente ácidos de composición riolítica y dacítica con diferencias en el color, textura y mineralogía. Algunos contienen abundantes feldespatos y biotita, otros presentan cuarzo en su masa.

Los tufos son blandos, livianos y fácilmente atacables por los agentes meteóricos.

Una magnífica exposición de esta unidad se ha distinguido en el camino hacia el distrito de Carumas, donde el corte practicado por la carretera deja observar claramente la variación y relaciones estratigráficas de toda la secuencia. La sección medida es la siguiente:

SECCION

Tufo riolítico, en bancos de 40-50 cm., friable de grano fino de grano fino	50 m.
Tufo riolítico color violáceo	40 m.
Conglomerado, con elementos de rocas volcánica subredondeado en matriz tufácea, color blanco amarillento	30 m.
Tufo areno-dacítico	24 m.
Arenisca abigarrada en matriz tufácea, predominio del color verdoso	76 m.
Tufo gris violáceo de composición dacítica	45 m.
Brecha volcánica gris clara	100 m.
Tufo rosado riolítico	40 m.
Conglomerado grueso en matriz tufácea	<u>50 m.</u>
Total:	455 m.

Estratigráficamente esta unidad suprayace con débil discordancia a los clásticos del miembro inferior e infrayace a derrames andesíticos y basálticos del miembro superior. Se presentan en bancos más o menos horizontales conformando pequeñas planicies cortadas por quebradas de tramos rectilíneos. Las rocas ofrecen un sistema de fracturamiento perpendicular a los planos de estratificación sin que las fracturas de niveles superiores corten a los niveles inferiores.

Miembro Superior

Cubriendo áreas reducidas en el borde septentrional de los cuadrángulos de Omate y Huaitire, e igualmente en diferentes lugares de los cuadrángulos de Mazo Cruz y Pizacoma, se reconocen afloramientos de rocas volcánicas que traslapan a todas las unidades del Mesozoico y del Terciario inferior a medio.

Litológicamente, estas rocas consisten en derrames y piroclásticos, con brechas de flujo y aglomerados. La composición de estas rocas varía de andesítica a basáltica. Se exponen en bancos gruesos de 20-30 m. débilmente plegados. Suprayacen en discordancia paralela a los tufos del miembro medio y aún a los clásticos inferiores, e infrayacen a las tobas de la formación Maure y formaciones más recientes. El grosor total debe sobrepasar los 1,000 m.

Edad y Correlación.- No disponiendo de evidencias paleontológicas ni mediciones radiométricas de las rocas que constituyen la unidad en discusión, únicamente sus relaciones

estratigráficas permiten establecer tentativamente su edad, puesto que suprayacen en discordancia angular a las rocas del Grupo Puno cuya edad alcanza al Oligoceno e infrayacen a las tobas de la Formación Maure del Plioceno. El débil plegamiento que muestran estas rocas indica que sólo han sido afectadas por los últimos movimientos del Terciario superior, razones por las que en el presente trabajo se le asigna edad Miocénica.

FORMACION MAURE

Se emplea esta denominación utilizada por MENDIVIL (1965) para describir afloramientos similares que ocurren cubriendo sectores amplios; especialmente en la parte oriental de los cuadrángulos de Mazo Cruz y Pizacoma.

Litológicamente, la Formación Maure está constituida por brechas, conglomerados, areniscas, tufos, limolitas y arcillas. La brecha es de origen volcánico y de color gris verdoso. Las areniscas son de grano medio, color pardo-amarillento a rosado y fácilmente disgregables. Las areniscas conglomerádicas tienen coloración grisácea y matiz tufácea. Los tufos de composición dacítica o riolítica son de naturaleza lítica y presentan una coloración amarillenta a crema, tienen poca consistencia y abundantes inclusiones de pómez y otras rocas e intercalaciones de lechos de arcillas blanquecinas. Los conglomerados tienen esencialmente clastos de cuarcitas y andesitas.

Las rocas descritas ofrecen una topografía suave, constituyendo pequeñas colinas de laderas con pendientes moderadas. Excepcionalmente, en algunos valles se han distinguido paredes casi verticales.

En el área, la secuencia estudiada suprayace en discordancia angular a las formaciones cretáceas, observándose en otros lugares sobre el Volcánico Tacaza, e infrayace a los tufos Sencca con débil discordancia.

Estructuralmente, ofrecen pliegues simples observándose buzamientos entre 15° - 20° al noreste.

Edad y correlación.- En el presente trabajo, la edad de esta formación queda establecida en base a sus relaciones estratigráficas ya que no se han recolectado fósiles. Esta unidad suprayace en discordancia angular a las rocas del Volcánico Tacaza cuya edad se presume sea miocénica, e infrayace a rocas del Terciario superior; por lo tanto, los límites de la formación en discusión se ubicarían en el Mioceno-Plioceno. Corrobora este hecho el estudio de la “Geología de Bolivia” por AHLFELD (1960), quien informa que Douglas encontró en los estratos de la “Formación Mauri” (equivalente en Bolivia a la Formación Maure) una mandíbula de Mastodón (fósil diagnóstico del Post-mioceno) y 9 especies de

plantas fosilizadas que fueron estudiadas por BERRY, en base a lo cual a la Formación Maure se le asigna una edad pliocénica, por ser esta formación la continuación hacia el oeste de los “estratos Mauri”.

Se correlaciona a la Formación Maure con los “estratos Mauri” ya indicados, y también con los tufos Huaylillas descritos por WILSON y GARCIA (1962) en los cuadrángulos Pachía-Palca

FORMACION MILLO

Se describe con este nombre a una serie estratigráfica constituida de conglomerados, areniscas tufáceas y lentes de tufos retrabajados. SALVADOR MENDIVIL la describe como “conglomerado Los Castillos” en el valle de Ocoña (conferencia sobre el Terciario en el Sur del Perú - V Semana Geológica - 1968). Esta unidad es también descrita por L. Vargas (1970) en las quebradas Millos que es la localidad típica y que son afluentes del río Vitor en las quebradas de Las Laderas y en el borde occidental del batolito (cuadrángulo de Arequipa).

En el área de estudio existen exposiciones de esta unidad en las pampas de El Crucero, Pampa Cruz, Cerro Machulén, Pampa Suchune, cerro Chachuyo y apacheta Del Ataque en la parte sureste del cuadrángulo de Puquina, siendo la continuación de la unidad descrita en el cuadrángulo de Arequipa.

Esta unidad se encuentra suprayaciendo a unidades mucho más antiguas; así en el sector suroest del cuadrángulo de Puquina, yace directamente sobre el volcánico Chocolate del Jurásico inferior y el volcánico Toquepala del Cretáceo superior-Terciario inferior.

Infrayace al volcánico Sencca, el cual a veces está ausente a causa de su marcada lenticularidad y en otros casos se encuentra formaciones cuaternarias suprayaciendo a la formación Millo.

La litología consiste con conglomerados moderadamente consolidados, los clastos gruesos más o menos redondeados provienen de intrusivos, cuarcitas y volcánicos del Grupo Tacaza, encontrándose dentro de una matriz areno-tufácea de grano grueso.

Las areniscas tienen una granulometría fina a media, a veces conglomerádica, estratificadas en bancos que llegan a 80 cm. de espesor.

Los tufos se hallan depositados en forma de capas lenticulares, alternando con abundantes inclusiones de lapilli y pómez.

Las capas se hallan horizontal o ligeramente inclinadas al suroeste.

El espesor medio de esta unidad se estima en 60 m.

Edad y Correlación.- La ausencia de fósiles en esta formación no permite precisar su edad. Sin embargo, por encontrarse infrayaciendo al Volcánico Sencca y sabiendo que es posterior al Volcánico Tacaza (los conglomerados contienen clastos de este volcánico), se considera a la Formación Millo tentativamente como del Plioceno inferior a medio y se correlaciona en parte, con la Formación Maure (S.MENDIVIL 1965)

VOLCANICO SENCCA

Las rocas que constituyen esta unidad fueron descritas por primera vez, por MENDIVIL (1965).

Afloramientos de esta formación ocurren en diferentes sectores del área estudiada, las mejores exposiciones son las reconocidas en el sector nor-occidental del cuadrángulo de Puquina, central de Mazo Cruz, etc. Se exponen en forma horizontal a sub-horizontal cubriendo superficies de erosión preexistentes.

Esta unidad está constituida por volcánicos de naturaleza piroclástica de composición mayormente riolítica, con variaciones a tobas andesíticas y dacíticas; siendo frecuentes los tufos líticos brechoides poco compactados, livianos y porosos con grandes granos de cuarzo, feldespatos y hojitas de mica. La coloración es variable entre blanco crema y rosado, tomando por alteración un color parduzco.

El intemperismo los ataca reduciéndolos a bloques irregulares, de diferentes tamaños y mostrando una erosión característica. Sin embargo, en los cortes de algunas quebradas del altiplano estas rocas ofrecen disyunción columnar.

Los estudios micropetrográficos de estas rocas ponen de manifiesto la presencia de fragmentos de cuarzo hasta de 2 mm. de sección con bordes corroídos, cristales subhedrales de feldespato, variedad oligoclasa, biotita en forma de pequeñas placas flexionadas y oxidadas; los minerales accesorios consisten de calcita, sericita, limonita, apatita, zircón y opacos en una matriz vítrea.

- Topográficamente, constituye formas más o menos planas o ligeramente inclinadas. Cuando sobre las planicies se han labrado quebradas, estas presentan flancos escarpados.
- Estructuralmente, la secuencia se presenta afectada por fallas de pequeños desplazamientos o intensamente fracturados y con débil buzamiento siguiendo generalmente la superficie sobre la cual se ha depositado.

- Sus relaciones estratigráficas son las siguientes: en el cuadrángulo de Maure S. MENDIVIL (1965), las describe yaciendo sobre una superficie de erosión y con angularidad deposicional sobre la formación Maure. Idéntica relación presenta en el cuadrángulo de Pizacoma.

En los lugares que no están en relación con la Formación Maure se observa una discordancia angular cuando suprayace al Volcánico Tacaza u otras formaciones más antiguas. Los niveles ofrecen discordancia paralela con la Formación Capillune que la suprayace; en otros sitios aflora en discordancia debajo del Volcánico Barroso.

La potencia total de los tufos Sencca no alcanza los 100 m., siendo en la mayoría de los casos no mayor de 30 m.

Edad y Correlación.- No disponiendo de edades radiométricas que precisen la edad de los volcánicos Sencca, nos valemos de sus relaciones estratigráficas para determinar su edad; yacen con regularidad y mediante una superficie de erosión sobre la Formación Maure de edad Pliocénica e infrayacen a los depósitos de la Formación Capillune de edad Plio-cuaternaria, por tal razón, su deposición debió ocurrir en el Plioceno superior.

FORMACION CAPILLUNE

El nombre de esta formación fue dado por S. MENDIVIL (1965), quien estudió las características litológicas de la sección tipo, ubicada en las vecindades de la localidad de Capillune; la litología consiste en una serie sedimentaria lacustre, compuesta por conglomerados, areniscas, piroclásticos, limolitas y arcillas con coloraciones grises, blanco-amarillentas y verdosas.

La uniformidad litológica y textural de la formación es frecuente en extensos afloramientos.

Topográficamente, conforma pequeñas lomadas de cumbres más o menos horizontales, y mamelones esparcidos en la región o conformando tierras bajas que cubren amplias zonas. Se encuentran en posición horizontal a ligeramente inclinadas sin ofrecer mayores deformaciones estructurales.

En los cuadrángulos de Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma, esta formación aflora extensamente como continuación de exposiciones descritas por S. MENDIVIL (1965). Este hecho nos indica el amplio desarrollo de dicha formación que alcanza un grosor de 200 m., en la quebrada Tacalaya, H. JAEN (1965).

Esta unidad está constituida por una serie alternante de areniscas arcóscicas de grano fino pobremente diagenizadas con colores grises a amarillentos que mayormente se presentan en capas de 30-40 cm; arcillas blanco-amarillentas en capas delgadas; lentes de areniscas conglomerádicas dentro de una matriz tufácea, cuyos elementos son subangulosos a subredondeados; también es frecuente la ocurrencia de limolitas de color amarillento, en capas de 20-25 m; rocas piroclásticas consistentes en tufos líticos, lapilli y pómez, se presentan en bancos de carácter lenticular dentro de la secuencia.

En el paraje denominado Patjata (hoja de Huaitire) las areniscas inferiores son de color plomizo en fractura fresca, el mismo que se torna amarillento por la acción intempérica, su estratificación es en capas delgadas de 20 a 30 cms., fácilmente disgregables: estas areniscas pasan a areniscas conglomerádicas cuyos elementos están aglutinados en una matriz tufácea.

Es importante destacar la ocurrencia de un conglomerado de base que se presenta en la quebrada labrada por el río Viscachas. Dicho conglomerado consiste de cantos gruesos, angulosos, sin estratificación clara; el tamaño de los guijarros varía de 10 a 50 cm. de diámetro, en escasa matriz areno-tufácea de color gris amarillento. Esta unidad suprayace en discordancia erosional a los derrames del Volcánico Tacaza y constituyen, en este lugar, la base de la formación.

Edad y Correlación.- Esta unidad ofrece las siguientes relaciones estratigráficas: susprayace en discordancia erosional al Volcánico Tacaza y en débil discordancia o concordantemente al Volcánico Sencca (Plioceno inferior a medio), e infrayace en discordancia erosional manifiesta al Volcánico Barroso del Pleistoceno, por tanto se le asigna una edad Plioceno superior.

GRUPO BARROSO

Se conoce con este nombre a un complejo de rocas volcánicas, que fueron descritas por WILSON y GARCIA (1962). El nombre proviene de la cordillera del Barroso ubicada en el cuadrángulo de Palca (departamento de Tacna). Posteriormente MENDIVIL (1965) diferencia tres unidades dentro de este complejo de rocas intrusivas, las mismas que de abajo hacia arriba son descritas con los nombres siguientes: volcánico Chila, volcánico Barroso y volcánico Purupurine. En atención a esta diferenciación de rocas elevó la unidad a una categoría superior y la describe con el nombre de grupo Barroso.

En el área que nos ocupa, solo se ha podido diferenciar los niveles inferior y medio, habiéndose distinguido en consecuencia el volcánico Chila y el volcánico Barroso, por lo que suponemos que estas unidades tienen una amplia distribución en el sector sur del país.

Los materiales originados por estas fases efusivas constituyen la unidad geomórfica descrita con el nombre de Arco del Barroso, la misma que representa la expresión positiva de la fosa marina de América (MENDIVIL 1965). Los productos corresponden a las últimas pulsaciones de la actividad magmática del tipo lávico, fisural y central.

Las relaciones estratigráficas están bien marcadas por discordancias con las unidades tanto infrayacentes como suprayacentes. Suprayacen a los clásticos de la formación Capillune del Terciario tardío e infrayacen al Cuaternario reciente; además, esta unidad se encuentra afectada por las glaciaciones del Pleistoceno, que han destruido parte de las formas cónicas y cumbres de las cadenas de cerros con la consecuente formación de morrenas y otros depósitos glaciáricos.

Estas rocas presentan un buzamiento de alto ángulo (50° 60°) alrededor de los conos o en las crestas de las cadenas de cerros. Dichos buzamientos van disminuyendo hacia la periferie hasta ponerse horizontales en los lugares mas alejados donde, finalmente, se acomodan rellenando la superficie Capillune o superficies más antiguas.

VOLCANICO CHILA

Con esta denominación describió MENDIVIL (1965) a la Unidad inferior del Grupo Barroso en atención a una sección bien expuesta en el cerro Chila (hoja Maure en el departamento de Puno). En la localidad típica dicha unidad está constituida por una alternancia de andesitas, traquiandesitas y conglomerados. Los flujos son de color gris oscuro, afaníticos y faneríticos de estructura masiva. Los elementos de los conglomerados se encuentran dentro de una matriz tufácea de coloración ligeramente rojiza. Rocas similares, tanto textural como mineralógicamente ide igual posición estratigráfica, se han detectado en diferentes lugares del Norte del cuadrángulo de Puquina, razón por la cual se les describe con el mismo nombre. Estas vulcanistas se exponen en bancos de 8 a 10 m. y toda la unidad, dentro de los límites del área en estudio, no sobrepasa los 400 mts.

Estratigráficamente, esta sub-unidad se encuentra, como se ha mencionado, sobre la Formación Capillune e infrayace en ligera discordancia a las rocas de Volcánico Barroso.

Estructuralmente, estas masas extrusivas se presentan intensamente fracturadas y afectadas por fallas del tipo tensional, las mismas que ponen de manifiesto un pequeño desplazamiento vertical.

VOLCANICO BARROSO

El nombre como ya se han indicado proviene de la cordillera del Barroso en la Sierra Sur del Perú (departamento de Tacna) y corresponde a una secuencia de rocas volcánicas constituídas por una intercalación de bancos de tufos y lavas de composición traquítica con cantidades menores de andesitas.

Estas rocas tienen una amplia propagación en la región Sur, habiéndose reconocido inclusive en las regiones centrales del país.

La subunidad presenta variaciones litológicas aún en área próximas, cambiando de una fase traquítica a una traquiandesítica y mayormente andesítica en el área que nos ocupa. También, intercalan algunos bancos de brechas lenticulares.

Es manifiesto el gran fracturamiento que presentan estas rocas al igual que la subunidad anteriormente descrita, a través de dichas fracturas, en algunas localidades, se producen emanaciones de gases sulfurosos, con la consecuente formación de depósitos de azufre, y todas ellas permiten una circulación fácil de las aguas meteóricas originando acuíferos muy importantes en las rocas subyacentes, constituídas por materiales clásticos con capas impermeables.

Edad y correlación.- Para localizar a este complejo de rocas en la escala geológica, nos valemos de su posición estratigráfica, según la cual sabemos que suprayacen a la Formación Capillune de edad pliocénica e infrayacen a depósitos del Cuaternario antiguo por lo que, tentativamente, ubicamos al Grupo Barroso entre el Plioceno y el Pleistoceno.

Estos volcánicos los correlacionamos con parte del Volcánico Sillapaca descrito por NEWELL (1949), en la región del Titicaca y con las series descritas, tanto al sur como al norte del área, por geólogos del Instituto de Geología y Minería.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Terrazas Antiguas

Ocupando el fondo del valle labrado por el río Tambo se observa una serie de pequeñas terrazas que en forma discontinua se exponen en ambos lados del lecho del río. Dichas terrazas, por su extensión bastante considerable, han permitido el desarrollo de la agricultura, aunque en forma eventual.

Los materiales que constituyen estas unidades consisten principalmente en gravas y guijarros, en una mezcla heterogénea y caótica, ligeramente consolidados y con escasa matriz

arenosa de grano grueso. Los espesores máximos no sobrepasan los 8 m. Entre las principales terrazas cabe destacar las que se encuentran emplazadas en el paraje denominado Samanto y en la pampa San Lorenzo.

Estos depósitos fluviales infrayacen a sedimentos lacustres o a flujos de barro, razón por la cual los consideramos de edad pleistocénica

Flujos de Barro

En diferentes lugares del área se han reconocido depósitos clásticos conformados mayormente por una mezcla de materiales que alcanzan esporádicamente decenas de metros de grosor. Estos depósitos se han mapeado con el nombre de flujos de barro y el material que los conforma consiste principalmente a gris plomizo, guijarros de rocas andesíticas de diferentes tamaños y en menores proporciones rocas de otra naturaleza.

En algunos sectores, este material se presenta en una matriz areno-tufácea medianamente consolidada, pero sin ofrecer ninguna manifestación de estratificación ni clasificación de sus elementos. Uno de los depósitos más extensos se ha mapeado en la hacienda Buena Vista (distrito de San Cristóbal) donde constituyen una superficie conocida con el nombre de pampa Sulispalla (hoja de Omate).

Potentes acumulaciones de estas rocas han sido reconocidas en los tramos superiores del pueblo de Puquina, en los cortes de la carretera Arequipa-Omate. Estas acumulaciones están constituídas por tufos, brechas tufáceas y conglomerados de una mezcla desordenada de elementos sub-angulosos mayormente andesíticos, ligeramente consolidados con una matriz tufácea de coloración mayormente blanquecina, conformando depósitos de piedemonte o conos de escombros. El tamaño de los elementos varía entre 5 y 10 cm., no siendo raro encontrar bloques hasta de 50 cm. de diámetro. Este material cubre en gran parte el contacto superior de la formación Yura.

Depósitos Lacustres

En la confluencia de los ríos Omate y Tambo se presenta a manera de terraza, restos de un antiguo depósito lacustre, los cuales suprayacen a las terrazas fluviales descritas en el acápite anterior. Otro depósito similar se han observado en la quebrada Moilón y al oeste del poblado de Pocsi. Este último depósito se presenta rellenando pequeñas depresiones labradas en rocas del Terciario aún más antiguas.

Litológicamente estos depósitos están constituidos por arcillas pulverulentas y areniscas finas de naturaleza laminar, poco consolidadas, de color blanco amarillento, finamente estratificadas, alcanzando el conjunto un espesor aproximado de 20 m.

Hacia el lado oriental de la quebrada Moilón se observan reducidos afloramientos que suprayacen a depósitos de flujos de barro.

Estos sedimentos lacustres, probablemente se originaron debido a barreras naturales que se formaron en el río Tambo, una de las cuales se había establecido a la altura del paraje Carrizal y otra a la altura del paraje El Chorro, lugares donde el río presenta gargantas estrechas.

Depósitos Fluvioglaciares

Con esta denominación se describe una serie de depósitos que se encuentran en diferentes lugares de los cuadrángulos de Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma, ocupando las laderas y sectores bajos de los cerros, el fondo de las cabeceras de los valles y las pequeñas depresiones ubicadas a altitudes de 3,500 a 4,500 m.s.n.m.

Su litología consiste de conglomerados finos con intercalaciones de areniscas en bancos o capas gruesas muy deleznable y de color blanco grisáceo.

Depósitos Piroclásticos

Los productos eyectados por la última exposición del volcán Huaynaputina han quedado esparcidos cubriendo gran parte de los cuadrángulos de Omate y Puquina. Aunque de relativo valor estratigráfico, por su escaso grosor es necesario hacer referencia de ellos debido a su amplia propagación.

La litología consiste predominantemente de pumitas, bombas, lapillis y pómez. Por su fácil disgregación conforman suelos arenosos de color blanquecino que producen una fuerte reflexión de los rayos solares. Su poca compactación hace difícil el tránsito por estos parajes. Estos materiales cubren las superficies planas, los flancos, pequeñas depresiones y algunos cerros, constituyendo terrenos áridos.

Petrográficamente estas rocas son muy porosas, livianas, tienen aspecto terroso y un gran porcentaje de vidrio y cristales de feldespatos sin cuarzo, razón por la cual se les considera de naturaleza traquítica.

Como se ha mencionado, estos piroclásticos representan la última explosión de Huaynaputina registrada el 19 de febrero del año 1600 de la Era Cristiana.

Depósitos aluviales

Estudiamos bajo este nombre, a todos los depósitos recientes cuyos materiales han sido arrancados y transportados por el agua y depositados a poca distancia de su lugar de origen. Estos materiales se presentan poco consolidados y sus elementos no tienen ninguna selección, tratándose más bien de una mezcla heterogénea de rocas de diferentes tamaños y formas (angulosas a subredondeadas), en escasa matriz fina y con variaciones notables de su exposición a otra.

Bofedales

En la mayoría de las planicies se encuentran pequeños depósitos de arenas arcillosas con materia vegetal descompuesta en zonas pantanosas donde crece variedades de pasto natural. A estas zonas localmente se les conoce con el nombre de “bofedales”. Los pastos se utilizan para la crianza de los auquénidos y las raíces secas como combustible doméstico.

Depósitos Fluviales

Los fondos de los valles actuales se encuentran ocupados por este tipo de depósitos, que consisten en la acumulación caótica de rocas de diferentes tamaños y naturaleza. Por el tamaño de los clastos se les clasifica en : cascajo, grava, arena y limo.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS

Generalidades

En diversos lugares de los cuadrángulos de Omate y Puquina afloran rocas ígneas intrusivas de naturaleza mayormente ácida.

Estas rocas se presentan formando cadenas de cerros de cumbres redondeadas y flancos poco escarpados, cortados por numerosas quebradas de corto recorrido. También se les encuentra constituyendo pequeños promontorios aislados.

El cuerpo que se expone en la esquina noroeste de la hoja de Puquina, forma parte del complejo de rocas intrusivas que constituyen el Batolito La Caldera. Los otros afloramientos mapeados se constituyen como la parte final del mismo batolito, a pesar de no observarse los relacionados en superficie.

Las rocas ígneas intrusivas están representadas por dioritas, tonalitas porfiríticas, granodioritas y granitos cortados por numerosos piques aplíticos, turmalina y venas de cuarzo. Las relaciones intrabatolíticas no son claras, pero debido a sus características microscópicas ha sido posible diferenciar los diversos tipos de rocas. Por lo general, en los contactos el paso es gradacional, a excepción de los granitos y diques mencionados, los cuales muestran contactos definidos.

Estos cuerpos de rocas intrusivas atraviesan a rocas metamórficas de posible edad premesozoica y a rocas sedimentarias y volcánicas de edad Mesozoica. A su vez se hallan cubiertos por rocas volcánicas del Terciario medio a superior y depósitos del Cuaternario reciente.

Todos estos plutones se habrían originado por diferenciación magmática cuya secuencia tentativa de consolidación es la siguiente: en una primera etapa se consolidarían diorita básica, diorita potásica cuarcífera, monzonitas, tonalitas y granodioritas. Luego vendría una segunda etapa a la cual corresponden los granitos y finalmente en una tercera etapa los diques aplíticos y de turmalina y venas de cuarzo.

Dioritas básicas

Conformando los tramos superiores del cerro Gallalopo (Cuadrángulo de Puquina), se distingue un afloramiento de forma redondeada de diorita básica, el cual, debido al fracturamiento y erosión ha originado bloques irregulares de diferentes tamaños con aristas subredondeadas o redondeadas. Estas rocas presentan en fractura fresca las siguientes características macroscópicas; color gris claro a gris oscuro que por acción del intemperismo se torna gris rosáceo, estructura masiva, textura granular con grano fanerítico medio, distinguiéndose en su composición cristales de plagioclasa, hornblenda y biotita.

En este sector las dioritas en discusión se presentan fuertemente intemperizadas y fracturadas. La acción intempérica se manifiesta por una alteración que alcanza hasta 10 cm. de grosor.

Diorita Potásica Cuarcifera

Rocas de esta naturaleza se exponen en la cumbre y el flanco occidental del cerro Cambraca y flancos norte y sur del cerro Espinal

La erosión y el fracturamiento han originado bloques de aristas angulosas y subangulosas. La roca se presenta fuertemente intemperizada, lo cual es distinguible por su color pardo rosáceo que profundiza hasta 10 cm. La diorita potásica cuarcifera se encuentra cortada por diques aplíticos y venas de cuarzo-turmalina, mostrando a la vez rosetas de este último mineral dentro de su masa.

Las características macroscópicas de la roca son las siguientes: color gris claro a gris oscuro, grano fanerítico medio, textura granular y estructura masiva. Los elementos reconocidos son plagioclasa, ortosa, biotita y cuarzo.

Monzonita

Se presenta en la cumbre y flanco suroeste del cerro Negro. El fracturamiento y erosión la atacan reduciéndola a grandes bloques de contornos redondeados. El intemperismo actuó en forma uniforme modificando el color original de la roca a gris parduzco.

La roca ligeramente meteorizada es de color gris mediano, la estructura es masiva, la textura es de grano medio a grueso y en ellos se puede distinguir: ortosa, plagioclasa, biotita, hornblenda y algo de cuarzo.

Tonalita porfirítica

El sector sureste del Batolito La Caldera está representado por un cuerpo alargado de naturaleza tonalítica y textura porfirítica, con una longitud de 20 km., y un ancho de 8 km., al que se le conoce con el nombre de Intrusivo Siete Toldos, por ser en este lugar donde mejor se halla expuesto este plutón.

La tonalita conforma cerros de cumbre redondeadas y flancos poco escarpados, disectados por quebradas poco profundas de corto recorrido.

En general, el afloramiento destaca notablemente en el área, debido a la naturaleza misma de la roca. Los agentes de intemperismo la atacan reduciéndola a bloques medianos de aristas angulosas que presentan superficies de intemperismo de color pardo amarillento.

Su contacto con las demás rocas del batolito La Caldera no es definido; sin embargo, por su textura porfiroide la roca es fácilmente distinguible en el campo ya que difiere de las otras unidades petrográficas que ofrecen una textura granular media.

Granodiorita

Rocas de esta composición se han distinguido en el cerro Carotillar, en ambos lados de la carretera afirmada que conduce a la mina Santa Cecilia.

El afloramiento presenta una forma irregular de contornos sinuosos. Conforman pequeñas elevaciones de cumbres redondeadas, con flancos poco escarpados, cortados por quebradas pequeñas de tramos rectilíneos, que dan lugar a las quebradas principales de los flancos del cerro Carotillar y las lomadas que se levantan al suroeste del mismo cerro. Por efecto del intemperismo la granodiorita se reduce a pequeños bloques de contornos subredondeados de color gris rosáceo.

En fractura fresca la roca presentan color gris y textura fanerítica media, siendo posible observar: cuarzo, glacioclasa, biotita y hornblenda.

Granito

La segunda etapa de intrusión estaría representada por apófisis o pequeños “stocks” de granito, de fácil identificación en el campo por sus características mineralógicas, texturales y relaciones de contacto con las demás rocas que conforman el batolito La Caldera. Algunas

ocurrencias de estas rocas no han sido consideradas en el mapa geológico por su reducida exposición.

Estas masas rocosas afloran con mayor profusión en la esquina noroeste del cuadrángulo de Puquina, donde se presentan muy fracturadas y altamente alteradas lo que les da cierta apariencia de roca volcánica. Es frecuente observarlas con manchas y rosetas de turmalina. El color rosa pálido se torna rojizo por alteración y su textura es equigranular de grano fino, cuyos elementos son: cuarzo y turmalina.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Dentro del área que cubren los cuadrángulos en estudio, no se han encontrado rocas de edad Triásica ni más antiguas; sin embargo, regionalmente las rocas que conforman el basamento cristalino están representadas por el Complejo Basal de la Costa del Precambriano. Esto nos sugiere que existió una etapa de intenso metamorfismo regional acompañado de una actividad magmática que no alcanzó a los sedimentos del Paleozoico medio-superior que esporádicamente afloran en la Costa Sur del Perú. Del estudio de estos últimos, se ha establecido que durante el Paleozoico superior tuvo lugar un ciclo orogénico con dos fases de plegamiento.

A fines del Triásico se supone la existencia de una subsidencia que continuó hasta el Cretáceo medio a superior, etapa en la que se produce una emersión.

Posteriormente, se conocen unidades paleotectónicas definidas durante el Eoterciario, con plegamiento intenso en el Mesoterciario. Cada una de dichas fases han delineado rasgos estructurales en las rocas preexistentes, alterando a las estructuras más antiguas, según el caso.

La primera fase de deformación llega hasta la discordancia angular que existe entre las formaciones que alcanzan el Maestrichtiano Campaniano (Formación Arcurquina) y las Capas Rojas del Eoceno (Fig. 4b. B-B'). La segunda fase de deformación queda marcada por la discordancia angular que se observa entre las rocas del Terciario inferior y el Terciario medio a superior (Volcánico Tacaza y Formación Capillune) aunque en esta última, identificar los ejes de plegamiento regional es bastante complicado (Fig. 4c, A-A').

El hecho de haberse observado a la Formación Omate suprayaciendo discordantemente a las calizas Socosani en el área de Quinistaquillas, nos hace pensar que a fines del Jurásico se habría producido un levantamiento local que permitió la erosión de los clásticos de la Formación Yura.

Se han considerado unidades estructurales con características bien definidas distribuidas en el sector central-meridional del cuadrángulo de Puquina, en el sector central-

occidental hacia el cuadrángulo de Mazo Cruz y su continuación hacia el cuadrángulo de Pizacoma donde las rocas del Mesozoico se presentan fuertemente plegadas y falladas y están cubiertas por una gruesa secuencia de rocas terciarias y cuaternarias que no han sufrido mayores deformaciones tectónicas. Además, las rocas más antiguas se encuentran afectadas por grandes masas intrusivas y cuerpos menores de origen hipabisal.

Las estructuras mayores que se originaron a causa de las dos fases principales de plegamiento, tienen una orientación noroeste-sureste coincidiendo en general con la dirección actual de la cordillera de los Andes. Localmente, se presentan estructuras apretadas como las que se han distinguido en Quinistaquillas, donde el miembro inferior de la formación Socosani es mayormente lutáceo; también existe un amplio sinclinal desarrollado en el miembro Puente a la altura de Calapa, y finalmente en la quebrada Omoye próxima a Carumas, se expone una estructura hongo.

Plegamiento

En el sector central sur del cuadrángulo de Puquina existen estructuras sinclinales y anticlinales relacionadas con un intenso fallamiento (Fig. 4a, B-B')

La estructura más notable es el sinclinal Canasán. Entre los pliegues menores se han reconocido: el Sinclinal Calepa y los anticlinales Fajado, Santuario, El Chapi y Alto de Ochón.

Sinclinal Canasán

Dicha estructura tiene un eje que corre con dirección noroeste-sureste, siendo su plano axial más o menos vertical. Ambos flancos del sinclinal que buzcan 25° - 35° , tanto al noreste como al suroeste conforman un pliegue simétrico.

El flanco oeste del sinclinal ofrece algunas complicaciones para su interpretación por estar deformado por fallas y flexuras menores; además, ambos flancos se encuentran cubiertos por acumulaciones de material cuaternario que impiden efectuar un estudio más detallado de la estructura.

Flexuramiento al Oeste del Sinclinal Canasán

El sector comprendido entre el poblado de Moromolla (Quebrada Yalaque) y el paraje Huajalando (Quebrada de Chapi), presenta una estructura compleja, cuya

interpretación se complica debido al intenso fallamiento y la cobertura de material detrítico cuaternario. En este área se puede reconocer un pequeño sinclinal desarrollado íntegramente en los miembros inferiores clásticos del Grupo Yura, y el anticlinal Fajado desarrollado en la Formación Chocolate constituyendo las estructuras más conspicuas del área. Ambas estructuras parecen ser pliegues de arrastre relacionados con la falla Cerro Blanco.

Anticlinal Chapi y Ochón

En la margen izquierda de la quebrada de Chapi y a la altura del Santuario de Chapi, se ha desarrollado una pequeña estructura anticlinal asimétrica cuya traza del plano axial sigue la orientación general de todas las estructuras del área. Otro pliegue se presenta en el cerro Ochón.

En general, la deformación de este sector se ha producido conformando pequeños pliegues o flexuras como consecuencia del intenso fallamiento. Localmente, la topografía de la zona es controlada por el patrón de plegamiento. El buzamiento de las capas en casi toda el área es generalmente de bajo ángulo, variando notablemente en la proximidad de las fallas y flexuras.

Anticlinal Sulachaje

Esta estructura se ubica en el sector central sur del cuadrángulo de Omate, en la quebrada Sulachaje, tributaria de la quebrada Omoye por la margen derecha. La estructura se ha desarrollado en rocas clásticas del Grupo Yura y se extiende sobre una distancia de 7 km., entre la quebrada de Oculalane por el sureste y la de Omoye por el noroeste.

El eje del anticlinal corre en dirección sureste-noroeste con flancos que conforman una estructura asimétrica. El buzamiento de las capas del flanco oriental alcanza ángulos de 65° - 75° , mientras que las capas del flanco occidental varían entre 15° - 25° (Fig. 4b, B-B').

Anticlinal Chahuarane

Se presenta al suroeste del anticlinal descrito anteriormente, entre el cerro Huachulaca por el sureste y Toma Grande por el noreste, pudiéndose reconocer en una extensión de 5 km. El eje del plano axial es más o menos paralelo al eje del anticlinal de Sulachaje. La

estructura se ha desarrollado en las rocas de la Formación Omate, cuyo núcleo constituido por areniscas y lutitas queda muy expuesto por la intensa erosión de las capas superiores. Los flancos los conforman las calizas de la misma formación constituyendo un pliegue simétrico de flancos que buzanan al suroeste y noreste, respectivamente. (Fig. 4-b, B-B').

Flexuras de Quinistaquillas

Los afloramientos de rocas jurásicas que se exponen en el área de Quinistaquillas, muestran un plegamiento bastante apretado en el que se puede reconocer dos anticlinales y dos sinclinales en la Formación Socosani. Los ejes de los planos axiales corren más o menos paralelos, con una dirección aproximada sureste-noroeste. Estas estructuras están relacionadas con fallas, una de las cuales tiene su traza en la misma dirección del plegamiento, y la otra falla al suroeste de la ya mencionada, forma un pequeño ángulo con la dirección general de los pliegues (Fig. 4b, A-A').

Sinclinal de Carumas

Al noroeste del poblado de Carumas existe un pliegue sinclinal desarrollado en calizas del Cretáceo medio superior, con flancos que buzanan 30° - 35° tanto al norte como al sur. El flanco occidental de la estructura traslapa bancos cuarcíticos del Grupo Yura, mientras que gran parte del flanco oriental se presenta cubierto por Capas Rojas y materiales recientes, y el plano axial tiene una dirección sureste-noroeste pudiéndosele reconocer a lo largo de 6 km. más o menos.

Fallamiento

Otro de los rasgos estructurales importantes del área es el fallamiento que ha afectado a toda la serie estratigráfica de la región produciendo un fuerte desplazamiento en general. Estas fallas son consecuencia de esfuerzos compresionales y tensionales. La secuencia del Mesozoico se presenta fallada principalmente por esfuerzos compresivos, en cambio en las rocas del Cenozoico tardío se pone de manifiesto un fallamiento original por esfuerzos tensionales.

Se han reconocido dos grupos de fallas: uno de orientación sureste-noroeste y el otro de orientación este-oeste.

Fallas de orientación sureste-noroeste

Dentro de este grupo de fallas se tiene los sistemas de fallas: Chapi y menores.

En la región central del cuadrángulo de Puquina, se encuentra el sistema de fallas Chapi constituido por fallas cuyas trazas tienen una orientación general N 35° W. Estas fallas son de tipo inverso de alto ángulo, aunque hay un caso en que una de ellas se convierte en sobreescurrecimiento.

Lo más importante, por su mayor recorrido es la que se inicia Jito Hualing, que después de pasar por el cerro Caterepa con dirección noroeste, continúa un km. al sur del paraje denominado Moromolle en la quebrada Yalague donde presenta una serie de complicaciones estructurales, debido a que es cortada y desplazada por otra falla de corto recorrido.

El sector desplazado de la falla se prolonga en dirección noroeste a la quebrada de Chapi y después de pasar por el flanco sur del cerro Capilla llega a Pampa Negra, donde está cubierta por materiales sueltos del Cuaternario reciente.

Esta falla pone en contacto a los volcánicos de la Formación Chocolate con las rocas clásticas del Grupo Yura.

Otra falla del sistema Chapi se inicia en el cerro Hualando, con una dirección más o menos paralela a la anterior. Es una falla inversa de alto ángulo, asimilable a un sobreescurrecimiento en su tramo medio cuando pone a las rocas del Volcánico Chocolate sobre las rocas clásticas de la Formación Yura. La mineralización de la mina Chapi queda casi íntegramente entre las dos fallas descritas.

Hacia el sur de la estructura indicada se han distinguido varias fallas paralelas que separan el Volcánico Chocolate de los miembros del Grupo Yura y las trazas de estas fallas pueden apreciarse por más de 15 km.

Al norte de este sistema de fallas se ha reconocido hasta tres fallas de pequeño desplazamiento, que seccionan al Grupo Yura en bloques. Igualmente, fallas menores se ubican en la quebrada La Huata en el área de Coalague y en la parte central oriental del cuadrángulo de Puquina. La traza de esta última falla se reconoce en el río Tambo, 1 km. aguas arriba, y al noreste del paraje denominado El Carrizal.

A la falla observada desde la quebrada Chacune en el cuadrángulo de Omate hasta el río Carumas se le ha denominado falla Pantín. Es una falla inversa de alto ángulo que pone en contacto en su tramo sureste a la Formación Omate con la Formación Yura. En su tramo noroeste pone en contacto a la Formación Socosani con la formación Yura. El sector central se presenta cortado por otra falla (Fig. 4b, B-B').

Al accidente tectónico reconocido al sur de las alturas de San Cristóbal y que se prolonga hasta el río Carumas, se le denomina falla de San Lorenzo. Esta falla pone en contacto el Volcánico Matalaque con el Grupo Yura.

Fallas de orientación Este-Oeste

Dentro de estas fallas, la falla El Viscachal es una de las principales. Se ubica en el cuadrángulo de Puquina cortando en toda su longitud a rocas intrusivas pertenecientes al batolito La Caldera. Por el lado oeste se inicia en la quebrada Pisa, mientras que su extremo oriental llega hasta las rocas del Terciario medio.

Otra falla que se ha denominado falla Pachas se inicia en Pampa Negra, ubicada en el sector central sur del cuadrángulo de Omate y continúa en dirección Este bajando por el flanco izquierdo de la quebrada Pachas hasta alcanzar la quebrada La Aguadita en su flanco derecho. Su traza es rectilínea y con plano de alto ángulo cortando con pequeños desplazamientos rocas del Cretáceo superior y Terciario inferior.

En el área comprendida entre el cerro Chinero, tramo inferior de la quebrada Jahuay y la cuesta Pachas, se han observado numerosas fallas secundarias que por su escaso recorrido no han sido representadas en el mapa geológico respectivo.

GEOLOGIA ECONOMICA

Durante los trabajos de campo se ha tenido oportunidad de observar algunas minas, prospectos mineros y cateos en los cuales se ha practicado estudios muy generalizados.

La mineralización se relaciona con intrusivos del Cretáceo-Terciario pertenecientes probablemente al Batolito La Caldera. Parece que en su fase final estos magmas trajeron las sustancias mineralizantes, las cuales se localizaron principalmente en estructuras preexistentes. Numerosos autores han estudiado la génesis y potencial económico de las zonas mineralizadas del área; sin embargo, por su carácter privado pocos trabajos han sido publicados.

Por su ubicación y características se han considerado los siguientes grupos: depósitos de la franja de cobre y depósitos de plata plomo y otros minerales.

A lo largo de la vertiente oeste de la Cordillera Occidental, desde Tacna por el sur hasta Arequipa por el norte, se conoce una faja mineralizada representada principalmente por minerales de cobre, cuyos depósitos más importantes son del tipo cobre porfirítico. El principal yacimiento de cobre en la zona objeto del presente estudio, es la mina Chapi considerada como un depósito de reemplazamiento.

Mina Chapi

Se ubica en la ladera meridional del cerro Capilla y a 2,500 m.s.n.m. al suroeste del Santuario de Chapi, en la provincia y departamento de Arequipa.

La accesibilidad es buena y se realiza mediante una trocha afirmada que se inicia en la ciudad de Arequipa, en sus recorrido pasa por los distritos de Sabandía y Yarabamba.

La mineralización consiste de mantos cuya potencia va de algunos centímetros a 6 m. El rumbo general de las estructuras mineralizadas es N 65° Oeste con buzamiento promedio de 20° - 25° al suroeste, siendo el rumbo y buzamiento los mismos para la roca encajonante constituida por cuarcitas de colores claros, grano fino y bastante fracturadas y lutitas de

colores marrones con igual fracturamiento. Estas rocas se encuentran cortadas por pequeños apófisis de diorita y monzonita cuarcífera.

Dos fallas principales que corren con rumbo general noroeste-sureste parecen limitar la zona mineralizada. Entre ambas fallas se presenta una zona intensamente fracturada.

La mena consiste de minerales oxidados de cobre representados mayormente por atacamita, malaquita y crisocola con menores cantidades de cuprita y azurita. A profundidad se ha encontrado chalcopirita diseminada, chalcocita y algo de pirita. Los óxidos de hierro aparecen en forma profusa, tiñendo con su coloración característica la roca circundante.

Esta mina se encuentra trabajada tanto por labores subterráneas como a tajo abierto.

Mina Hornillos

Está situada al norte del cerro Quemado y a una altitud aproximada de 3,320 m.s.n.m., en la provincia y departamento de Arequipa.

Su accesibilidad se realiza mediante la trocha afirmada que conduce hacia la mina Chapi.

La mineralización consiste en relleno de fracturas y está relacionada probablemente con un stock adamelítico que corta a una granodiorita que constituye la intrusión principal.

En general, la mineralización parece estar relacionada con la segunda etapa de intrusión que se ha descrito en el capítulo respectivo.

Los principales minerales reconocidos en superficie son silicatos y carbonatos de cobre, y a cierta profundidad se encuentra pirita, chalcopirita y bornita en ganga de cuarzo.

La explotación se realiza a pequeña escala mediante labores subterráneas.

Hacia el norte y noroeste se han distinguido numerosas vetas cupríferas de carácter lenticular cuyos grosores varían entre 1,000 y 1.20 m., habiéndose explotado en pequeña escala algunos de estos lentes.

Prospecto Quequesana

Está situado en el flanco noroeste del cerro Quequesana, en el distrito de Puquina, provincia General Sánchez Cerro del departamento de Moquegua, a unos 14 km. al sureste

del poblado de Puquina y a más o menos igual distancia al suroeste de Omate. Este prospecto se encuentra a una elevación aproximada de 2,200 m.s.n.m.

Consiste de un socavón de reconocimiento de 8 m., excavado en un pequeño sill dacítico que presenta una ligera diseminación de pirita y chalcopirita. A juzgar por lo que se aprecia en superficie sus posibilidades mineras no son buenas.

Prospecto Tagahualín

Se ubica al suroeste de Omate en el departamento de Arequipa.

En los contactos entre diques ácidos y el stock tonalítico, se presentan delgadas vetillas y manchitas de chalcopirita y pirita. Lo reducido de las exposiciones y la falta de labores de prospección no permiten adelantar un juicio sobre las posibilidades de este yacimiento.

Ocurrencias similares se han notado en las partes altas del paraje denominado Los Fierros y en el río Tambo en una brecha de composición andesítica.

Prospecto San Francisco

Se ubica en el cerro Fajardo y en el paraje denominado Alto Huajalando al sur de la mina Chapi.

Las cuarcitas del grupo Yura se hallan cortadas por masas intrusivas intensamente fracturadas y cortadas por diques básicos y numerosas venillas de cuarzo.

La mineralización reconocida consiste únicamente de impregnaciones de carbonatos de cobre.

Prospecto Asabaya

Se sitúa a unos 3 km. al suroeste del paraje Asabaya en el río Tambo. La roca madre es una granodiorita de grano fino a medio en cuyas fracturas se ha reconocido pequeños recubrimientos de malalquina y diseminación errática de molibdenita.

Depósitos de plata, plomo y otros minerales

Las ocurrencias de mineralización de plata, plomo y otros minerales se localizan principalmente en las partes altas de las vertientes del Pacífico y en el Altiplano.

Cubriendo grandes sectores de los tramos superior y medios en ambos lados de la Cordillera Occidental afloran rocas volcánicas de edad Terciario medio. Dichas rocas han sido afectadas por intrusiones menores que en algunos sectores las han mineralizado. La mineralización es del tipo de relleno de fisuras y veta.

GEOLOGIA HISTORICA

Para establecer los eventos geológicos acaecidos en el área, es necesario valerse de la Geología Regional, ya que como se puede observar en la columna geológica (Fig. 3), en ella se pone de manifiesto algunos hiatos que dificultan la interpretación de la geohistoria del área.

Las rocas más antiguas que se exponen en los cuadrángulos objeto del presente estudio, corresponden al volcánico Chocolate de edad Triásico superior-Jurásico inferior. Sin embargo, regionalmente en la Costa Sur del Perú se conocen rocas cuyas edades van desde del Precambriano (Complejo Basal de la Costa).

Dichas rocas se caracterizan por haber sufrido intenso metamorfismo regional, presentándose cortadas por masas intrusivas del Paleozoico inferior que representa al magmatismo más antiguo de la región.

Aparte de estas pequeñas masas intrusivas, nada se conoce del Cambriano, Ordovícico y Silúrico, pero es factible suponer que en este lapso, la región estuvo sometida a una serie de transgresiones y regresiones que finalizaron con un levantamiento y fuerte erosión que barrió con todos los materiales que se habrían depositado durante estas épocas geológicas.

Igualmente, es difícil establecer los sucesos geológicos que habrían ocurrido durante el Paleozoico superior debido a la ausencia de sedimentos en esta edad en el sector meridional del Perú, pero el hecho de que en estudios recientes se haya distinguido esporádicamente remanentes de depósitos tanto continentales como marinos en el área de Cocachacra (lutitas de Cocachacra con conularias, Formación Majes, en el área de Majes, con el mismo fósil, que indican la existencia del Devoniano inferior Grupo Ambo del Missisipiano en el río Ocoña; Formación Mitu del Pennsilvaniano en la misma área) significando que la región estuvo sometida a procesos de sedimentación tanto marina como continental.

Poco se conoce del Triásico inferior y medio. J. J. Wilson y W. García (1962) distinguen afloramientos del Triásico superior y los describen con el nombre de Formación Machani, cuya litología consiste en general, de una intercalación de conglomerados, areniscas

de diferentes tipos y lutitas. Entre las lutitas, los mencionados autores encontraron restos de ostras mal conservadas que aunque no son diagnósticos indican una edad post-paleozoica, aún más, estos fósiles según la literatura hacen su aparición en el Triásico superior.

Es a fines del Triásico que aparecen los primeros sedimentos tipo plataforma. Dichas rocas estarían indicando el inicio de la subsidencia que posteriormente formaría el gran geosinclinal Andino. La sedimentación se continúa con depósitos marinos acompañados de actividad magmática que se conoce con el nombre de Volcánico Chocolate y que tiene una amplia propagación, pues a ellos se les ha reconocido desde la región de Cahala por el norte hasta Pachía por el sur, con grosores que pasan los 3,500 m. A comienzos del Sinemuriano en la región sur y a fines del mismo en la región norte habría cesado la actividad magmática depositándose los calcáreos de las formaciones Pelado y Socosani tanto al sur como al norte respectivamente. Como puede apreciarse en la columna geológica (Fig. 3), existe una laguna estratigráfica entre el Bajociano medio-Batoniano superior, por lo que se supone una emergencia que perduró hasta el Batoniano tardío.

A comienzos del Caloviano se pone de manifiesto una subsidencia que originó una transgresión durante la cual se depositaron los clastos de la formación Yura. Es en este tiempo en que dicha sedimentación también va acompañada de una intensa actividad volcánica, originando como consecuencia una intercalación de sedimentos marinos con potentes bancos de derrames volcánicos, descritos con el nombre de formación Guaneros, cuyo grosor sobrepasa los 3,000 m. Los derrames volcánicos adelgazan de oeste a este, alcanzando grosores mínimos en la región próxima a Omate. Este hecho indica que los focos volcánicos estarían ubicados en algunos lugares próximos al puerto de Ilo por el sur y a la localidad de Cocachacra por el norte. Probablemente durante el Caloviano medio cesa la actividad magmática y continúa la sedimentación marina, originando los depósitos estudiados con el nombre de miembro Cachíos, Labra y Gramadal cuyos niveles superiores llegan al Cretáceo. El hecho de que todas estas formaciones se encuentran cubiertas por una gruesa secuencia de cuarcitas, nos podría indicar un pequeño levantamiento de la cuenca.

Los sedimentos marinos albianos representados por la Formación Omate, ponen de manifiesto una nueva subsidencia mediante la cual, parcialmente descansa en discordancia angular sobre las calizas Socosani en la localidad de Quinistaquillas. Probablemente, a fines del Albiano o comienzos del Maestrichtiano en el área ocurrió una nueva actividad magmática que originó los derrames estudiados con el nombre de Volcánico Matalaque. Al final del ciclo magmático se produjo el primer movimiento tectónico conocido con el nombre de Plegamiento Peruano (STEINMANN, 1928). Dicha orogenia plegó y falló a todas las rocas del Mesozoico.

Es a fines del Cretáceo en que probablemente se presentaron las pulsaciones de actividad magmática, que más tarde originaron e emplazamiento de los grandes intrusivos,

que se describen en el sur del Perú con los nombres de Batolito La Caldera y Batolito Laderas. Una porción del sector sur del batolito La Caldera se emplaza en el cuadrángulo de Puquina, y menores masas intrusivas con solución de continuidad se han distinguido en el cuadrángulo de Omate. Coetáneamente se producía una nueva fase volcánica cuyos productos tienen una amplia propagación y se encuentran magníficamente expuestos en el área de Toquepala, Otoro y tramo superior de la quebrada Pachas. Estos derrames se han depositado sobre el Conglomerado Inogoya, cuya mejor exposición se encuentra a unos 3 km. al norte del pueblo de Torata (cuadrángulo de Moquegua). Movimientos epirogénicos habrían originado zonas elevadas y artesas que favorecieron la denudación y acumulación de clásticos continentales, a los cuales se les estudia con el nombre de Formación Jahuay y están caracterizados por su coloración rojiza e intercalaciones de capas de yeso en los niveles inferiores.

La sedimentación continental continuó probablemente hasta comienzos del Oligoceno, presentándose acompañada de una moderada etapa de vulcanismo cuyos materiales se intercalan en la Formación Picchu. Esta secuencia está plegada y fallada a consecuencia de la orogenia del Terciario inferior considerada de mayor intensidad que el “Plegamiento Peruano”. Dicha fase replegó las estructuras preexistentes y delinó los Andes actuales con la orientación general noroeste-sureste.

El período subsiguiente a tal fase orogénica se caracteriza por una intensa actividad volcánica cuyos materiales cubrieron todas las rocas del Mesozoico y Terciario antiguo en la Cordillera Oriental, llegando hasta los flancos occidentales de la cordillera Occidental. Aparentemente estos productos no cubrieron la amplia depresión para-andina mayormente rellenada por los clastos de la Formación Moquegua.

Durante el Mioceno superior la zona emergida estuvo sometida a un proceso erosivo intenso que dió origen a una superficie madura a no mucha altura del nivel del mar. Dicha superficie es conocida con el nombre de “Superficie Puna”.

Regionalmente se postula un arqueamiento durante el Plioceno. Este movimiento se continuó en varias fases afectando a la superficie indicada aún hasta en los tiempos recientes.

Este fenómeno geológico originó depresiones o cuencas que posteriormente fueron rellenadas por los clastos continentales que en el sur del Perú se estudian con el nombre de formaciones Maure y Capillune.

Como consecuencia del levantamiento se presentaron zonas de debilidad, las mismas que permitieron el inicio de una nueva fase volcánica que cubrió gran parte de la superficie madura, localizándose en forma de arco, razón por la cual MENDIVIL (1965), la define como una unidad geomórfica, y la estudia con el nombre de Arco del Barroso. Es un hecho importante anotar que las erupciones volcánicas continuaron en el sur del Perú hasta los

tiempos actuales (Ubinas-Huaynaputina). Así la última erupción del Huaynaputina data del año 1600 de la era cristiana.

Finalmente, la actividad tectónica se manifiesta en la actualidad por los fuertes sismos que producen, muchos de los cuales no vienen a ser sino efectos de reajustes de fallas antiguas.

Luego de haber sido impreso el mapa correspondiente al cuadrángulo de Pizacoma se encontraron algunos errores, cuyas correcciones están indicadas en la Fig. 5, la misma que señala :

1. El contacto entre la Formación Huancané y el Grupo Moho en las cercanías de la localidad de Sillicachi es fallado, mientras que los sedimentos lacustres de la formación Maure yacen en discordancia sobre las areniscas cuarzosas de la Formación Huancané.
2. Al Sur de Huacullani; donde existen algunas labores mineras abandonadas afloran unas brechas y volcánicos que inicialmente fueron considerados como del Volcánico Llallahui (Grupo Tacaza), pero posteriormente se ha observado las relaciones con los derrames andesíticos del Volcánico Barroso, llegándose a la conclusión de que se trate de un cuerpo hipabisal.

BIBLIOGRAFIA

- AHFELD F. y BRANISA, L. 1960 - Geología de Bolivia, Inst. Bol. Petrol. La Paz
- BELLIDO, E. y GUEVARA, C. 1963 - Geología de los cuadrángulos de Punta Bombón Cledesí, Bol. Com. Carta Geológica Nac. N° 5. Lima
- BENAVIDES, V. 1962 - Estratigrafía Pre-Terciaria de la Región de Arequipa - Bol. Soc. Geol. del Perú. Tomo 36. Lima
- CECCIONI, G.O. y GARCIA, F. 1960 - Stratigraphy of Coastal Range in Tarapacá Province Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 94, N° 10
- GARCIA, W. 1968 - Geología de los Cuadrángulos de Mollendo y La Joya. Bol. Serv. de Geol. y Min. N° 19. Lima
- JENKS, W.f. 1948 - Geología de la Hoja de Arequipa. Bol. Inst. Geol. del Perú N° 9, Lima
- MAROCCO, R. y DEL PINO, M. 1966 - Geología del Cuadrángulo de Ichuña, Bol. Serv. Geol. y Min. N° 14 - Lima
- MENDIVIL, S. 1965 - Geología de los Cuadrángulos de Maure y Antajave. Bol. Com. Carta Geol. Nac. N° 10 - Lima
- NARVAEZ, S. 1964 - Geología de los Cuadrángulos de Ilo y Locumba. Bol. Com. Carta Geol. Nac. N° 7. Lima
- NEWELL, N. D. 1949 - Geology of the Lake Titicaca Region Peru and Bolivia. Geol. Soc. Am. Memoir 36.
- RANDALL, J.A. 1960 - Geología del Distrito de Cobre de Chapi, Departamento de Arequipa. Bol. Soc. Geol. del Perú. Vol. 35.
- VARGAS, L. 1970 - Geología del Cuadrángulo de Arequipa. Bol. Serv. Geol. y Min. N° 24. Lima.

WILSON, J. y GARCIA, W. 1962 - Geología de los Cuadrángulos de Pachía y Palca - Bol. Com. Carta Geol. Nac. N° 4. Lima.

ZSEKELY, T.S. y BLANCO, E. 1963 - Geology of the Puquina, Omate Area Com. Carta Geol. Nac. (Inédito).