

## MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA GEOLOGÍA DEL CUADRÁNGULO DE OMATE (34-u)

**Por :Luís QUISPESIVANA Q., & Alberto ZAPATA M.**

### **1.- INTRODUCCIÓN**

El presente estudio corresponde a la versión actualizada de la geología del cuadrángulo de Omate (34-u); realizada dentro del programa de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional en la Franja N°1 (meridianos 16°00'00" y 18°30'00" de Latitud Sur) en el año 2000, llevado a cabo por la Dirección de Geología Regional del INGEMMET.

El área estudiada se localiza en el sur del Perú, departamento de Moquegua, abarcando parte de las provincias de General Sánchez Cerro y Mariscal Nieto, está limitada por las coordenadas geográficas:

Latitud : 16° 30' 00" a 17° 00' 00" Sur  
Longitud : 70° 30' 00" a 71° 00' 00" Oeste  
Cubriendo una extensión de 3500 Km<sup>2</sup> aproximadamente.

Morfoestructuralmente se localiza entre las estribaciones Sur-occidentales de la Cordillera de los Andes, el Arco del Barroso y el Altiplano, mostrando relieves accidentados de pendientes escarpadas a suaves, con altitudes que fluctúan entre los 1800 y 3800 msnm, en rocas cuyas edades varían del Precámbrico al Mesozoico.. Hacia el este los aparatos volcánicos del Plioceno-Pleistoceno constituyen una cadena montañosa con algunas colinas en estado de erosión (3800 a 5000 msnm). En los límites con el cuadrángulo de Huaitire (34-v) se presentan algunas pampas entre los 4400 y 4800 msnm, conformadas de material piroclástico y fluvio-glaciar constituyendo superficies planas y suaves.

La red hidrográfica en gran parte corresponde a la Cuenca Hidrográfica del Pacífico siendo el río Tambo el principal colector de estas aguas a diferencia de las aguas del sector Nororiental que drenan hacia la Cuenca Hidrográfica del Lago Titicaca.

### **2.- ANTECEDENTES**

En el año 1978 GARCIA, W. en su trabajo titulado "Geología de los Cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma" estudió las diferentes unidades estratigráficas, constituida por el Complejo Basal de la Costa, Formación Socosani (Jurásico inferior-medio), Grupo Yura (Jurásico superior), Formación Omate (Cretáceo inferior a medio), Volcánico Matalaque (Cretáceo medio), y en entre el Cretáceo superior a Paleógeno consideró al Volcánico Toquepala, Formación Omoye, Grupo Puno y Volcánico Tacaza . En el Neógeno consideró a la Formación Capillune, y Volcánico Barroso de edad

Plioceno-Pleistoceno y finalmente consideró dentro de los depósitos cuaternarios a los depósitos piroclásticos, fluvio-glaciares y aluviales.

### **3.- APORTES**

Dentro del programa de actualización del cartografiado geológico del cuadrángulo de Omate a escala 1:50000, y de acuerdo a los conocimientos actuales de geología regional se ha delineado mejor los contactos y establecido una posición estratigráfica de las diferentes unidades litoestratigráficas. . Asi tenemos :

Que el cuerpo intrusivo cartografiado como del Terciario en el sector de Omate-Carabaya ha sido denominado en este informe como Complejo Basal de la Costa, teniendo evidencias de rocas metamórficas, gneis, intruidas por apófisis de cuarzo monzodioritas.

En el sector comprendido entre Omate-Quinistaquillas-Carumas las rocas aflorantes reconocidas como Grupo Yura han sido diferenciadas en las Formaciones Puente y Cachíos, Labra, Gramadal y Hualhuani.

En el sector de Carumas la Formación Omoye ha sido correlacionada con la Formación Arcurquina.

El Grupo Toquepala de amplia distribución en el extremo Suroeste del área, de acuerdo a sus características litológicas ha sido subdividido en las Formaciones Huaracane, Paralaque y Quellaveco.

La unidad estratigráfica denominada Jahuay por GARCIA, W. (1978), también ha sido reconocida por su posición estratigráfica; considerandose a las secuencia silicoclástica aflorante en la cuenca Jahuay como Formación Sotillo; así mismo a los conglomerados y pelitas de la localidad de Carumas como Grupo Puno.

El Volcánico Tolapalca ha sido correlacionado con la Formación Pichu. Así mismo la unidad Pichu lacustrino por posición se le ha considerado como la parte inferior del Grupo Maure, y las tobas del sector Noreste, anteriormente denominadas Huayllas se le ha considerado como la parte superior del Grupo Maure.

El Conglomerado Taja, anteriormente considerado como la parte inferior del Grupo Tacaza en este sector por su litología ha sido considerado como parte de la Formación Moquegua.

Así mismo los niveles piroclásticos y lávicos anteriormente denominados como Formación Llallahui, han sido agrupado por aparatos volcánicos.

El Grupo Barroso han sido diferenciado lito-morfoestructuralmente en complejos y aparatos volcánicos.

Finalmente los depósitos piroclásticos cuaternarios han sido agrupados por sus aparatos volcánicos correspondientes en : Complejo Volcánico Ticsani y Estratovolcán Huaynaputina.

#### **4.- ESTRATIGRAFÍA**

La secuencia estratigráfica muestra una variedad de unidades sedimentarias, volcano-sedimentaria y volcánicas, las mismas que tienen edades de amplio rango.

La roca más antigua corresponde al gneis del Complejo Basal de la Costa, seguido de las sedimentitas de la Formación Socosani de edad Jurásico medio y Grupo Yura de edad Jurásico medio a superior, cubriendo estas unidades en discordancia erosional se encuentran la secuencia volcano-sedimentaria de la Formación Matalaque de edad Cretáceo inferior y Grupo Toquepala de edad Cretáceo superior.

Sobreyaciendo a la Formación Matalaque y en forma muy restringida en el sector de Carumas se encuentra en ligera discordancia la Formación Arcurquina de edad Cretáceo Inferior- Superior. En este mismo sector se tiene secuencias arenoconglomerádicas del Grupo Puno de edad Paleoceno y, secuencias volcánicas de la Formación Pichu de edad Eocena.

En el sector meridional del área afloran las secuencias volcanoclásticas de la Formación Moquegua de edad Oligocena-Miocena. Sobreyaciendo a esta unidad se tienen niveles volcánicos de la Formación Huaylillas de edad Mioceno. Hacia el sector Nororiental se interdigitan las secuencias volcano-sedimentarias del grupo Maure con las rocas volcánicas de la Formación Llallahui también de edad Mioceno

. En los límites con el cuadrángulo de Moquegua (35-u) se tiene niveles volcanoclásticos de la Formación Capilllune de edad Miocena superior, estadio previo al vulcanismo Plio-Pleistoceno, periodo en el cual se instalaron complejos volcánicos de tipo fisural.

##### **4.1.- COMPLEJO BASAL DE LA COSTA**

Inicialmente fue considerado como un cuerpo plutónico de composición granodiorítico-tonalítico (GARCIA W., 1978).

Aflora en el lado Noroccidental del cuadrángulo, cabeceras del río Omate, sector de Quinistacas-Carabaya. Siguiendo una dirección Sureste-Noroeste sus afloramientos se prolongan hasta los sectores del río Chahuarani y quebrada Seca, cuadrángulo de Puquina (34-t).

Corresponde a depósitos de gneis de diferente composición, metagranodioríticos, gneis de esquistos y gneis horbléndico; presentan estructuras bandeadas y una foliación predominante de Este a Oeste y de Noreste a Suroeste.

Petrográficamente la metagranodiorita presenta un color gris rosado, con textura granoblástica sus minerales esenciales corresponden a cuarzo, parcialmente recristalizado con extinción ondulada, feldespato potásico y plagioclasas alteradas a cuarzo y sericita. Los minerales accesorios corresponden a biotita, sericita, clorita y los secundarios a cloritas y epídotas. La característica de esta roca es el fracturamiento de los minerales y las venillas de clorita y epídota..

El gneis de esquistos presenta predominantemente ortoclasas en cristales anhedrales alterados a sericita, con inclusiones de anfíbol y circón. Las plagioclasas muestran una fuerte alteración a sericita y calcita, el cuarzo en cristales anhedrales muestra una fuerte extinción ondulante; como minerales accesorios se tiene epidota y óxidos de hierro.

Los gneises hornbléndicos son de textura granoblástica, teniendo como minerales esenciales los anfíboles (hornblenda) en cristales subhedrales a anhedrales ligeramente alterados a clorita con inclusiones de piroxenos. Así mismo ortoclasas en cristales anhedrales con alteración a sericita, plagioclasas levemente deformadas alteradas a sericita y el cuarzo en cristales anhedrales mostrando una fuerte extinción ondulante. Como minerales accesorios se tiene opacos en cristales anhedrales asociados con anfíboles.

El basamento cristalino se encuentra en contacto fallado con las sedimentitas del grupo Yura, en el sector del Cerro Pailogen al Norte de Quinistacas y Carabaya. En otros lugares infrayace a la Formación Llallahui con un contacto erosional.

Dataciones realizadas por el método K/Ar dieron una edad de 445.9 Ma (SANCHEZ A., 1983), lo que permite asignarle una edad correspondiente al Paleoproterozoico correlacionable con los gneises de Mollendo y Charcani.

#### **4.2.- FORMACIÓN SOCOSANI (> 1000 m)**

Corresponde a rocas sedimentarias de ambiente marino similares en litología, posición y contenido faunístico, con las secuencias descritas por JENKS, W. (1948) en el sector de Arequipa.

Sus afloramientos son muy restringidos localizándose ellos a manera de un horst al Norte de Quinistaquillas en el Cerro Plantado, y en los alrededores de Agua Blanca, donde se le observa infrayaciendo a la Formación Puente.

Litológicamente consiste de lutitas intercaladas con calcarenitas fosilíferas. En las cercanías de la quebrada Agua Blanca tiene principalmente calizas de textura biomicrítica a esparítica, variando a calcarenitas fosilíferas intercaladas con calcilutitas;. En este mismo sector cerca del contacto con la Formación Puente la alternancia de lutitas y areniscas es predominante.

Su contacto inferior no ha sido reconocido al presentarse fallado con las unidades del Grupo Yura (al norte de Quinistaquillas). En el sector de la Quebrada Agua Blanca infrayace a la Formación Puente en contacto normal.

En el trayecto de la carretera hacia la quebrada Agua Blanca y en Cerro Plantado, se han encontrado fósiles como: *Weyla (weyla) alata* VON BUCH, *loboidothyris phillipsi* MORRIS, *Trigonia cf. T. Costata* SOWERBY, *Tubithyris globata* SOWERBY var. *Birdlipensis* Wallcott, *Pentacrinites jurensis* QUENSTEDT., entre los más importantes que permiten atribuirle una edad Liásica (Bajociano-Batoniano). Por la similitud de fauna y

de la litoestratigrafía de esta unidad, se correlaciona con las sedimentitas marinas de la misma Formación Socosani del sector de Arequipa.

#### **4.3.- GRUPO YURA**

##### **FORMACIÓN PUENTE ( $\pm 700 m$ )**

Descrita en este cuadrangulo por GARCIA, W. (1978) como parte inferior del Grupo Yura.

En los sectores de San Francisco y Queanto Chico sus afloramientos se encuentran en las márgenes de los ríos Omate y Tambo respectivamente.

Su litología corresponde a areniscas grises y pardas, intercaladas con lutitas negras carbonosas, constituyendo secuencias turbidíticas; lo que hace posible asociarla a un ambiente de depositación de abanico submarino. La granulometría de las areniscas varía de muy finas a finas, dispuestas en estratos gruesos a medianos. También se observan estructuras de slumping.. Es frecuente observar sills de composición andesítica, de color gris verdoso, de textura porfirítica con fenos de plagioclasa parcialmente sericitizados y carbonatados.

En los sectores de San Francisco y Queanto sus afloramientos se encuentran en los núcleos de anticlinales, en cuyos flancos su contacto con la Formación Cachíos es normal Su contacto inferior con la Formación Socosani es observable en el sector de Queanto Chico siendo este gradacional.

La Formación Puente ha sido muy estudiada en el sur del Perú; la fauna recolectada en el área corresponde a *Bositra buchi* ROEMER y *Hecticoceras hecticum* REINECKE indicando una edad del Caloviano-Oxfordiano.

##### **B.- FORMACIÓN CACHÍOS ( $\pm 400 m$ )**

Esta unidad fue considerada como la parte superior del Grupo Yura, GARCIA, W. (1978).

Su principal afloramiento se encuentra en ambos flancos de un anticlinal cuyo eje coincide con el curso del río Omate. Así mismo ocurre en las cabeceras de las quebradas Volcán y Cacucho al Norte de Quinistaquillas. Así como en los sectores de Yaragua, El Molino y San José, margen izquierda del río Carumas. Lo característico de esta unidad es su morfología suave ondulada en contraste con las unidades supra e infrayacente.

Litológicamente corresponde a secuencias negativas de lutitas bituminosas negras, intercaladas con areniscas de grano fino y niveles de slupings en sus niveles intermedios..

Las lutitas varían de gris a gris oscuro, ricas en materia orgánica, son laminares, y ocasionalmente contienen nódulos de areniscas e intercaladas con niveles turbidíticos. Las areniscas se presentan en forma laminar, masiva y en estratificación delgada.

La presencia de slumpings nos indica que se depositó en un medio de pendiente de talud, donde los sedimentos arenosos se deslizaron.

En el sector de la Pampa San Lorenzo la secuencia clástica aumenta en proporción a los sedimentos pelíticos correspondiendo ellos a afloramientos aislados constituidos de calcarenitas fosilíferas intercaladas con lutitas negras.

Sus contactos suprayacente e infracente con las Formaciones Puente y Labra son concordantes.

Es una de las unidades más fosilíferas del Grupo Yura, la fauna encontrada corresponde a: *Lima cf. L. Comatulicosta* FELIX, *Gryphaea aff. G. Calceola* QUENSTEDT, *Horioceras bidentatus* QUEN, *Distichoceras cf. Bipartitum* ZEITEN que indican una edad Caloviano Medio a Titoniano. Es correlacionable con las secuencias lutáceas descritas por BENAVIDES V. (1962) y VARGAS L. (1970).

### **C.- FORMACIÓN LABRA ( $\pm$ 750 m.)**

Considerada como parte inferior de la Formación Omate por GARCIA W. (1978).

Sus afloramientos se localizan en los alrededores de Omate siguiendo su estratificación una dirección aproximada NNE-SSO entre los Cerros Chichilín, Santa Cruz, Chihues Grande y Santa Catalina. Sus afloramientos son observables también desde el sector de Qunistaquillas, aflorando en los Cerros San Pedro y Pantin. Constituyendo morfologías caracterizadas por pendientes moderadas a escarpadas por la presencia de sedimentos clásticos.

Corresponde a areniscas laminares de grano fino a medio intercaladas con lutitas en estratos medios a delgados. Las areniscas varían de laminares a masivas, son de color gris claro. Algunos niveles de areniscas presentan estructuras de ondulitas que dan una dirección NO-SE de la paleopendiente. Así mismo se observa alternancia de areniscas y lutitas abigarradas, con areniscas laminadas.

En la parte media a superior es una alternancia de areniscas y lutitas bituminosas, con estructuras en ondulas.

Hacia el tope estratos de areniscas en estratificación media a gruesa con delgadas capas de areniscas calcáreas, con estructuras de ondulitas.

De acuerdo a la interpretación de GUILLEN L. (1983) a la Formación Labra se le considera de un ambiente de Plataforma con baja energía.

Suprayace en contacto gradacional a la Formación Cachíos, marcando un cambio en la disminución de pendiente, e infrayace de manera concordante a la Formación Gramadal.

La presencia de fósiles es menor que la Formación Cachios, encontrándose restos de pelecípodos y gasterópodos. LOSA, W. () En el sector de Quinistaquillas se recolectó amonites como: PELTOCERAS *Peltomosphites sp.* cuyo rango de edad Caloviano superior a Oxfordiano inferior; en el sector de la Capilla (cuadrángulo de Puquina) CARDENAS G. (1982) reporta una abundante fauna de trigonias: ANDITRIGONIA *eximus*, *multicostata* cuyo rango de edad es Titoniano – Hauteriviano. Por evidencia paleontológica y posición estratigráfica se considera esta unidad un rango Oxfordiano inferior a inicios al Titoniano.

#### **D.- FORMACIÓN GRAMADAL (> 400 m)**

GARCIA W. (1978), describe esta secuencia silico-carbonatada como la parte media de la Formación Omate.

Sus principales afloramientos se localizan entre Omate y Quinistaquillas, Cerros Pucara, Juin, Chihues, Carumeño, Montón de Trigo y Santa Rosa. Así mismo en el sector comprendido entre Yarahua y Patin Alto ocurre en la prolongaciones de los Cerros Grande, San Pedro, Yarahua, Palomar, con ligeros plegamientos de dirección NO-SE; continúa hacia la quebrada Pantin, en la cual son truncados por un fallamiento transversal de dirección NNO-SSE.

Está constituida por tres secuencias positivas: El nivel inferior corresponde a lutitas, areniscas arcillosas finamente estratificadas, calizas negras y niveles de calcarenitas fosilíferas. En la parte media la granulometría de las areniscas varía de grano medio a fino con estratificación oblicua y ondulas y pequeños ripples intercalados con calizas arenosas estratificación fina a gruesa con delgadas capas de areniscas cuarzosas variando a areniscas calcáreas de estratificación delgada. El nivel superior predominantemente carbonatado, calizas fosilíferas y nodulosas en capas delgadas intercalada con calcarenitas a calcilutitas en estratos delgados a laminares; hacia el tope hay un aumento de aporte silicoclástico, areniscas de grano medio a grueso.

Las facies silicocarbonatadas de la Formación Gramadal en el área de estudios corresponde a la zona intermedia relativamente profunda, todavía dentro del ambiente de plataforma.

Sus contactos suprayacente e infrayacente son gradacionales con las formaciones Labra y Hualhuani.

La fauna reportada es variada: *Holectypus Planatus* F. ROEMER var. *Numismalis* GABB, *Apiocrinites* cf. *A. Policyphus* DESOR, *Corbis lucinoides* GERHARDT, *Petropoma peruamun* GABB. Por esta fauna que es característica y por su posición estratigráfica permite asignarle una edad Titoniano.

#### **E.- FORMACIÓN HUALHUANI (150 a 350 m)**

Inicialmente fue considerada como los niveles superiores de la Formación Omate, GARCIA, W. (1978).

Al igual que los afloramientos de la Formación Gramadal, sus afloramientos están ampliamente expuestos entre Omate y Quinistaquillas, morfológicamente están caracterizadas por su exposición a manera de farallones escarpados resistentes a la erosión observados en los Cerros Chilcapampa, Juin, Carumeño, y Santa Rosa, estando controlado por fallas normales de dirección Noroeste-Sureste. En el sector comprendido entre Yarahua y Carumas sus afloramientos se encuentran en las partes altas de los cerros Yarahua, Grande, Monote, Pantin. En este sector sus afloramientos se ponen en contacto con los de la Formación Gramadal por un fallamiento transversal de dirección NNO-SSE el cual cambia la dirección de los estratos de N 20° a 40° O y buzamientos entre 30° a 40° NE, cerros Lenzo y Saclaque.

La litología de la Formación Hualhuani no es muy variable entre los sectores de Omate-Quinistaquillas y Yarahua-Carumas. Consiste de areniscas cuarzosas en estratos gruesos de 2, 3 hasta 10 m. con estratificación oblicua y sesgada, intercaladas con areniscas laminares y algunos niveles lutáceos conformando secuencias positivas. Su medio de depositación corresponde a un ambiente de playa frontal, GUILLEN. L. (1983).

Suprayace a la Formación Gramadal en contacto gradacional e infrayace en discordancia erosional a la Formación Matalaque.

No se reporta fósiles; su edad del Cretáceo inferior se le asigna por posición estratigráfica. Los niveles silicoclásticos de la formación Hualhuani puede ser correlacionados con los afloramientos de los sectores de La Capilla, Chapi (cuadrángulo de Putina, 34-t) y Yura (cuadrángulo de Arequipa, 33-s)

#### **4.4.- FORMACIÓN MATALAQUE (600 a 1500 m)**

Constituida por rocas volcánicas con un nivel intermedio sedimentario, de amplia exposición dentro del área. Sus afloramientos se expanden desde su localidad típica ubicada en el cuadrángulo de Ichuña (33-u) hasta el cuadrángulo de Putina (34-t), a ambos lados del río Tambo, quebrada Pachas y Río Carumas caracterizándose por su morfología abrupta, escarpada y encañonada.

Las rocas volcánicas corresponden a andesitas, dacitas, aglomerados y brechas volcánicas. Las andesitas son de color gris verdoso, textura porfirítica, con plagioclasas macladas y tabulares alteradas a clorita epídota, esporádicamente presenta cristales de hornblenda. Las lavas pardo rojizas corresponden a dacitas de textura

porfidotraquítica; los aglomerados y brechas tienen una composición andesítica moderadamente cloritizadas, carbonatadas, sericitizadas y argilizadas.

En la quebrada Pachas la secuencia litológica en su parte media muestra niveles sedimentarios que consisten de conglomerados bien estratificados, la naturaleza de sus clastos son cuarcitas y calizas predominantemente. Sobre estos niveles se tienen niveles de areniscas y limoarcillitas fosilíferas gris verdosas a pardoamarillentas.

Su contacto supra e infrayacente con las formaciones Hualhuani y Huaracane (Grupo Toquepala) respectivamente son en discordancia erosional.

En el sector de Pachas se han recolectado improntas de hojas y tallos de *Otozamites sp.* que dan una edad Cretáceo inferior. Al no tener mayor evidencia paleontológica se indica una edad posterior a la formación Hualhuani, la misma que estaría comprendida dentro del Cretáceo inferior (Hauteriviano – Aptiano).

#### **4.5.- FORMACIÓN ARCURQUINA ( ± 300 m)**

GARCIA, W. (1978), denominó a esta secuencia sedimentaria mixta como formación Omoye.

De manera muy restringida aflora en el sector de Carumas formando un sinclinal fallado. Consiste de conglomerados, areniscas, limoarcillitas rojizas y gris verdosas, intercalándose en los niveles superiores calizas y calcilitas fosilíferas.

Su contacto inferior es ligeramente discordante con las secuencias volcánicas de la Formación Matalaque del mismo modo con los sedimentos arenoconglomerádicos del Grupo Puno.

La fauna reportada corresponde a *Holectypus planatus* F. ROEMER var. *Numismalis* GABB, con fragmentos de ostracodos equinoideos y bivalvos permitiéndole asignar una edad Cretáceo inferior-superior ( Albiano-Cenomaniano). Es correlacionable con las sedimentitas marinocontinentales del sector de Arcurquina (cuadrángulo de Arequipa, 33-s).

#### **4.6.- GRUPO TOQUEPALA**

##### **A.- FORMACIÓN HUARACANE (600 a 1000 m)**

Corresponde a la parte inferior base del Grupo Toquepala, tiene sus mejores afloramientos en el cuadrángulo de Moquegua (35-u) en el cual MARTINEZ, W. & ZULOAGA, A. (2000) lo dividieron en siete miembros.

En el área se han diferenciado cinco unidades:

### **Miembro # 1 - Ks-hu/tr**

Ampliamente expuesto en el sector comprendido entre las quebradas Pachas y Jahuay; litológicamente consiste de tobas de composición riolítica, sus minerales esenciales se encuentran fracturados, cuarzo, plagioclasa y biotita, en una matriz vítrea parcialmente desvitrificada a feldespato potásico. Las plagioclasas se encuentran macladas algunas zonadas microfacturadas y alteradas a sericita y clorita; esferulitas de feldespato potásico producto de la desvitrificación. La presencia de fragmentos de pómez es notoria.

Este miembro yace en discordancia erosional a la Formación Matalaque.

### **Miembro # 2 - Ks-hu/tbl+an**

Andesitas porfiríticas, aféricas de color violáceo a gris verdosos con niveles brechoides y tobas de composición andesítica. Las tobas están compuestas por cristales de plagioclasa-cuarzo-horblenda y líticos volcánicos angulosos a subangulosos. Esta secuencia en el sector comprendido entre los cerros de Cuesta de Pachas y San Cristobal, sobreyace en ligera discordancia al miembro inferior Ks-hu/tr.

### **Miembro # 3 - Ks-hu/tbl+cz+bt**

Las rocas que conforman esta unidad están en afloramientos restringidos en el extremo Suroeste del área intruidos por la superunidad Yarabamba (KsP-ya/di). Litológicamente consiste de tobas de color gris rosado, litocristalinas, presentan cristales de cuarzo-biotita y líticos volcánicos, fragmentos de pumita y vidrio desvitrificado.

### **Miembro # 5 Ks-hu/bx**

Corresponde a brechas volcánicas grises a violáceos y bloques angulosos monomícticos porfiríticos. Infrayace en discordancia erosional al miembro Ks-hu/an y Formación Moquegua.

### **Miembro # 4 Ks-hu/an**

Se localiza en el flanco derecho del cerro Huanacune, consiste de andesitas aféricas grises, parcialmente estratificadas con ligera inclinación al SO; sus afloramientos se prologan en forma restringida en las cabeceras de la Qda. Chilcal al oeste de Otorá (cuadrángulo de Moquegua, 35-u) sobreyaciendo en discordancia erosional a la Formación Inogoya.

Al no contar con dataciones de esta Formación por su posición estratigráfica y movimientos orogénicos regionales observados al suprayacer en discordancia erosional a la Formación Matalaque se le indica una edad Cretáceo superior.

## **B.- FORMACIÓN INOGOYA ( $\pm 200 m$ .)**

Su principal afloramiento se localiza en el paraje Inogoya situado en la quebrada Otorá cerca del límite Norte del cuadrángulo de Moquegua (35-u). Corresponde a una secuencia arenoconglomerádica del Grupo Toquepala.

En el área sus afloramientos son muy restringidos localizados en el flanco derecho del cerro Guanacune, sector donde es cubierto por las rocas volcánicas de la Formación Paralaque. Consiste de conglomerados marrones a gris verdosos con clastos de naturaleza volcánica porfirítica y matriz areno-tufácea. Intercalado con areniscas tufáceas de grano medio a grueso de color pardo a marrón con lentes de conglomerados con clastos de 5 cm. de diámetro.

Los niveles brechoides de la Formación Huaraquene lo infrayacen en contacto aparentemente normal; del mismo modo es cubierta por los volcánicos de la Formación Paralaque.

## **C.- FORMACIÓN PARALAKE (> 500 m)**

Esta Formación sobreyace a la Formación Inogoya. Ampliamente aflora en el extremo suroccidental del área.

En el área corresponde a una secuencia volcánica, interdigitada en su parte media con niveles sedimentarios. *Los niveles volcánicos (Ks-pa/tb+li)*, corresponden a tobas soldadas de color gris rojizo a rosado, porfiríticas, de textura eutaxítica con minerales esenciales de vidrio, plagioclasas y cuarzo. Las biotitas, fragmento líticos y opacos están como accesorios. Estos niveles se presentan en bancos de hasta 10 m los cuales en las laderas de las diferentes quebradas forman una morfología escarpada. Los niveles intermedios de esta unidad se observa una interdigitación de una *secuencia sedimentaria (Ks-pa/lo+ar+li)* que consiste de conglomerados pardo rojizos, areniscas y limoarcillitas bien estratificadas. Los conglomerados contienen clastos subangulosos de volcánicos andesítico.

Esta formación sobreyace a la Formación Inogoya, su contacto nítido es observable en la quebrada de Otorá, cuadrángulo de Moquegua, lugar donde sobreyace en discordancia a los niveles arenoconglomerádicos de la Formación Inogoya. Por esta relación estratigráfica al no contar con dataciones se le atribuye una edad Cretáceo superior.

## **D.- FORMACIÓN QUELLAVECO**

Sus mejores afloramientos se presentan en la hoja de Moquegua, donde MARTINEZ, W. & ZULOAGA, A. (2000) lo dividen en cinco unidades, de las cuales la Unidad Samanape es la que aflora en el área.

#### **UNIDAD SAMANAPE ( $\pm 400 m$ )**

Anteriormente denominada Serie Alta; corresponde a una secuencia de lavas porfíricas, coherentes de composición química riolítica a andesítica estratificadas, moderadamente silicificados y sericitizados. Sus afloramientos se localizan en el tramo de la carretera binacional en el sector denominando Cuellar. En el área sobreyace en discordancia a la Formación Paralaque e infrayace de manera similar a la Formación Huaylillas.

En el cuadrángulo de Moquegua (35-u) se tiene dataciones radiométricas para esta unidad; las mismas que corresponden a  $52.3 \pm 1.6$  y  $52.43 \pm 1.7$  en la mina Cuajone, CLARK, et.al. (1990) y  $53.6 \pm 3.0$ ;  $55 \pm 1.10$ ;  $56.2 \pm 2.10$  en la mina Quellaveco, ZIMMERMAMN & KIHLEN (1983). Permitiéndole asignar una edad Cretáceo Superior – Paleógeno.

#### **4.7.- GRUPO PUNO ( $\pm 350 m$ )**

Anteriormente considerado como Formación Jaguay, GARCIA, W. (1978). constituye el núcleo de un sincinal; así como el flanco derecho paralelo al valle del río Carumas.

Litológicamente consiste de dos secuencias bien diferenciadas, una inferior constituida de limoarcillitas intercaladas con areniscas rojizas a gris verdosas con diseminación de piritita, en estratos medios ocasionalmente se intercalan lentes de conglomerados. El nivel superior corresponde a conglomerados cuyo diámetro aumenta progresivamente hacia el tope; los clastos son subangulosos a subredondeados, de naturaleza variable volcánicos y sedimentarios.

Estratigráficamente suprayace a la Formación Arcurquina en contacto concordante e infrayace en contacto erosional a la Formación Pichu. Al no tener evidencias paleontológicas por posición estratigráfica se indica una edad Paleoceno – Eoceno inferior para esta unidad.

Estas facies continentales son correlacionables con el conglomerado Huanca descrito por JENKS, W. (1948) y con la Formación Puno descrita por NEWELL, (1949)

#### **4.8.- FORMACIÓN PICHU ( $\pm 700m$ )**

Denominación dada por MAROCCO (1968) en el cuadrángulo de Ichuña (33-u). En el área de Omate incluye afloramientos del Volcánico Tolapalca, GARCIA, W. (1978).

Sus afloramientos son bastante restringidos en la parte central del Cuadrángulo de Omate, extendiéndose desde las proximidades de Carumas hasta el cerro Jatun Pucho cerca de los límites con el cuadrángulo de Ichuña (33-u). Se caracteriza por su morfología abrupta a modo de farallones subverticales.

Litológicamente está constituida de andesitas afíricas a porfiríticas gris rosadas y niveles con patina verdosa por alteración de albitización y cloritización de las plagioclasas. En su parte media se describe una secuencia de aglomerados volcánicos de menor resistencia a la erosión variando hacia el tope a brechas volcánicas con clastos subangulosos de rocas volcánicas de composición andesítica a dacítica.

En el sector de Carumas sobreyace en discordancia erosiva al Grupo Puno e infrayace en igual característica a la Formación Huaylillas; del mismo modo en el sector del río Tambo sobreyace en discordancia erosiva a la Formación Matalaque. Por esta relación estratigráfica se indica una edad Eocena media a superior.

#### **4.9.- FORMACIÓN SOTILLO ( $\pm 300 m$ )**

Corresponde a los afloramientos ubicados en la pampa Jaguay caracterizados por su coloración rojiza, considerados por GARCIA, W. (1978) como Formación Jaguay.

Consiste de una secuencia silicoclástica con dos niveles bien diferenciados; un inferior que corresponde a una alternancia de areniscas, conglomerados y limoarcillitas. El nivel superior se muestra más evaporítico constituido por limoarcillitas y areniscas rojizas a verde grisáceas con niveles de yeso y conglomerados. Su origen se puede relacionar a un ambiente continental desértico con influencia lacustrina.

Estratigráficamente esta unidad sobreyace en discordancia erosional a las Formaciones Huaracane y Paralaque del Grupo Toquepala. permitiéndole asignar una edad Oligocena inferior.

#### **4.10.- FORMACIÓN MOQUEGUA ( $\pm 300 m$ )**

Anteriormente denominada Conglomerado Taja, como parte inferior del Grupo Tacaza, GARCIA, W, 1978.

Corresponde a una secuencia principalmente arenoconglomerádica que se encuentra intercalada con niveles tobáceos y tobas retrabajadas. Los clastos de los conglomerados son polimícticos, andesíticos, dacíticos, riolíticos en menor proporción intrusivos granodioríticos a dioríticos. Las areniscas son de grano medio a grueso a microconglomerádico de color gris a gris blanquecino semiconsolidadas con estratificación sesgada, con paleocanales. Sobreyace en discordancia erosional a la Formación Huaracane y Paralaque, en igual relación infrayace a la Formación Huaylillas.

Dataciones realizadas por el método K/Ar en el cuadrángulo de Moquegua (35-u), en el cerro Baúl son de  $25.3 \pm 0.8$  Ma; Cerro Blanco  $22.7 \pm 0.8$  Ma; Cerro Purgatorio  $23.25 \pm 0.8$  Ma (Tosdal, et.al. 1981); asignándole una edad Oligocena-Miocena.

#### **4.11.- FORMACIÓN HUAYLILLAS ( $\pm 700 m$ )**

Secuencia volcánica ampliamente expuesta en la parte sur del área, prolongándose desde el sector de Carumas hasta el cuadrángulo de Moquegua (33-u). Es característica su morfología suave. En las imágenes de satélite se le puede observar como escamas o lenguas cubriendo las unidades precedentes.

Consiste de tobas riolíticas a riodacíticas blancas variando a rosadas y niveles de vulcanitas y tobas soldadas con estructura fiamme de pómez aplastada de composición riodacítica. Estas tobas son blandas y livianas fácilmente atacables por fenómenos meteóricos debido a que tienen componentes de plagioclasas, biotitas y cuarzo.

Su contacto infrayacente es en discordancia erosional con las unidades precedentes Formaciones Moquegua, Pichu y Grupo Toquepala. En igual relación es su contacto con las unidades litomorfoestructurales del Plio – Pleistocénico.

Teniendo en consideración dataciones por el método K/Ar de  $22.8 \pm 0.7$  Tala - Coscori  $17.6 \pm 0.6$ ; Cerro Piedra Labrada y Tala  $18.4 \pm 0.6$  Ma ( Tosdal, et.al. 1981) en el cuadrángulo de Moquegua (35-u). Se le asigna a esta unidad una edad Miocénica.

#### **4.12.- FORMACIÓN MAURE**

Corresponde a una secuencia volcanose-dimentaria, de ambiente lacustrino GARCIA, W. (1978). Sus afloramientos se localizan ampliamente en el sector de Coralaque, sector Noreste del área. Se ha diferenciado dos unidades:

**Unidad Sedimentaria: ( $>1000 m$ .)** Constituidas por limoarcillitas rojizas con calizas gris verdosas, intercaladas con areniscas tobáceas y conglomerados verdes a pardo amarillentos.

Los estratos son medianos a delgados, esporádicamente hay presencia de limoarcillitas; sin embargo los estratos son gruesos en los niveles conglomerádicos y areniscosos con cierta resistencia a la erosión, ocasionalmente se intercalan niveles de yeso y tobas.

Se caracteriza por su morfología suave ondulada con estratificación en ambos lados del río Coralaque.

**Unidad Piroclástica: ( $\pm 500 m$ .)** Hacia el tope esta constituida por tobas riolíticas a riodacíticas de color blanco variando a rosado en superficie fresca gris blanquecina. Se desarrolla en las partes altas del río Coralaque.

La unidad sedimentaria sobryace en aparente contacto normal a la Formación Pichu y la unidad piroclástica subryace en discordancia erosional a los volcánicos Vizcachas.

La ausencia de fósiles en esta unidad no permite precisar su edad sin embargo por su posición estratigráfica y la datación realizada por el método K/Ar se tiene una edad correspondiente al Mioceno.

#### **4.13.- FORMACIÓN LLALLAHUI ( $\pm 800 m$ )**

GARCIA, W. (1978) inicialmente considera a esta unidad como volcánico Chila y Formación Huaylillas en los cerros Potosí, Posune, Pastillo, Pailogen y Jasa en las partes altas del sector de Omate.

Litológicamente consiste de piroclastos de tipo riódacítico con intercalaciones de flujos lávicos porfíricos a afíricos de composición andesítica de color gris verdosos, aglomerados y brechas volcánicas. Las andesitas porfíricas, parcialmente fluidales presentan como mineral esencial plagioclasas tabulares, macladas y zonadas alteradas a epidota; estas rocas muestran alteraciones de silicificación moderada, cloritización y epidotización débil.

Estratigráficamente sobreyace en discordancia erosional a las unidades Precambrianas (Complejo Basal de la Costa) y Mesozoicas (Grupo Yura y Formación Matalaque) infrayaciendo en la misma relación a las unidades litomorfoestructurales del Plioceno-Pleistoceno.

No se tiene una datación establecida en el área, referencias de una datación en el cuadrángulo de Ichuña (33-u) permite indicarle una edad Miocénica.

#### **4.14.- FORMACIÓN CAPILLUNE ( $\pm 100 m$ )**

Corresponde a una secuencia predominantemente lacustre compuesta de conglomerados, areniscas, limoarcillitas y tobas redepositadas. El color característico de esta unidad es pardo amarillento y verdoso. Sus afloramientos se localizan en forma restringida en extremo Sureste del área, sector de Llamera – Arundaya; donde la unidad sobreyace en discordancia a la Formación Huaylillas e infrayace en relación similar a los volcánicos Chuquiananta. No contiene fósiles, sin embargo por su posición se le asigna una edad Mioceno superior.

#### **4.15.- GRUPO BARROSO**

##### **COMPLEJO VOLCÁNICO CHUQUIANANTA**

Su centro de emisión se localiza en el cuadrángulo de Tarata (35-v), lugar en el cual sus derrames lávicos se encuentran mejor expuestos. Sin embargo en el área de estudio se aprecia un probable borde de caldera abierto hacia el suroeste que puede ser producto de glaciación, ya que se encuentran depósitos fluvioglaciares y de morrenas en los flancos del aparato volcánico. Así mismo se encuentra conformada la base por depósitos

de ignimbritas indiferenciadas, donde se observa tobas con biotitas y depósitos de cenizas (N-ch/Ig). El tope de la secuencia está cubierto por flujos de andesita porfírica gris de textura granular media con hornblenda y biotita (N-ch).

### **COMPLEJO VOLCANCO HUERTALLA**

Se localiza hacia el Sureste de la Hoja. Muestra un comportamiento típico de vulcanismo fisural. Se tiene aparentemente como primer centro de emisión al Cerro Huertalla y luego una migración del centro eruptivo hacia el Noreste. Sin embargo la última actividad de este complejo se localiza hacia el Noroeste del primer centro de emisión, en el Cerro Japu. Todo esto se deduce de la secuencia deposicional observada, que consta hacia la base de unas tobas de composición riodacítica, ricas en biotitas (N-hue/tbd), sobreyacen tobas cristalolíticas de composición riodacítica (N-hue/tbka) y que están cubiertas por flujos de andesita porfírica gris con textura fluidal (N-hue/ap), hacia el Cerro Japu se reconocen unas andesitas grises porfíricas a afíricas (N-hue/an) que cubren toda la secuencia.

### **COMPLEJO VOLCÁNICO HUMAJALSO**

Se localiza contiguamente a los depósitos del complejo volcánico anterior. Aparentemente se trata de un vulcanismo central. Sus depósitos consisten de flujos de andesitas a traquiandesitas porfíricas gris oscuras de textura granular gruesa a media (N-hu/an).

### **-COMPLEJO VOLCÁNICO SUCHES**

Parte de sus depósitos se localiza en la parte central del extremo Suroeste de la Hoja. Su centro de emisión se encuentra en la hoja de Huaitire (34-v). Se han reconocido depósitos de andesitas porfíricas de textura granular media, parcialmente fluidales (NQ-su/ap).

### **-COMPLEJO VOLCÁNICO ATARANI**

Localizado en la parte Este media de la Hoja. Aparentemente se trata de un vulcanismo fisural, con una migración desde el Cerro San Pedro hacia el Noreste. Aquí los depósitos consisten de andesitas grises afíricas a porfíricas (N-a/an). Se encuentran cubiertos por depósitos de andesitas porfíricas grises de textura granular media (N-a/ap) que conforman el último aparato volcánico llamado Cerro Atarani que se muestra parcialmente destruido.

### **-COMPLEJO VOLCÁNICO OQUELACA**

Localizado en la parte central del extremo Noreste de la Hoja. Se observa un aparato volcánico parcialmente destruido, con un aparente borde de caldera abierto hacia el Noroeste. Los depósitos consisten de tobas riodacíticas blanquecinas a pardas con biotitas (NQ-o/tbd) hacia la base, cubiertas por derrames de andesitas afíricas grises (NQ-o/aa) que

se encuentran hacia el flanco este, y que están cubiertos por depósitos de andesitas a traquiandesitas porfíricas de textura granular media (NQ-o/ap).

### **.-COMPLEJO VOLCÁNICO MARALINANE**

Se localiza contiguamente al estrato-volcán Ticsani. En las inmediaciones de los flancos Norte y Noreste se han reconocido los siguientes depósitos: Aglomerados andesíticos grises a parduscos (NQ-ma/aga), cubiertos por andesitas porfíricas fluidales (NQ-ma/ap), que subyacen a tobas riódacíticas con abundante biotita (NQ-ma/tbd), cubiertos por depósitos piroclásticos (tobas riódacíticas con biotitas) y andesitas grises porfíricas de textura granular media (NQ-ma/pi,an), finalmente se encuentran traquiandesitas porfíricas de textura granular media a gruesa (NQ-ma/tqp).

### **.-COMPLEJO VOLCÁNICO COTAÑANE**

Se localiza al sur del complejo volcánico Oquelaca. Sus depósitos consisten de tobas riódacíticas con biotitas (NQ-co/tbd), cubiertas por lavas traquiandesíticas gris oscuras porfíricas de textura granular media (NQ-co/tqa), sobreyacen unas andesitas porfíricas grises de textura granular media, parcialmente fluidales (NQ-co/ap).

### **.-COMPLEJO VOLCÁNICO VIZCACHAS**

Se localiza en el extremo noreste de la Hoja y comprende parte del cuadrángulo de Huaitire (34-v). Se caracteriza por presentar depósitos de tobas y brechas de composición riolítica (Nm-vi/tbxx) que fluyen hacia el río Coralque y cubren a las tobas de la unidad superior del Grupo Maure.

### **.-COMPLEJO VOLCÁNICO ENCALINE**

Se ubica al norte del Complejo volcánico Atarani. Parece que se trata de un vulcanismo tipo fisural con un primer centro eruptivo en el Cerro Iscajanchata, luego una migración hacia el Noreste. Sus depósitos consisten de andesitas porfíricas a traquiandesíticas grises, hornbléndicas y lamelas de biotita (NQ-en/an).

### **COMPLEJO VOLCÁNICO PASTILLO**

Sus depósitos se localizan en los alrededores del estratovolcán Huaynaputina. Parecen formar la base de este aparato volcánico. Su centro de origen es el Cerro Pastillo, y los flujos de lava se extendieron hacia el este y sureste. Consisten de andesitas porfíricas grises a pardas de textura granular media (NQ-pa/ap).

## **.-ESTRATOVOLCÁN TACUNE-HUAYRANTURE**

Su centro de origen se ubica en el cuadrángulo de Characato (33-t). En el área de estudios sus depósitos se localizan hacia el extremo Noroeste y consisten de andesitas porfíricas fluidales, hornbléndicas (NQ-th/apf).

## **ESTRATOVOLCÁN PUCASAYO**

Dicho aparato volcánico se localiza en el extremo Noroeste de la Hoja. Aparentemente se trata de un vulcanismo de emisión central. Sus depósitos consisten de derrames dacíticos gris parduscos (NQ-pu/da).

## **COMPLEJO VOLCÁNICO TICSANI**

Dicho aparato volcánico se localiza hacia la parte media de la Hoja. Se encuentra constituido por dos edificios volcánicos; el primero llamado "Antiguo" se encuentra parcialmente destruido y ubicado al NE del actual cono volcánico, llamado "Moderno" el cual presenta hasta cinco domos volcánicos en su cumbre.

El edificio llamado "Antiguo" presenta hacia la su base unas andesitas porfíricas de textura granular media (NQ-ti/ap) que se extienden hacia el Suroeste del complejo llegando hasta las cercanías de Calacoa; donde se encuentran cubiertos por unos aglomerados andesíticos (NQ-ti/aga) con clastos de naturaleza andesítica subredondeados; sobreyacen otros aglomerados andesíticos grises a parduzcos (Qpl-ti/aga). Estos aglomerados se localizan hacia la parte Suroeste en inmediaciones de Soquesane. Hacia el flanco Oeste del actual aparato se localiza el Cerro Pichu, el cual se trata de un domo volcánico de naturaleza dacítica (Qpl-ti/da<sub>1</sub>), el que al emplazarse ocasionó que este edificio "Antiguo" colapse, razón por la cual hacia el Sureste se encuentran depósitos de Avalanchas de escombros con bloques angulosos, diámetro variable en matriz limoarcillo-tobacea (Qpl-ti/bxa). Dichos depósitos se extienden hasta cercanías de Quinistaquillas, recorriendo aproximadamente una distancia de 20 km.

El edificio llamado "Moderno" se emplaza hacia el Sureste del Cerro Pichu, se reconoce a la base unos depósitos de dacitas gris clara porfírica a afíricas (Qpl-ti/da<sub>2</sub>), las cuales están cubiertas por unas andesitas porfíricas de textura granular media, hornbléndica (Qpl-ti/ap) y por otras andesitas grises porfíricas a afíricas, parcialmente fluidales (Qpl-ti/an); toda esta secuencia se encuentra cubierta por unas dacitas hornbléndicas (Qpl-ti/da<sub>3</sub>). Toda esta actividad de naturaleza efusiva concluye con la formación de nuevos domos volcánicos recientes de naturaleza dacítica (Qpl-ti/da<sub>4</sub>), los cuales al colapsar por explosiones internas en ellos mismos originaron unos depósitos piroclásticos de bloques y cenizas con una matriz de ceniza y lapilli (Qpl-ti/p) hacia el flanco Sur (inmediaciones de Soquesane). Finalmente entre los depósitos recientes (Qh-ti/pi) se reconocen dos principales caídas de pómez, dispersados hacia el Este y Sureste, evidenciando una dirección predominante del viento hacia estas direcciones. En algunos

lugares estos depósitos cubren las cenizas y lapilli del volcán Huaynaputina del año 1600 DC, sugiriendo una edad muy reciente.

La presencia de zonas geotermales a lo largo del Río Putina, sugieren que un cuerpo magmático ubicado en profundidad se encuentra aún caliente o quizás en procesos de enfriamiento.

## **VOLCÁN HUAYNAPUTINA**

Se desarrolla al NE de Omate, se le considera un volcán Activo; no muestra características típicas de un estrato volcán; presenta tres cráteres en forma de embudo y varios conos de cenizas, ubicados dentro de una caldera de avalancha en forma de herradura de 2.5 x 1.5 km abierta hacia el cañón del río Tambo. El edificio volcánico se emplazó sobre flujos de lavas e ignimbritas de aproximadamente 500 m de espesor, que sobreyacen a rocas sedimentarias del Grupo Yura y Formación Matalaque.

Dicho volcán entró en actividad en Febrero del año 1600 DC, siendo hasta hoy la más grande erupción explosiva registrada en los Andes Sudamericanos. Los componentes litológicos indican una fase principalmente magmática. Esto es evidenciado por la gran cantidad de material juvenil en los depósitos de caída pliniana, flujos piroclásticos, capas alternadas de lapilli y cenizas, oleadas piroclásticas y depósito rico en cristales, así como una alta fragmentación evidenciada en las fracciones más pequeñas lo que evidencia una gran actividad explosiva. Según análisis geoquímicos de tefras y flujos piroclásticos de la actividad eruptiva del año 1600 DC, se tiene conocimiento de una composición dacítica media potásica, correspondiente a la serie calco-alcalina potásica (Dávila C. J. 1998).

Los flujos piroclásticos y probables avalanchas de escombros, represaron la parte superior del Río Tambo (Pampa de Yamure), formando dos lagos temporales. La ruptura de estos lagos generaron flujos de barro (lahares) que arrasaron todo el valle del río Tambo.

### **4.16.- DEPÓSITOS MORRÉNICOS**

Se desarrolla encima de los 4,000 mts. Están constituido por bloques subangulosos a subredondeados, predominantemente de rocas volcánicas, se desarrolla en ambos lados de los centros volcánicos con crestas bien definidas como ocurre en el estratovolcán Ticsani y en el Cerro Humajalso entre otros.

### **4.17.- DEPÓSITOS LACUSTRINOS**

Próximo a la desembocadura del Río Omate y Tambo se observan horizontes de limos, arcillas y areniscas blanco grisáceas, con estratificación subhorizontal semiconsolidada, con grosor aproximado de 30 a 40 m. los cuales son indicadores de un represamiento por probables movimientos de gravedad.

#### **4.18.- DEPÓSITOS ALUVIALES**

Se desarrolla en el fondo de los valles de los Ríos Tambo, Carumas y Coalaque; constituidos por gravas, arenas, cenizas volcánicas, con clastos subredondeados a redondados; generalmente formando terrazas; los cuales son útiles para los cultivos. Estos depósitos se encañonan en el curso medio del Río Tambo, presentando excelentes terrazas predominantemente de cenizas volcánicas.

#### **4.19.- DEPÓSITOS FLUVIOGLACIARES**

Constituida por guijarros, gravas y gravillas con matriz areno-limosa intercalados con arenas que se circunscriben en el fondo de los valles, sobre cotas encima de los 3500 m.s.n.m.

#### **4.20.- DEPÓSITOS DE FLUJOS DE BARRO**

Bloques y fragmentos de rocas volcánicas de manera caótica en matriz areno arcillosa, con tobas y lapilli retrabajados, que tiene su mejor desarrollo en la confluencia de los Ríos Tambo y Carumas.

#### **4.21.- DEPÓSITOS BOFEDALES**

Bloques heterométricos caóticos y gravas en matriz limo arcillosa saturada por agua de manera que le da un aspecto pantanoso cubierta con vegetación tenue.

### **5.- INTRUSIVOS**

Cuerpos plutónicos en forma de stock y apófisis pertenecientes a la Superunidad Yarabamba se encuentran intruyendo series antiguas como el gneis del complejo Basal de la Costa, así como unidades pertenecientes al Mesozoico, peculiarmente a las Formaciones Huaracane del Grupo Toquepala y a la Formación Matalaque.

Litológicamente están constituidos por rocas ácidas a intermedias como granodioritas, cuarzo mozodioritas cuarcíferas, dioritas y tonalitas.

Las cuarzo mozodioritas son las más características, formando afloramientos aislados, se localizan en los sectores de la quebrada Pastillo donde intruyen a manera de apófisis a las rocas del complejo Basal de la Costa. Entre las localidades de Muilaque y Candahua parte central y septentrional del área de estudio sus afloramientos tienen forma de un stock alargado de dirección SSE – NNO. Se les encuentra intruyendo a la Formación Matalaque; aunque en otras localidades esta formación está también intruida por pequeños apófisis como los ubicados en el río Tambo sector del Yaral. Petrográficamente las rocas de estos afloramientos son muy similares, su coloración varía de gris claro a gris rosáceo de textura granular holotriomórfica, gráfica y mirmikítica, con minerales esenciales de

plagioclasa y feldespato potásico, los componentes accesorios corresponden a cuarzo, anfíboles, bitotita, piroxenos, cloritas, epidota y los secundarios son las cloritas, sericita y limonitas. Las plagioclasas son tabulares, macladas, zonadas y se encuentran alteradas a sericita, epidota y clorita y se nota intercrecimiento de feldespato potásico y cuarzo.

En el extremo Suroeste de la hoja se tiene un stock diorítico que intruye a las unidades de la Formación Huaracane (Grupo Toquepala). Las rocas de este afloramiento varían a granodioritas. Petrográficamente son de color gris claro, grano grueso, de textura holocristalina, inequigranulares; sus minerales esenciales corresponden a plagioclasas, cuarzo y feldespatos.

Intrusiones menores referidas a cuerpos subvolcánicos se encuentran formando afloramientos restringidos, aislados y dispersos en toda el área. Estos cuerpos varían en el sector Los Calatos de composición ácida hacia el Oeste e intermedia al Este. Siendo . de composición ácida corresponden litológicamente a porfidos riódacíticos a dacitos que intruyen a la Formación Huaracane. Hacia el Este en el río Tambo sector del Yaral se tienen cuerpos subvolcánicos mayormente de composición intermedia, litológicamente corresponden a andesitas porfiríticas que intruyen a la secuencia volcanoclástica de la Formación Matalaque en forma dispersa.

## **6.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL**

Los principales rasgos estructurales tales como plegamientos y fallamientos se encuentran caracterizados en tres dominios estructurales:

### **6.1.- DOMINIO PRECAMBRIANO – MESOZOICO**

Corresponde a terrenos Precámbricos (Complejo Basal de la Costa) y Mesozoicos (Formación Socosani, Grupo Yura y Formación Matalaque) cubiertos en discordancia erosional por los afloramientos de la Formación Matalaque. que afloran en las localidades de Carabaya, Omate, Quinistaquillas y quebrada Agua Blanca.

Este dominio se caracteriza aparte del plegamiento de las sedimentitas de la Formación Socosani y del Grupo Yura por un fallamiento normal, inicialmente inverso, (sector de carabaya), poniendo en contacto el gneis del Complejo Basal de la Costa con las secuencias silicoclásticas del Grupo Yura, originado por movimientos compresionales post-jurásicos con tendencia Suroeste a Noreste y que corresponden a la fase Peruana (Steimman, 1930) responsable del sobrescurrimiento Cincha-Lluta.

### **b.- DOMINIO MESOZOICO – Paleógeno**

Abarca gran parte del sector Suroccidental del área, corresponde a los terrenos Mesozoicos, Formación Matalaque y Grupo Toquepala. Terrenos Paleógenos, formaciones Sotillo, Moquegua y Huaylillas.

Estos terrenos han soportado movimientos tectónicos de gran intensidad ocurridos durante el Cretáceo superior y el Paleógeno; incluyendo movimientos posteriores considerados de menor magnitud dando lugar a fallamientos siendo el mas importante el que está localizado frente a la pampa San Lorenzo donde una falla normal de dirección NNO-SSE pone en contacto las unidades superiores del Grupo Yura con la Formación Matalaque. Así también se tiene a la Falla Pachas de rumbo ONE-ESE que afecta rocas Cretáceas de las formaciones Matalaque y Huaracane (Grupo Toquepala).

## **6.2.- DOMINIO CENOZOICO**

Este dominio se caracteriza por los terrenos litomorfoestructurales Plio-Pleistocénicos y Holocénicos de carácter volcánico ampliamente expuesto en los sectores Noreste y Sureste. Morfológicamente los volcanes son de tipo estratovolcán y otros simplemente calderas y estructuras de colapso.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ANAMPA CH. D. (1978)** Travers Geológico del tramo Jahuay-Pachas-El Chorro (Proyecto de carretera: Moquegua Omate).  
Tesis UNSA, Arequipa.
- CHAVEZ A. 1982** Estratigrafía y Tectónica del sector de Chapi (departamentos de Arequipa y Moquegua).  
Tesis UNSA, Arequipa.
- GARCIA M. W. (1978)** Geología de los Cuadrángulos de Puquina, Omate, Huaitire, Mazo Cruz y Pizacoma.  
Boletín N° 29 Serie A Instituto de Geología y Minería.
- GUILLEN C.L. (1983)** Estratigrafía y Paleoambiente del Area Coalaque-Omate-Moquegua.  
Tesis UNSA, Arequipa.
- DAVILA C. J. (1998)** El Volcán Huaynaputina (Sur del Perú): Estudio Estratigráfico, sedimentológico de las Tefras y efectos de la erupción de 1600 DC.  
Tesis UNMSM, Lima.
- MARCHANI C. C. (1976)** Estudio Geológico del área de Carumas (Moquegua).  
Tesis UNSA, Arequipa.
- VICENTE J.C. ET AL (1982)** La Cuenca de Arequipa (Sur Peru) durante el Jurásico – Cretáceo Inferior.  
Quinto Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina, Actas I:121-153.