

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO METALURGICO

(INGEMMET)

MEMORIA EXPLICATIVA DE LA REVISIÓN GEOLOGICA
CUADRANGULO DE TARATA

Por:

Ing: Natalio De La Cruz B

Ing: Orlando De La Cruz M.

Lima – Peru
2001

INTRODUCCION

El cuadrángulo de Tarata ubicado al Sur del Perú, pertenece a la provincia de Tarata Departamento de Tacna se encuadra dentro las coordenadas 17°00´ , 17°30´ de Latitud Sur y 70°00´ , 70°30´ Longitud Oeste, ocupa el flanco occidental de los Andes del Sur del Perú, entre las cotas de 1400 a 5800 m.s.n.m. en el valle del río Curbaya y Volcán Tutupaca respectivamente. Comprende una extensión aproximada de 2817.69 Km².

La fisiografía del área muestra dos geoformas contrastantes, una occidental orientada de NO-SE y la otra oriental que tiene la misma dirección y que se encuentra sobre los 3500 m.s.n.m. La primera de ellas comprende desde las cuencas altas de mayor recepción pluvial y las partes más bajas de los valles de Sama, Ilabaya y Curibaya, siendo esta última la de mayor profundidad y que fluctua entre los 1000 y 1500 m. La segunda constituye el inicio occidental de la franja altiplánica conformado por las pampas Turun Turun, Pagrilaca, Camilaca, y los cerros (volcanes) cuyas alturas sobrepasan los mil metros de altura.

El clima es variable, durante la estación de otoño, invierno, y primavera en la franja occidental es cálido y seco y en la franja oriental es frío y seco, mientras que en el verano en ambos casos es semi húmedo a húmedo respectivamente.

El área de estudio presenta secuencias sedimentarias calcareas, detrítica lutacea del Jurásico Medio a Cretaceo Inferior; pero la cubierta más extensa lo conforma la secuencia volcánica predominantemente litoclástica (tobacea) que se inició en el Cretáceo Superior continuando durante el Paleógeno Neógeno con una moderada actividad explosiva y efusiva. Durante el Pleistoceno-Holoceno se resenta una delgada capa de productos de meteorización (aluviales) y de acción Glaciar (morrenas).

La actividad Ignea de composición dominante semiácida a básica ocurre entre el Cretáceo Superior y Paleógeno.

Las estructuras dominantes lo conforman plegamientos y fallas, los plegamientos afectan a sedimentos jurásicos cretácicos disturbados y restringidos por la cubierta volcánica y por fallamientos. Las fallas regionales indican movimientos isostáticos (horts y Graven) como la falla de Incapuquio que es de rumbo y componente vertical, y la falla de la quebrada Molleraco de dominio vertical, los fallamientos menores son también abundantes y estas son dextrales, sinestrales y normales.

ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica del cuadrángulo de Tarata está constituido por una secuencia antigua limolítica de color oscura que grada a grano fino del jurásico medio, estratos de rocas calcáreas que a su vez subyacen a estratos detríticos cuarzoso blaquecino del Cretaceo.

Durante el presente trabajo, las rocas sedimentarias del jurásico aparecen muy aisladamente y en áreas reducidas, tienen similitud litológica con los afloramientos del Grupo Yura del área de Arequipa. Por ello se ha adoptado los mismos nombres para las formaciones de ésta área.

El cambio litológico está marcado entre el Jurásico y Cretáceo Superior desde secuencias sedimentarias detríticas calcáreas a ígneas, y volcánicas que se manifiestan hasta la actualidad con una actividad fumarólica en los volcanes, y fuentes termales.

Grupo Yura

Los afloramientos expuestos dentro del cuadrángulo se encuentran bien aislados pero con mayor concentración hacia el Sur, circunscritos al río Sama.

Formación Labra

Esta formación en el área de trabajo fue descrita por H. Jaen (1965) como Formación Ataspaca. Se encuentra bien dispersa en afloramientos aislados conformada por litología de areniscas y lutitas grises monótonas. En el afloramiento del río Ticalaco está constituido por estratos de arenisca cuarzosa de color grisácea e intercalada por estratos más delgados o capas de lutitas carbonosas. El grosor que alcanza es de 350m. A diferencia de otro afloramiento ubicado al SO de la localidad de Tarata (Churupampa-Tasabaya) es más cuarcítica y areniscosa con grano fino de color marrón blanquesino lustroso por las micas presentes, alterna con escasos estratos de lutitas.

Al SE del poblado de Candarave sobre el río Callazas los estratos de lutitas negras son gruesos y más abundantes que las areniscas. Hacia el techo tiene algunos niveles de caliza de color marrón grisáceo cuya extensión es muy reducida y no cartografiable pudiendo pertenecer a la Formación Gramadal.

Sus relaciones estratigráficas con las rocas infrayacentes no se observa mientras que el techo infrayace a delgadas capas de caliza expuestas en el río Callazas y Ticalaco. Al SO de Tarata las calizas son estratos gruesos a medianos. En el área de Coropuro infrayace a calcarenitas, las estructuras conforman plegamientos, fallamientos e intrusiones ígneas.

La edad Jurásico Superior determinada por H. Jaen (1965) ha sido en base al espécimen *Posidonia escuttiona DOUGLAS*, y otros especímenes *Macrocephalites*, *Reineckia* y *Perisphinctes* reportado por Wilson y García (1962) en el cuadrángulo de Pachia y Palca. Aunque no se han encontrado fósiles indicativos se considera también Jurásico Superior en base a la similitud litológica con los afloramientos de la Formación Labra del área de Arequipa.

Formación Gramadal

Secuencia predominantemente calcárea, por correlación con las calizas del cuadrángulo de Pachia fue confundido y descrito como Formación Pelado por H. Jaen (1965), sin embargo durante las observaciones de campo se ha determinado que estas sobreyacen a la secuencia detrítica descrita.

En el cuadrángulo de Tarata estas rocas calcáreas se encuentran en afloramientos aislados y dispersos como se ve en los ríos Callazas, Ticalaco y en el río Sama al Oeste de la localidad de Tarata camino a Pistala cuyos estratos delgados son de color gris azulado. Las rocas están recristalizadas, y fuertemente disturbadas por plegamientos. Al Norte de Churupampa las calizas son gris a negras en estratos delgados a laminares. Se encuentra en contacto por falla inversa con los volcánicos Matalaque. En la base el contacto con la Formación Labra es normal estando cubierta discordantemente por las tobas Sencca.

En el área de Putina se encuentran calizas gris azulinas recristalizadas, marmolizadas con estratificación delgada inferior a un metro y mayor a 10 centímetros e interstratificadas con lutitas marrón en capas muy delgadas, aquí no se observa la base pero sí el techo. Infrayace a una secuencia de estrato de areniscas

cuarzosas de la Formación Hualhuani en aparente concordancia. Otro afloramiento de escasa extensión se encuentra al Sur y Sureste del caserío de Coropuro, que consta de estratos delgados de calcarenitas marrón grisáceas inferior a 50 cm de grosor conteniendo abundantes fragmentos de fósiles mal conservados.

El grosor en todo el área no es representativo por lo que no se observa la base y sólo se estima en 300m al Sur de Coropuro.

La edad se considera del Jurásico Superior en función a su posición estratigráfica y litológica. Aunque, al Sur del caserío de Coropuro, en las calcarenitas gris amarillentas se han encontrado restos de fragmentos de *Gryphea sp*, *Exogyra sp.* no específicos y Bivalvos indeterminados de rango amplio y un espécimen de *Exogyra cf. E ponderosa F. ROEMER* que nos determina una edad Albiano Cenomaniano.

La litología de los afloramientos de caliza que se encuentran en el camino a Pistala y las de Putina son sedimentos equivalentes mientras que la de Coropuro son mayormente calcarenitas con fauna cretácica no bien determinadas a pesar de ello por el momento y a la espera de mayor información estos tres afloramientos se les atribuyen la edad Jurásico Superior.

Formación Hualhuani

Sedimentos de areniscas de escasa extensión se les encuentra en el río Sama, al Sur de Coropuro y Putina sobreyaciendo a calcarenitas y calizas respectivamente, existen otros afloramientos como en el Cerro Santa María, Chajracape, en el río Salla Norte de Yaralaca consiste de cuarcitas blanquesinas en estratos gruesos, al S y E de Challahuay (quebrada Achocco) las areniscas cuarcíticas blanquesinas contienen clastos subredondeados de areniscas blanquesinas bien cementadas intercaladas con areniscas arcillosas. Hacia el cerro Murmuntana aumenta las areniscas arcóscicas formando una gruesa secuencia de estratos delgados hasta centimétricos de color gris verdoso y violáceo de grano fino gradando a limolitas marrón grisáceas.

En el río Camilaca los estratos de arenisca de grano fino a medio, color grisáceo a oscuro son inferior a un metro y están intercalados por lutitas carbonosas, se encuentra formando un anticlinal con flancos de bajo buzamiento fallado en la charnela, en esta área no se ha encontrado areniscas típicas blanquesinas ni tampoco alguna fauna fosilífera determinante, a pesar de ello se considera perteneciente a esta Formación.

Al pie del volcán Yucamane esta constituido por estratos de areniscas gris blanquesinas, cuarcitas blancas y areniscas gris marrón de grano grueso a fino, intercaladas con lutitas gris a gris oscuro y marrón ocre rojizo, forma un monoclinial de afloramiento reducido cubierto por aluvial, tobas litoclásticas de la Formación Tarata Inferior y las andesitas porfíricas del volcán Yucamane.

Las relaciones estratigráficas con la formación infrayacente Formación Gramadal se considera concordante en las áreas de Putina y Coropuro, mientras que el cerro Murmuntane y la quebrada Achocco se encuentra cubierto por volcánicos del Grupo Toquepala, Formación Matalaque, y volcánicos paleógeno neógenos, los que determinan un grosor aproximado de 300 m. al Sur de Coropuro.

, H. Jaen (1965) la describió como Formación Chachacumane, nombre asignado por Wilson en el cerro Chachacumane (cuadrángulos de Pachia y Palca 1962). Por su posición estratigráfica y correlación con el área de Arequipa se le asigna al Cretáceo Inferior.

Formación Matalaque

Secuencia de rocas volcánicas tobáceas que aflora en los ríos Curibaya, Sama, Ilabaya, y quebrada de Huanuara compuesto de dos tipos de tobas. Tobas líticas y tobas litocristalinas, las tobas líticas afloran en el

río Ilabaya son masivas compactas gris azulino. cerca de Toco Grande forma farallones de naturaleza lávica, está compuesto de plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico, calcita y limonitas son masivas debilmente cloritizadas, sericitizadas, moderadamente argilizadas y con calcita relleno de microfracturas, así como pirita diseminada.

En la parte alta de la intersección del río Ilabaya y quebrada Huanuara las tobas litocristalinas se diferencian de la anterior por ser menos compactas y contener menos líticos y abundancia de cristales de cuarzo, plagioclasa, líticos volcánicos afaníticos, escasos cristales de feldespato potásico, epidota, encontrándose debilmente argilizadas y cloritizadas.

Las rocas volcánicas que se encuentran próximo a la falla Incapuquio están argilizadas, piritizadas, altamente silicificadas (Yarapampa), fracturas rellenas de yeso, mientras que el afloramiento que se encuentra en el río Sama (entre Chuquitamani y el Norte de Pistala), al Norte de Pistala está compuesto por conglomerados de litología litoclástica tobacea afectados por una falla normal y la litología diferente a los conglomerados que se encuentran en la carretera. A medida que se acerca a la localidad de Pistala están fuertemente argilizadas y entrecruzadas de venillas de cuarzo, y en la intersección de los ríos Aruma y Pistala (Sama) están cloritizados. En toda el área alterada siempre está presente la pirita diseminada.

En el área de estudio la base de la secuencia no se observa y el techo subyace discordantemente al Grupo Toquepala. En el área de Putina sobreyace a la Formación Hualhuani y su grosor se considera en 600m en el cerro Alto Chintari.

La edad Cretáceo Inferior ha sido establecida en función de sus relaciones estratigráficas con el techo de la formación que infrayace a rocas volcánicas del Grupo Toquepala del Cretáceo Superior.

GRUPO TOQUEPALA

Secuencia volcánica tobacea constituida por las formaciones Paralaque y Quellaveco, esta última compuesta por unidades gruesas de tobas andesíticas y tobas liticas.

Formación Paralaque

Flujo de litoclastos volcánicos medianamente soldados de colores gris a rojizo, se encuentra en el margen izquierdo del río Curibaya entre el caserío de Chintari y la quebrada Gentilar, presenta moderada ondulación en estratos no bien definidos y fracturas menores a un metro rellenas de calcita. Las tobas (piroclastos) de litología monótona contienen líticos de andesita porfírica subangulosos a subredondeados en bancos gruesos, y tobas de ceniza con fenocristales de cuarzo amorfo, y hacia el límite sur de la hoja flujos lávicos porfíricos andesíticos que constituyen 500 m. de grosor en el cerro Fraile, al este de Chulibaya.

La relación estratigráfica con la base de la formación no se observa, el techo infrayace a los volcánicos Samanape y a las ignimbritas de la Formación Huaylillas. Al norte de Chulibaya infrayace a la Formación Moquegua Inferior, y Tarata Superior.

No contiene fósiles por lo que la edad de esta formación se asigna al Cretáceo Inferior mediante la posición estratigráfica, ya que infrayace a volcánicos del Cretáceo Superior datados en el río Cuajone.

Formación Quellaveco

Conocido como volcánico Quellaveco en el cuadrángulo de Moquegua, formalizado como formación por W. Martínez (com. Pers) , está constituida por varias unidades y las que afloran en el área son las unidades de tobas y andesitas Samanape.

Unidad Inferior.

Secuencia volcánica de tobas andesíticas litoclásticas, toba de pomez lítica de afloramiento local, depósito conglomerádico subredondeado en estratos medianos de 1 a 5m. de grosor y bancos masivos de lavas líticas porfíricas de color violáceo.

En el río Sama (altos Tala) se encuentran en estratos masivos con suave ondulamiento, en la quebrada de la margen izquierda del río Curibaya al sur de Chintari contiene aproximadamente 80m. de conglomerados estratificados de 1 a 3m de grosor con clastos subredondeados, tobas de ceniza líticas medianamente soldadas.

Los volcánicos andesíticos porfíricos contienen fenocristales de plagioclasa diseminada en matriz microgranular de plagioclasa. Al Sur de Vitalaca las andesitas porfíricas tienen sus minerales sericitizados, hematizados y debilmente cloritizados, epidotizados, y serpentinizados.

Cerca a la unidad superior se encuentran volcánicos litocristalinos silicificados por alteración así mismo argilizados intersticialmente y biotitas cloritizadas.

El grosor de esta Unidad se calcula en 600m en el cerro Huacuilcunca al este de poquera Valle de Curibaya

Por sus relaciones estratigráficas que sobreyacen a rocas del cretáceo superior e infrace a rocas del Cretáceo-Paleógeno su edad se considera también Cretáceo Superior-Paleógeno, aunque determinaciones radiométricas realizadas para esta Unidad en el cuadrángulo de Moquegua, en la mina Quellaveco Zimmermann y Kihien 1983 reportan edades de 53.6 ± 3.0 ; 55 ± 1.10 y 56.2 ± 2.10 Ma y en la mina Cuajone Clark, et.al. 1990 reportan 52.3 ± 1.6 ; 52.43 ± 1.7 Ma los sugieren una edad Paleógena para esta Unidad.

Unidad Superior.

Secuencia de tobas de clastos y bloques en estratos más delgados que la unidad inferior, en Corahuaya muchas de las tobas piroclásticas son de color violáceo a rojizo conteniendo entre otros minerales epidota. Hay estratos nodulosos con epidota, piroclastos de grano fino bien argilizados, y hacia abajo de Vitalaca y Norte de Borogña los estratos gruesos y delgados tobaceos contienen clastos que constituyen el 70% quedando el 30% como matriz de arena y ceniza de color violáceo. Los piroclastos soportan fragmentos lávicos parcialmente devitrificados y argilizados con inclusiones de calcedonia?, minerales oscuros verdosos.

Su relación con la base es discordante asentándose sobre la Unidad Inferior de andesitas e infrayace a la Formación Tarata (miembro Inferior) alcanzando un grosor de 350 m. al Norte de Borogña.

La edad en base a su posición estratigráfica permite asignarla al Cretáceo Superior-Paleógeno.

GRUPO TACAZA

Secuencia alternada de rocas volcánicas y volcánico sedimentarios, están conformados por las formaciones Huilacollo, Tarata Inferior y Superior.

Formación Tarata Inferior

Secuencia volcánica de piroclastos arenosos flujo de tobas y lavas. La base al sur del cerro Sevacirca inicia con una intercalación piroclástica gris verdosa y violacea alteradas, en estratos uniformes centimétricos e inferior a un metro de grosor las que descansan sobre estratos conglomerádicos con clastos de cuarcita subredondeadas a redondeadas, buzan al NE más de 45°, también se encuentran flujo de toba de pomez y ceniza blanquecina biotitas amarillo marron, cuarzo, y ligeramente fisibles y laminares; sobre ello se expone secuencia litoclástica ampliamente expuesta, de aspecto masivo y composición básica, por intemperismo sueltos delesnables en bancos menores a 20m. y moderadamente diagenizados que llega hasta el sur de la localidad de Tarata limitado por el intrusivo tonalítico. Las lavas al pie del volcan Yucamane son andesitas de color gris verdoso y tobas clásticas gris rojizas.

El grosor en el cerro Sevacirca se estima en más de 350m.

La base de los flujos lávicos y piroclásticos sobreyacen discordantemente a rocas del Cretaceo Inferior (Hualhuani, Volcánico Matalaque, etc. Y el techo al sur del pueblo de Tarata infrayace a sedimentos volcánico sedimentarios

Por su posición estratigráfica sobreyaciendo a rocas del Cretaceo-Paleógeno, por el momento se le atribuye la edad que podía ser Paleógena. Aunque en el cerro Sevacirca N Vatin; Perignon y otros (1996) mediante el método K-Ar obtienen una edad de 20. 36 ±0.8 Ma.

Formación Tarata Superior

Secuencia volcánica sedimentaria de amplia extensión. Al Sur del pueblo de Tarata está compuesta de sedimentos laminares (sineritas) de grano fino compuesto por bandas blancas afaníticas y oscuras laminadas, seguido por piroclastos verdosos afaníticos con plagioclasa dispersa, piroclastos de grano fino estratificado de color violaceo a rojizo. Hacia la parte superior aumenta los clastos subredondeadas a redondeadas de rocas volcánicas, niveles marron verdoso (ceniza) laminares, flujo lítico marron rojizo, volcánicos en estratos gruesos con intemperismo esferoidal, intercalación de limolitas y piroclásticos verdosos, pasan gradualmente a intercalaciones de limolitas gris marron con calizas laminadas gris oscuras fétidas por más de 150m y hacia el techo abundan niveles de chert.

Esta formación se extiende por los cerros Altos de Molleraco y Apacheta Mogotito conformados por estratos gruesos y laminados de tobas y piroclastos de arena. También contienen algunos niveles calcareos y piroclastos masivos bien estratificados y laminados de colores marron grisáceo a marron violaceo, piroclastos rojizos nodulosos, en la margen derecha del río Curibaya (Alto Poquera)

La base de la secuencia sobreyace a depósitos litoclasticos de la Formación Tarata Inefrior y a la Unidad superior de la Formación Quellaveco, al sur de Tarata el grosor aproximado es de 400 m.

La edad de esta formación se ha determinado en función de su posición estratigráfica, H. Jaen (1965) reporta *ostracodos* pero de de rango amplio . Se le asigna al Paleógeno.

Formación Huilacollo

Roca volcánica predominantemente de flujo litoclástico expuestas en afloramientos aislados y de litología monótona, solamente varía en el tamaño de los clastos de un afloramiento a otro así como la de su matriz y su grado de alteración.

Los volcánicos al oeste de Yabroco contienen litoclastos dispersos subredondeados a subangulosos fuertemente soldados y en bancos masivos. En el cerro de Chubiraca (E de la laguna de Aricota) los bloques y clastos son menos compactos, también son masivos, en la matriz de arenas con líticos menores a 2cm continen minerales de epidota, hornblenda. En los cerros Murmunta y Arcomcolloque está compuesto por dacitas porfíricas cloritizadas, sericitizadas, argilizadas e inclusiones diminutas de feldespato potásico y la silicificación se denota por la presencia de cuarzo en intersticios y agregados. En las tobas litocristalinas los fragmentos de roca están constituidas por andesitas afaníticas y porfíricas débilmente alteradas a sericita y limonitas. En el área más alterada todavía se pueden observar vestigios de toba cuyas cavidades de los cristales están rellenas por cuarzo y en toda la roca cuarzo diseminado, pero la alteración silíceá (silicificación) ha borrado toda huella de roca original quedando escasos agregados de arcillas y sericita intersticial.

Esta formación H. Jaen (1965) en el cerro Chubiraca lo describe como Miembro Chubiraca perteneciente a la Formación Huaylillas.

La formación Huilacollo sobreyace a la formación Tarata Superior e infrayace a la formación Huaylillas y se le estima un grosor aproximado de 600 m. en el cerro Chubiraca.

La edad de esta formación se le atribuye Neógeno debido a la superposición estratigráfica que sobreyace a rocas del Paleógeno e infrayace a volcánicos del Neógeno que tienen determinaciones radiométricas que fluctúan entre 18 y 22 Ma.

Formación Huaylillas

Flujo de tobas líticas, piroclastos de arena y ceniza moderadamente soldados, afloramiento bien expuesto formando superficie semiplana y acantilados en el corte de los ríos.

Al Norte de Vitalaca la base de las tobas rosáceas localmente presentan estructuras de flame de los pomez y obsidianas impuras mezcladas con las tobas confundidas en la masa, las tobas fuertemente soldados son nodulosas, cavernosas y con huellas de acumulación de gases hacia arriba tobas de ceniza medianamente sueltas con abundante biotita.

Las tobas de ceniza masivas y sueltas contienen 20% de líticos volcánicos de 10 cm en promedio subangulosos a subredondeados, hacia arriba la formación culmina con una gruesa secuencia monótona de tobas de ceniza con pomez medianamente soldados; localmente sobre ella se encuentran tobas de ceniza blanquecina biotítica con muy escasos líticos rojizos afaníticos menores de un centímetro de moderada a débilmente soldados, rellena superficies ondulada cubriendo a tobas infrayacentes.

En la carretera Cairani-Candarave las tobas masivas, fuertemente soldados contienen biotitas débilmente oxidadas.

La base en el valle de Camilaca, Huanuara y suroeste del poblado de Aricota sobreyace a la Unidad Tobas Samanape, a la formación Huilacollo en Susapalla, a la formación Tarata Inferior en el cerro Huarmiaque y pampa Pagrilaca e infrayace a los piroclastos de los volcanes Chuquiananta, Tutupaca, Nazaparco, y Yucamane. El grosor mejor expuesto se encuentra en el valle de Camilaca.

En esta basta extensión algunas muestras analizadas por H. Jaen (1965) muestran un quimismo más riolítico que andesítico (H.Jaen 1962).

La edad de la formación debido a que es volcánica tobácea, se le atribuye al Mioceno Inferior mediante determinaciones radiométricas hechas en la carretera del cerro Vilachacha. Utilizando el método K-Ar la edad determinada es 18.43 ± 0.41 Ma en; Pallata . Al norte de Pallata usando en método K-Ar, K-B Tosdal, Farrar Clark en 1981 e Ingemmet & Electroperu en 1994 reportan 21.5 ± 0.7 Ma y 21.5 ± 0.7 Ma respectivamente Al este de Susapaya Ingemmet & Electroperu en 1994 mediante el método K-B reporta la edad de 22.03 ± 0.51 Ma.

Formación Sencca

Depósitos tobaceos de reducida extensión y grosor se encuentran formando pequeñas lomadas sobreyaciendo indistintamente a rocas igneas, jurásicas o cretáceas en el área comprendido entre Ticaco y Pistala, consiste de tobas de ceniza con líticos dispersos pequeños inferior a 2cm, biotitas en proceso de alteración, el color varía de verde oscuro amarillento a marron amarillento, contiene clastos de pomez alargados inferior a 3 cm.subredondeados.

La edad por posición estratigráfica fue considerada Plioceno (Neógeno), H. Jaen (1965). Actualmente no se cuenta con datos para determinar la edad por lo que se mantiene dicha edad.

Formación Capillune

Sedimento de piroclastos volcánicos retrabajados que afloran al noreste del volcán Tutupaca y en la esquina noreste de este cuadrangulo. H. Jaen (1965) considera que tienen una extensión amplia que ocupa el flanco suroeste de los volcanes Tutupaca y Chiquiananta, y posteriores trabajos como la de Ingemmet (1994) ined. se le siguió considerando a los afloramiento de estas áreas como tal. Posteriormente, Morche W. & De La Cruz N (1994) determinan que estas pertenecen a fases explosivas del volcán Chuquiananta.

Los piroclásticos de arena y ceniza que se encuentran en la esquina Noreste del cuadrángulo estan constituidas por estratos delgados hasta laminados moderadamente compactos, con buzamientos moderados al Noreste. Por el momento los afloramientos que se encuentran entre Vallecito y Azufre Grande sobre el río Callazas, tambien se consideran como parte de la Formación Capillune. Debido a que gran parte de estos afloramientos estan cubiertos no se ha delimitado adecuadamente la secuencia de facie laguna la misma que se desarrolla mejor hacia la laguna de Suches, donde está constituida por afloramientos de ceniza, niveles con diatomita, tobas gris blanquesina, tobas rosáceas y tobas de pomez.

La supuesta formación capillune del río Callazas consta esencialmente de varios depósitos de flujos de bloques y clastos andesíticos en matriz arenosa de colores grisáceas y amarillentas, tobas líticas gris blanquesinas, piroclastos de arena dispuestos en bandas blancas y oscuras, piroclastos de grano fino (ceniza?) marron verdoso amarillento laminados e interstratificados con piroclastos de arena en matriz de ceniza, en horizontes bien definidos.

En las áreas descritas no se observa la base. El techo tanto al NE del cuadrángulo como en el río Callaza infrayace a los productos volcánicos provenientes de los aparatos volcánicos de Caico, Tutupaca y probablemente a los productos de la cadena de cerros de Nazaparco, Amarillo, y Chuchuaura.

La edad podría estar comprendido dentro del Mioceno debido a que infrayace a los volcánicos del Grupo Barroso del Plioceno-Pleistoceno.

GRUPO BARROSO

Afloramiento extenso conformado por rocas volcánicas que constituyen la prolongación noroeste de la Cordillera del Barroso Wilson (1962) y que entra por el lado Este-Sureste del cuadrángulo de Tarata agrupándose en dos series la primera conformada por centros de efusión de poca energía expuestos en los cerros Chinchillane, Chulluncayane, Yanache. Y la segunda con una alineación de cerros orientados transversalmente de Norte – Sur virgando ligeramente al Noreste y que está comprendida entre Ancocollo y el cerro San Francisco, incluyendo el alineamiento del volcán Yucamane-cerro Izcaillarjanco.

Otro centro de emisión volcánica mixta de alta y baja energía que como Tutupaca y Chuquiananta forman centros volcánicos independientes.

Los centros de emisión volcánica de baja energía han formado aparatos volcánicos por efusiones sucesivas de flujos de clastos y bloques intercalados con flujos lávicos y mientras que los volcanes Tutupaca y Chuquiananta han tenido dos facies bien definidas, una primera fase eminentemente explosiva productos volcánicos constituidos por piroclastos de arena interstratificados con estratos de ceniza pomez y líticos han sido expelidos por más de una decena de kilómetros, la otra fase litoclástica de bloques y clastos muy dominantes y depósitos de lahar se superponen modelando los aparatos volcánicos actuales. Después de mucha emisión de flujos volcánicos de baja energía queda evidencia de una fase explosiva de origen freatomagmático afectando el Noreste del volcán Tutupaca cuyos productos volcánicos en forma de costras de pan se encuentran expuestos a más de 4 Km de distancia de la fuente origen.

El quimismo del producto de los centros volcánicos es muy variado lo que ha permitido diferenciar macroscópicamente escasas rocas ácidas y básicas pero con la abundancia de rocas intermedias. Esto permite inferir que en toda el área de este cuadrángulo los afloramientos de productos riolíticos son muy escasos, pudiendo alcanzar hasta el 6%. Las rocas básicas podrían alcanzar aproximadamente el 5%, y la diferencia más abundante está conformada por rocas intermedias : 89%.

En el mapa geológico se han representado una gran variedad de productos volcánicos tomando en cuenta el resultado de los análisis químicos y en la mayoría de los casos en base a estudios macroscópicos y la delimitación mediante la interpretación de las imágenes de satélite, y fotografías aéreas.

La simbología empleada para el etiquetado del afloramiento a sido tomando en cuenta los centros volcánicos, por ejemplo para el caso de las andesitas porfiríticas (**ap**) el etiquetado correspondiente **N-n/ap**, ó **N-y/ap** las letras "n", "y" corresponden a cada centro volcánico así se tiene : "n"= centro volcánico Nazaparco, "y"= centro volcánico Yucamane. Algunos centros volcánicos como Yucamane, Lopez Extraña, Nazaparco y otros corresponden a áreas que van más allá del aparato mismo, Momentáneamente se considera que estas tienen o son afines con la posible dirección de migración del foco magmático; así, se tiene productos volcánicos en abundancia decreciente lo siguiente:

/lap (Andesita porfírica): se le encuentra en el centro volcánico Caracara formando la base del nevado Cancave, en el cerro Chinchillane se caracteriza por ser muy granudas y la cumbre del cerro contiene cristales de plagioclasa inferior de 3 cm. de longitud y pocas biotitas una edad radiométrica en la base de éste mediante el método K-P es de 2.54 ± 0.26 Ma. En el cerro Nazaparco e Ichurasi se caracterizan porque el primero de ellos se presentan en forma de lascas, son de grano medio a fino, fluidales a parcialmente fluidales; los fenocristales de plagioclasa ocurren maclados, zonados y tabulares, el vidrio se encuentra en la matriz y los fenocristales, presencia de vidrio acicular, piroxenos reemplazados por el vidrio, manchas moteadas o en aglomeraciones (glomerofídicos) de plagioclasa-piroxenos, plagioclasas argilizadas algunas veces con diseminación microscópica de pirita, las andesitas de este cerro podría ser la más antigua, dataciones radiométricas reportadas de 6.23 ± 1 Ma (Ingemmet & Electroperú 1994) empleando el método K-Rt y Kaneoka- Gevara en 1989 usando el método K-Ar en muestras separadas a 200m uno del otro reportan la misma edad. y 5.6 ± 0.3 Ma (Ingemmet 2000) corresponden a muestras tomadas en la base y cerca del techo del cerro San Pedro (Nazaparco), al Este del cerro Yarajune los minerales de las andesitas son más granudas a diferencia de las anteriores esta contiene feldespato potásico en la matriz en una proporción de 7% aproximadamente. Las andesitas de Lopez Extraña se diferencian de las anteriores por que su matriz es mayormente criptocríalino. En el centro volcánico Yucamane se encuentra en el volcán Yucamane, Yucamane Chico, Calientes, etc. La mineralogía está compuesta por fenocristales de plagioclasa medianos a gruesos, las biotitas en matriz afanítica. En el centro volcánico de Inciensocucho están moderada a débilmente argilizadas y bien intemperizadas. Las andesitas de Cumaile están conformados esencialmente por plagioclasa, micas cloritizadas con matriz microgranular compuesta de plagioclasa, clorita, y micas intersticiales, en esta área la última efusión volcánica andesítica se encontraría en el cerro Malpaso cuya edad mediante el método K-Ra es de 0.38 ± 0.3 Ma (Ingemmet & Electroprú 1994). El centro volcánico de Chuquiananta presenta una litología monótona de bloques y clastos con algunos horizontes de lavas de color gris a gris verdoso conteniendo cloritas por alteración de los minerales máficos y por devitrificación de los flujos andesíticos más antiguos los que se encontraría al Suroeste del nevado Chuquiananta donde se les ha asignado asignada en función una determinación radiométrica una edad de 5.1 ± 0.2 Ma. Esta localidad se ubica en el cuadrángulo de Moquegua muy cerca de la hoja de Tarata. En el centro volcánico Tutupaca se encuentra al Noroeste de dicho volcán afloramientos pequeños que se diferencian de los demás por estar alterado cuyos moldes de minerales están reemplazados por sulfuros y óxidos de hierro teniendo cavidades rellenas por zeolitas. En el afloramiento contiguo los minerales esenciales aparte de la plagioclasa que es común en todos en este caso está acompañado de feldespato potásico y vidrio, este afloramiento fácilmente se argiliza y limonitiza.

/ltqap (Traquiandesita porfírica): Es el producto volcánico ampliamente distribuido se le encuentra en el centro volcánico de Caracara en las nacientes del Río Calientes con rocas que varían de una traquiandesitas a dacitas. En el centro volcánico de Pollailla que se encuentra el Sureste del mismo al Norte del caserío de Chillihuani de color gris verdoso a violáceo oscuro. En el centro volcánico de Lopez Extraña, cuerpo aislado comprendido en los cerros Señoraca compuesto por plagioclasa y máficos. Centro volcánico Yucamane flujo volcánico que se encuentra en el flanco Este del volcán Yucamane y en los flancos Oeste del cerro Calientes y volcán Yucamane la mineralogía consta de plagioclasa, hornblenda y biotita, flujo con clastos bien dispersos de aspecto fluidal. El centro volcánico de Inciensocucho está compuesto de fenocristales blanquesinos en matriz gris afanítica con hornblenda. Centro volcánico de Chuquiananta se encuentra conformando el cerro Tacalaya. En el centro volcánico Tutupaca los flujos traquiandesíticos son dominantes y constituyen desde la base hasta el techo, alternada por flujos de composición variada, constituido esencialmente por plagioclasa, piroxeno y anfíboles, al sur del volcán Tutupaca contienen vidrio y diminutos granos de pirita, los cristales de plagioclasa incluyen vidrio o son corroídos por el, en esta parte presentan débil argilización. Los productos

volcánicos recientes se encuentran en el cerro Suripujo Oeste del volcán Tutupaca con una edad de 0.16 ± 0.40 Ma (Ingemmet 1994).

/aa (Andesita afírica): rocas de exposición restringida, se encuentran en el centro volcánico Caracara en la parte noroeste del nevado Cancave, son de color gris claro a verdoso, microporfíricas con granos finos de plagioclasa contienen biotita. En el centro volcánico de Nazaparco está circunscrito a los cerros Ichurasi y Amarillo. Este último se encuentra muy intemperizado mostrando alteración argílica moderada con algunas venillas de cuarzo. La mineralogía muestra plagioclasa y máficos. El centro volcánico de Yucamane se encuentra al Norte del paraje de Malpaso se trata de un pequeño flujo compuesto de una roca de color gris oscura de grano fino algo porosa. EL Centro volcánico de Inciensocucho se encuentra en el cerro Huarire consiste de flujos subparalelos, parcialmente de grano medio a grano fino presentando cristales pequeños de hornblenda, biotita. El Centro volcánico Chuquiananta se encuentra al Sureste, compuesto por flujos fluidales en forma de lajas de color gris de grano fino, pequeños cristales de plagioclasa en matriz afanítica, la edad de este afloramiento en base a determinaciones radiométricas hechas por Kaneoka –Gevara en 1984 mediante el método K-Ar. En una muestra recogida 300m al sureste de este centro, mediante el método K-Rt se determinan la misma edad de 3.23 ± 0.5 Ma. El Centro volcánico Tutupaca esta compuesto de un flujo de afloramiento reducido que se encuentra en las nacientes de la quebrada Azufre Chico.

/fl (flujo de bloques y clastos): forma un grupo grande de flujos clásticos que se caracterizan por ser depósitos de baja energía. Se les encuentra en el centro volcánico de Caracara formando el cerro Chuchuaura mediante la superposición de bancos gruesos pseudoestatificados constituidos por bloques y clastos grises porfíricos y otros esponjosos debil a medianamente soldadas de color rojizo de rocas volcánicas y todos ellos en matriz arenoso y escasa ceniza, se le encuentra desde la base hasta el techo. En el centro volcánico de Nazaparco se les encuentra en las partes bajas al norte del mismo, tiene las mismas características que el anterior, pero aquí se considera que forma la base de los cerros Amarillo, Ichurasi, y San Pedro. En el centro volcánico Cumaille los flujos líticos conforman el nevado Iscaylarjanco. El otro aparato de flujos clásticos lo conforma el centro volcánico de Chiquiananta, aproximadamente en su 90% esta compuesto por flujos de bloques y clastos. En la base por el lado de la laguna de Tacalaya se le ha denominado como depósito de tefra, a los constituyentes de este aparato volcánico que se encuentran medianamente soldados, incluyen delgados horizontes de lavas y en forma de lajas bien soldadas conteniendo clastos pequeños bien dispersos. Una muestra tomada en las lajas volcánicas evidencia que están constituida por plagioclasa y vidrio en una matriz parcialmente vitrea, contiene anfíboles piroxenos, y diminutos granos de pirita. La matriz de esta muestra está debilmente argilizada, se le ha clasificado y generalizado como una andesita porfírica. En el centro volcánico de Tutupaca los flujos compuesto de piroclastos de pomez con líticos inferior a 2cm. bloques y clastos soportada por piroclastos arenocenizosa, se encuentran formando las pampas de Turun Turun, Oconchay, y Huaycuta.

/rp (riolita porfírica): Se le encuentra en el centro volcánico de Caracara al Noreste en las inmediaciones de las localidades de Ninacukana, y Cachicucho, afloramientos cubiertos en gran parte por rocas meteorizadas y suelo residual, compuesto de rocas cuarzo feldespática con micas y plagioclasa en matriz de feldespato potásica. El centro volcánico de Lopez Extraña tiene un reducido afloramiento al sureste del cerro Señoraca constituido de una roca con plagioclasa, cuarzo, biotita, poco anfíbol, en la matriz también se encuentra ortosa, máficos, plagioclasa y cuarzo. El centro volcánico Yucamane se encuentra al pie oeste del cerro calientes. En el centro volcánico de Inciensocucho se encuentra entre Ancocollo y noroeste de Cano, compuesto por un flujo volcánico grisáceo con plagioclasa y cuarzo relleno de cavidades.

/dp (dacita porfírica): Son también flujos de lava bien soldadas conteniendo pocos líticos volcánicos bien dispersos, se le encuentra entre el cerro de Chinchillane y sur de la localidad de Condorquiña la roca tiene fenocristales plagioclasa, cuarzo, en matriz gris blanquecina, así mismo al Este del centro volcánico de Nazaparco en la margen derecha de la quebrada Challepiña similar a la anterior, muestra cierta fluidés que le da el aspecto de estratos en forma de lajas, en el centro volcánico de Yucamane se encuentra al sur de la cumbre del cerro Calientes, es un afloramiento pequeño. Otro de los afloramientos se encuentra al Noroeste del volcán Tutupaca donde ha hecho una determinación radiométrica indicando una edad de 0.7 ± 0.02 Ma.

/pi (piroclastos): Secuencias expuestas ordenadamente que pertenecen a emisiones volcánicas de alta energía, se encuentra al Noreste del cuadrángulo al Este del cerro Jancoarmanicirca directamente sobre la formación Capillune, esta constituido por piroclastos de arena con niveles claros y oscuros, los niveles claros conformados por arena gris clara a blanquecina en matriz de ceniza, y niveles oscuros de arena cenizosa gris oscura. El centro volcánico Nazaparco se encuentra en la margen derecha del río Calientes al Norte de la localidad Ancochaque, consta de piroclastos arenosos, contiene un flujo de tobas líticas y de pomez. El Centro volcánico de Chuquiananta forma un grueso banco conteniendo estratos delgados alternados de piroclastos de arena, pomez, líticos inferior a 1 cm., horizonte de arena con bloques y clastos, piroclastos de arena y pomez con líticos, flujo de bloques y clastos en matriz de arena. En el centro volcánico de Tutupaca se encuentra cubriendo las pampas de Pagrilaca y la de Oconchay, gran parte de ello han sido erosionados sin embargo quedan afloramientos reducidos de piroclastos de arena sobre piroclastos de pomez, arenosos finamente laminados.

/ab (andesita basáltica): Emisión volcánica que se encuentra en los cerros San Francisco, Achalaje del centro volcánico de Caracara, está constituido por abundante plagioclasa y máficos en cristales pequeños en la matriz y en forma acicular. También se encuentra en el flanco Noroeste del centro volcánico de Lopez Extraña. Así como al Sur del volcán Tutupaca en la cabecera de la quebrada Azufre Chico y al Este en el paraje de Satina. Otro flujo grisáceo oscuro se encuentra entre el volcán Yucamane y el cerro Calientes.

/tqp (traquita porfírica) Se trata de cuerpos pequeños que se encuentran al Sur del volcán Chuquiananta compuesto de plagioclasa y vidrio en matriz parcialmente vítrea, parte de las plagioclasas están siendo reemplazados por diminutas granos de pirita, vidrio, y cloritas. Dentro de la matriz se encuentran diminutas limonitas de probables alteraciones de la pirita; también se le puede encontrar en el flanco Sur del volcán Tutupaca a manera de cuerpos redondeados y alineados de Noroeste a Sureste.

/rdp (riodacita porfírica): En el centro volcánico Pollaila se encuentra generalizado a cuerpos o flujos vesiculares y fluidales, constituido por cuarzo, plagioclasa, máficos. En el centro volcánico de Inciensocucho este flujo está entre Canopampa y Ñeque.

/can (cuarzo andesita): se ubica al Sureste del cerro Achalaje y Noroeste del paraje Incuyo También se encuentra en el centro volcánico de Nazaparco conformando un cuerpo pequeño gris blanquecino, y al Noroeste del cerro San Pedro Chiarjaque están debilmente argilizados y con algunas venillas de cuarzo.

/cl (cuarzo latita): Se trata de un flujo masivo con disyunción en lajas, compuesto de cuarzo, ortosa, plagioclasa, y hornblenda que se ubica en el flanco derecho del río Calientes al Sur del paraje Ancochaque y al Norte de la quebrada Coline al pie del volcán Lopez Extraña.

/as (andesita seriada): Rocas volcánicas porfíricas caracterizados por su textura compuesto por la abundancia de cristales de plagioclasa de tamaño gradado (creciente o decreciente), se encuentran al sur de la laguna de Vilacota.

/tqaa (traquiandesita afírica): Aflora en la margen derecha de la quebrada Quilcata al Suroeste del volcán Tutupaca, es de color grisáceo con cristales pequeños (grano fino) de plagioclasa y piroxenos en matriz afanítica, las plagioclasas contienen inclusiones de vidrio o están corroídos por estos. También se puede ver granos de vidrio acicular y cloritas por devitrificación.

/tcr (Toba de cristales): se encuentra en la quebrada Chuñahue al Sur de Ancochaque, roca piroclástica con plagioclasa, fragmentos líticos, máficos, cuarzo, etc., en matriz microgranular cuarzo feldespática cloritizadas.

/tbd (toba riocacita): flujo piroclástico, pobremente clasificado y debilmente compactado, forma la pampa Patapatani está constituido por bloques, clastos y granos en escasa matriz de arena cenizosa. Está constituido de plagioclasa, vidrio y biotitas. En estas rocas se han hecho dataciones radiométricas que indica el tiempo de evolución que fluctua entre 0.97 ± 0.04 Ma mediante K-Ar (N. Vatin G. Poteau y otros 1996) muestra tomada al norte de Yucamane Pampa y la otra muestra al sureste de Totorá dando una edad de 0.54 ± 0.17 Ma (France, L. 1985).

/tqb (traquiandesita basáltica): Aflora en la margen derecha de la quebrada Quilcata, roca de grano medio a fino de color grisácea con disyunción en lajas

/av (andesita vesicular) se le encuentra en la margen derecha de la quebrada Suripujo al Noreste del volcán Tutupaca. Flujo volcánico porfirítico mostrando cavidades con plagioclasa y vidrio, debilmente argilizados.

/tbka (toba litocristalina): ubicado al Noroeste del centro volcánico Caracara, de color rosado, masivo, con cristales de plagioclasa, vidrio y líticos subangulosos, moderadamente soldados, en la quebrada Japuma (lag Vilacota) Estas tobas son blanquesinas contienen más líticos afaníticos y muy pocos porfiríticos.

/p (piroclastos de arena): Se encuentra en las inmediaciones de Callaza Chico, secuencia estratificada de arenas, conteniendo algunos niveles de pomez inferior a un centímetro sobreyacen una capa gruesa de pomez de variado tamaño en matriz arena cenizosa.

/tba (toba andesítica): se encuentra al este del cerro Yucamane chico, constituido por flujo masivo compacto con bloques y clastos bien dispersos de grano grueso de color gris blanquesino.

/te (tefra): flujo masivo de bloques y clastos inclinados 8° hacia el Sureste, afloramiento medianamente compacto, compuesto de bloques y clastos subangulosos a subredondeados en matriz de arena, con algunos niveles de arena que se encuentra al Este del volcán Chuqiananta en la laguna Tacalaya, por el intemperismo está cubierto por material residual.

/pda (pomez dacítico) Se encuentra en la quebrada Huaijaque Sureste del volcán Tutupaca compuesto por una gruesa capa de pomez en escasa matriz de ceniza hacia arriba niveles delgados de piroclastos de arena y pomez amarillentos, quebrada arriba hacia las nacientes se hace más clástico conteniendo hasta bloques de rocas volcánicas subangulosas gris y marrón oscuro afaníticas, el tamaño de los pomez puede alcanzar los 15 centímetros, pero los más abundantes son los de tamaño inferior a 5 cm.

/tb (toba): Toba masiva rosácea friable que se presenta en afloramiento local en el paraje de Huayllane sur del volcán Tutupaca, contiene líticos pequeños y volcánicos inferior a 5mm, escaso en biotita y hornblenda.

/a (arena): Gruesa cubierta de arena en matriz de ceniza contiene grandes bloques de rocas volcánicas, se extiende desde el Norte de la quebrada Azufre Grande hasta cerca del límite norte del cuadrángulo.

/fe (Flujo clástico): Flujo de bloques y, clastos, abundante piroclastos de arena, escasa ceniza. Se caracteriza por la abundancia de bloques y clastos con costras de pan, la muestra está constituida por la abundancia de hornblenda y menor de biotita, plagioclasa, piroxeno y cuarzo. Se encuentra al Noreste del volcán Tutupaca.

CUATERNARIO (PLEISTOCENO-HOLOCENO)

Están constituidos por depósitos de origen glaciario, transporte acuoso, degradación de rocas in situ (paleosuelos), pantanos.

Depósitos morrénicos

En general constituyen gruesas acumulaciones longitudinales de bloques y clastos, desarrollado sobre suelo volcánico dispuestos en forma caótica subredondeadas a subangulosas, erráticos clastos angulosos y estriados en una matriz limoarenosa. Se encuentra bien expuesta en la quebrada Sipincalane y al Oeste del mismo, al Sur del centro volcánico Chuquiananta, y depósitos cohetaneos pero de muy poca extensión se encuentran al Norte del paraje Chillihuani, en Canopampa, quebrada Umapalsu, Laguna Tacalaya. Las acumulaciones morrénicas más recientes se encuentran cerca de las proximidades de las cumbres de los cerros Nazaparco y mucho más recientes las que se encuentran al pie de los farallones de la cumbre del volcán Chuquiananta.

Depósitos fluvioglaciales

Estos depósitos son los más extensamente distribuidos, conformados por la misma litología que las morrenas. La diferencia es que se exponen en geformas planas o adosados a la superficie de baja pendiente de los volcanes o forman pequeñas peneplanicies como la que se encuentra al Sur de la quebrada Caracara.

Depósito aluvial

Están constituidas por dos tipos de depósitos la primera de ellas son todas aquellas acumulaciones detríticas que se encuentran cubriendo en capas delgadas no cartografiadas, conformado por rocas volcánicas compuesto por el mismo material de las rocas subyacentes conformando suelos residuales en algunos casos, El otro grupo está dado por los depósitos expuestos en el fondo de los valles formando terrazas, o el mismo fondo de valle, acumuladas por acción de las aguas o formando abanicos aluviales en la desembocadura de las quebradas como ocurre en las quebradas Amotala y Vinto al Sur y Norte de la laguna de Vilacota respectivamente.

Depósitos eólicos

Depósito de arena que se circunscribe al Norte de la Laguna de Vilacota. Estas arenas marrón blanquesinas y de grano fino se acumulan cubriendo las gramíneas dando una topografía de montículos.

Pantanos o Bofedales

Constituyen suelos sobresaturados por agua estancada, estos pueden ser estacionales o permanentes. Los estacionales son de muy corta duración el agua se consume por evaporación o por filtración lenta y deja una cubierta de gramíneas.

Los bofedales permanentes mayormente se ubican en el fondo de los valles. Los principales son las que se encuentran al Norte de la laguna de Vilacota o en el paraje de Cano, Colpapampa, Ancocollo y la quebrada de Caracara. Ambas áreas son empleadas para el pastoreo.

En el paraje Arañane (Ex planta de tratamiento del azufre) sobre el río Callazas se encuentra un área pantanosa fósil compuesto de bancos masivos de limos mezclados de materia orgánica y materia orgánica laminada cubierto por limos y materia orgánica y productos volcánicos. El horizonte de materia orgánica carbonosa podría emplearse como combustible.

ROCAS INTRUSIVAS

Las rocas intrusivas se circunscriben al sur y suroriental de cuadrángulo y están clasificadas como Superunidad Yarabamba, Unidad intrusiva Challaviento y Unidad intrusiva no Asignada. Entre las Unidades Subvolcánicas. el cuerpo intrusivo más antiguo estaría constituido por la Superunidad Yarabamba

Unidad Intrusiva Superunidad Yarabamba.

Dentro de esta unidad , se describen cuerpos de composición ácida a básica, teniendo el afloramiento más grande al Oeste del cuadrángulo de Tarata, vecino al de Moquegua gradando en su composición mineralógica de norte a sur de diorita a diorita cuarcífera respectivamente.

Estas rocas se presentan intemperizadas fácilmente disgregables, en forma esferoidal y fracturadas,. Son de color gris a gris oscuro. Al Sur las plagioclasas se alteran a sericita y arcilla, y los piroxenos se muestran más epidotizados que cloritizados, mientras al Norte las plagioclasas están debilmente argilizadas, sericitizadas, y los máficos (biotitas) también debilmente cloritizados. Se diferencia de la parte Sur porque aquí aumenta el contenido de cuarzo más que los feldespatos potásicos que tampoco están presentes en el el sur pero sin epidota.

Hacia el Sureste se encuentra otro afloramiento diorítico en la margen derecha del río Curibaya (Norte de Chulibaya) similares en composición y alteraciones al cuerpo anterior con la diferencia que la alteración es más intensa en los ferromagnesianos que en los feldespatos. En todo los caso siempre hay pirita finamente diseminada, intruyendo a los volcánicos de la Formación Matalaque y Grupo Toquepala.

Los afloramientos de granodiorita se encuentran tanto en la margen derecha e izquierda de la laguna de Aricota intruidos por granito de color rosáceo a rijizo debilmente actinolizado que se prolonga desde el Sureste de la localidad de Huanuara hasta la margen derecha de la laguna de Aricota. Gran parte del afloramiento está cubierto por suelo residual debido a la alteración e intemperismo.

Se le atribuye la edad Cretácea-Paleógena por lo que estos cuerpos interrumpen a rocas volcánicas consideradas del Cretáceo Superior.

Unidad intrusiva no Asignada

Comprenden afloramientos de pequeña extensión, el primero de ellos es una diorita que se encuentra junto a la falla Incapuquio entre el Noroeste del cerro Altos de Poquera y el cerro Alto Chintari. Está fuertemente intemperizada, la alteración ocasionado la argilización de las plagioclasas y la cloritización de los máficos. La edad se considera Cretacea-Paleógena.

Otros afloramientos se encuentran al Norte de Corahuaya (sobre la quebrada Borogña) y en la margen derecha del Río Sama en la localidad de Chipispaya. Se trata de rocas frescas de grano medio a fino de color gris a gris oscuro conteniendo cuarzo ligeramente más alto, pero menor a 15%, también están argilizados y cloritizados debilmente. por su naturaleza más fresca se considera de edad Paleógena.

Unidad intrusiva Challaviento

Unidad intrusiva de distribución amplia y de variada composición, se le encuentra expuesta desde las inmediaciones de la localidad de Ticaco y se prolonga al Sureste en los cuadrángulos de Pachia-Palca, está compuesto por los siguientes cuerpos intrusivos.

Diorita.

Cuerpo pequeño de textura granular, se emplaza entre la secuencia de la Formación Labra en el cerro Chujoivilque, Mineralógicamente se constituye de minerales de plagioclasa debilmente argilizados y sericitizados con máficos cloritizados, fracturas rellenas de cuarzo y epidota. A pocas centenas de metros al sur se encuentra un cuerpo pequeño blanco rosáceo porfirítico (granito porfirítico?) con pórfidos de cuarzo en matriz afanítica, también intruye a los detritos de la Formación Labra.

Sienogranito

Un afloramiento longitudinal de sienogranito se extiende orientado de Noroeste-Sueste siendo de grano medio a fino de color gris compuesto por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico y biotitas, las biotitas debilmente cloritizadas y los feldespatos potásicos debilmente argilizados.

Granodioritas

El afloramiento de intrusivo más extenso del área son las granodioritas que en el área de Ticaco están bien intemperizadas y a su vez argilizados, cerca al contacto con el sienogranito las rocas muestran cierta gradación de diorítica a granodiorítica. La edad de este conjunto de rocas se considera Paleógeno en base a las determinaciones radiométricas efectuadas en dos muestras tomadas al Noroeste de Ticaco y que fluctúan entre 40.8 ± 1.5 Ma y 44.83 ± 4.30 Ma (.....). Otra muestra tomada al Suroeste de la localidad de Tarata en una muestra de tonalita durante el presente trabajo dio 41.6 ± 1.0 Ma.

Unidades Subvolcánicas

Se presentan como cuerpos independientes intruyendo indistintamente al Grupo Toquepala. Están constituidos por riolitas, dacitas, pórfido dacítico y un cuerpo indiferenciado.

Stock de riolita del cerro Alto Chintari de color blanco grisáceo ligeramente orientado de Noroeste a Sureste y que está constituido por plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo, y raros fragmentos de roca volcánica afanítica. La matriz microgranular contiene cristales de plagioclasa fragmentados, devitrificado a feldespato potásico y argilizados; el cuarzo está como mineral esencial relleno de fracturas discontinuas, y como agregados de cuarzo disperso en la muestra. Este afloramiento en la quebrada Huanuara (margen izquierda) está más fracturado, mostrando fracturas rellenas de cuarzo y mayormente limonitizado. El otro stock que se encuentra en la margen izquierda del río Curibaya (cerro Pondera) contiene cuarzo, plagioclasa y fenocristales de feldespato potásico en matriz parcialmente silicificada. El feldespato potásico está intensamente argilizado, con moldes que están siendo reemplazado por epidota.

Al Sureste de éste afloramiento se encuentra un pequeño stock gris blanquesino de Dacita compuesto de plagioclasa y cuarzo debilmente argilizado con diminutos granos de pirita.

Se ha considerado también como subvolcánico no diferenciado a un pequeño stock que aflora en la margen izquierda del río Camilaca, fuertemente intemperizado. La roca original podría ser una dacita, ya que se puede observar cristales de plagioclasa argilizados y manchados, así como máficos de color verdoso, oxidados tiñendo parte de la roca que le da el color amarillento.

En el río Sama entre las localidades de Chipispaya y Londeniza se encuentra un cuerpo pórfido dacítico que se prolonga hacia el cuadrángulo de Pachia es de color gris verdoso con fenocristales de plagioclasa, cuarzo en matriz afanítica, diseminado de diminutos granos de pirita hematizadas.

La edad de los subvolcánicos se les atribuye al Paleógeno debido a que sus relaciones estratigráficas con las rocas circundantes es discordante. No se observa la base tampoco el techo no infrayace a ningún otro tipo de roca

ESTRUCTURAS

Las principales estructuras del cuadrángulo están constituidos por plegamientos y fallamientos.

Los plegamientos, son conspicuos más que todo en rocas sedimentarias, en las secuencias volcánicas solo se manifiestan mediante ondulaciones o inclinaciones debido a la gravedad de depositación, en el área aunque son de reducida extensión, localmente se puede ver plegamientos suaves como los del cerro Jaruma, o simples monoclinales con buzamiento pronunciado como los que se encuentran al pie del volcán Yucamane o en las calcarenitas de Coropuro, también en sedimentos calcáreos se presentan plegamientos intensos y microplegamientos como en las calizas y detritos en Churosaya camino Tarata-Pistala.

Fallamientos,.- En base al dominio de fallamientos se ha definido dos franjas estructurales. Una que se extiende hacia al Suroeste del cuadrángulo y que esta constituida, por estructuras abundantes desarrollados en rocas del jurásico cretácico constituidos por fallamientos regionales y locales orientados predominantemente de Noroeste a Sureste, incluyendo otras fallas transversales orientadas de Suroeste a Noreste y que están emplazadas a lo largo de los principales ríos Sama, Curibaya, y quebrada Huanuara.

El otro grupo de fallas menos abundantes ocupa el Noreste del cuadrángulo encontrándose sobre suelos volcánicos predominantemente del neógeno, son fallamientos sencillos traducidos en simples alineamientos que se manifiestan mediante la presencia de fuentes termales, pozas de lodo o por el alineamiento de cuerpos volcánicos.

Los fallamientos regionales que se encuentran en el Suroeste en forma general desarrollan bloques estructurales regionales como Horst y Graven. El principal horst lo conformaría el bloque ubicado al Noreste de la falla Incapuquio, y que sigue al río Sama entre el caserío de Coropuro y la localidad de Tala. Al suroeste de la falla de Molleraco que también es de extensión regional, este horst llega discontinuamente hasta la quebrada de Tacalaya cubierto por piroclásticos y tobas de la Formación Huaylillas. Entre el poblado de Aricota y Candarave este fallamiento da lugar a deslizamientos recientes y antiguos.

Los gravenes estaría encontrándose hacia el occidente de la falla de Incapuquio donde se evidencia un engrosamiento de la Formación Moquegua y por otro lado el graven que se encuentra al Este de la falla de Molleraco donde constituyen acumulaciones de productos volcánicos.

GEOLOGIA HISTORICA

Rocas paleozoicas presentes al norte y que forman una cadena de cerros de baja altitud constituyen el Complejo Basal de la Costa. Desde aquel punto hacia el sur en parte del área del cuadrángulo de Tarata, no se encuentran, probablemente debido a fallamientos o cobertura por una transgresión marina con actividad volcánica que ocurrió al principio del Mesozoico (Triásico-Jurásico). Testigos de esta actividad se encuentran formando pequeños afloramientos de las formaciones Labra y Gramadal. De donde podemos deducir que para la sedimentación detrítica de la Formación Hualhuani ocurrió movimientos epirogénicos que se interrumpieron por el inicio de la orogénesis andina.

Al parecer esta orogénesis se inicia con sucesivas manifestaciones volcánicas de dominio tabáceo durante el Cretáceo Superior- Paleogeno (Fm. Matalaque, Gpo Toquepala, y Fm. Quellaveco). Antes de finalizar este tiempo ocurre el emplazamiento de rocas graníticas las que se encuentran al sureste del cuadrángulo. Seguidamente hasta la finalización del Paleógeno ocurre la depositación volcano sedimentario de la Formación Tarata constituidos por productos efusivos y explosivos depositados en un medio lagunar y sedimentos calcareos de ambiente reductor, interrumpiéndose esta sedimentación por la efusión de tobas de la formación Huilacollo.

Fenómenos tectónicos regionales ocurren en este Período produciendo bloques levantados y hundidos (horst, graven). Uno de estos bloques que constituye la Cordillera de la Costa que limita hacia el oeste la cuenca oriental de la Formación Moquegua. En la parte oriental simultáneamente hacia el Este ocurren efusiones de tobas de ceniza (Fm Huaylillas, Sencca) que se interdigitan con los conglomerados de la Formación Moquegua

A fines de Mioceno e inicio del Plioceno se acentúa las efusiones de baja energía (bloques y clastos, lavas) y emisiones de piroclatos de alta energía (Fm. Capillune) continuando en el Plio- Pleistoceno (piroclastos con arena, ceniza, pomez, y pomez líticos) y finalmente la emisión de productos volcánicos de baja energía que conforman los aparatos volcánicos de la Cordillera del Barroso. Productos una fase explosiva freatomagmática ocurren en el volcán Tutupaca probablemente a fines del Pleistoceno.

BIBLIOGRAFÍA

- France, L (1985) "Geochronology, stratigraphy and petrochemistry of the upper Tertiary volcanic arc southernmost Perú, Central Andes" Diss. Queen's University Kingston, Ontario, Canada.
- Ingemmet & Electropetru (1994) Estudio Geovolcánico e inventario sistemático de manifestaciones geotermales del Lote Tutupaca. Ingemmet. Lima T 1-3.
- Jaen La Torre, H. (1965) Geol. del cuadrángulo de Tarata. Comisión Carta Geológica Nacional Bol. N° 11. Lima
- Kaneoka, I. y Guevara, C.(1984) "K-Ar age determination of late tertiary and quaternary andean volcanic rocks Southern Perú" *Geochemical Journal* 18,pp. 233-239.
- Mendivil Echevaría, S (1965) Geol. de los cuadrángulos de Maure y Antajave Comisión Carta Geológica Nacional Bol. N° 10. Lima
- Tosdal, R.M.; Farrar E,& Clark.A. H. (1981) K-Ar geocronology of the late Cenozoic volcanic rocks of the Cordillera Occidental, Southern Perú. *J. Volcanologia Geotherm. Reserch.*, pp 157-173.
- Wolfgang , M & De La Cruz, N. (1994) Geología y Petrografía de los Volcanes Pleistocénicos Yucamane y Tutupaca (Tacna). Soc. Geol. del Perú Congreso Peruano de Geología 1994 Lima
- Wolfgang, M. (1997) Introducción a la Volcanología. Curso de capacitación Ingemmet Lima
- Wilson, J. J. y Garcia, W. (1962) Geología de los cuadrángulos de Pachia y Palca. Comisión Carta Geológica Nacional Bol. N° 4. Lima.