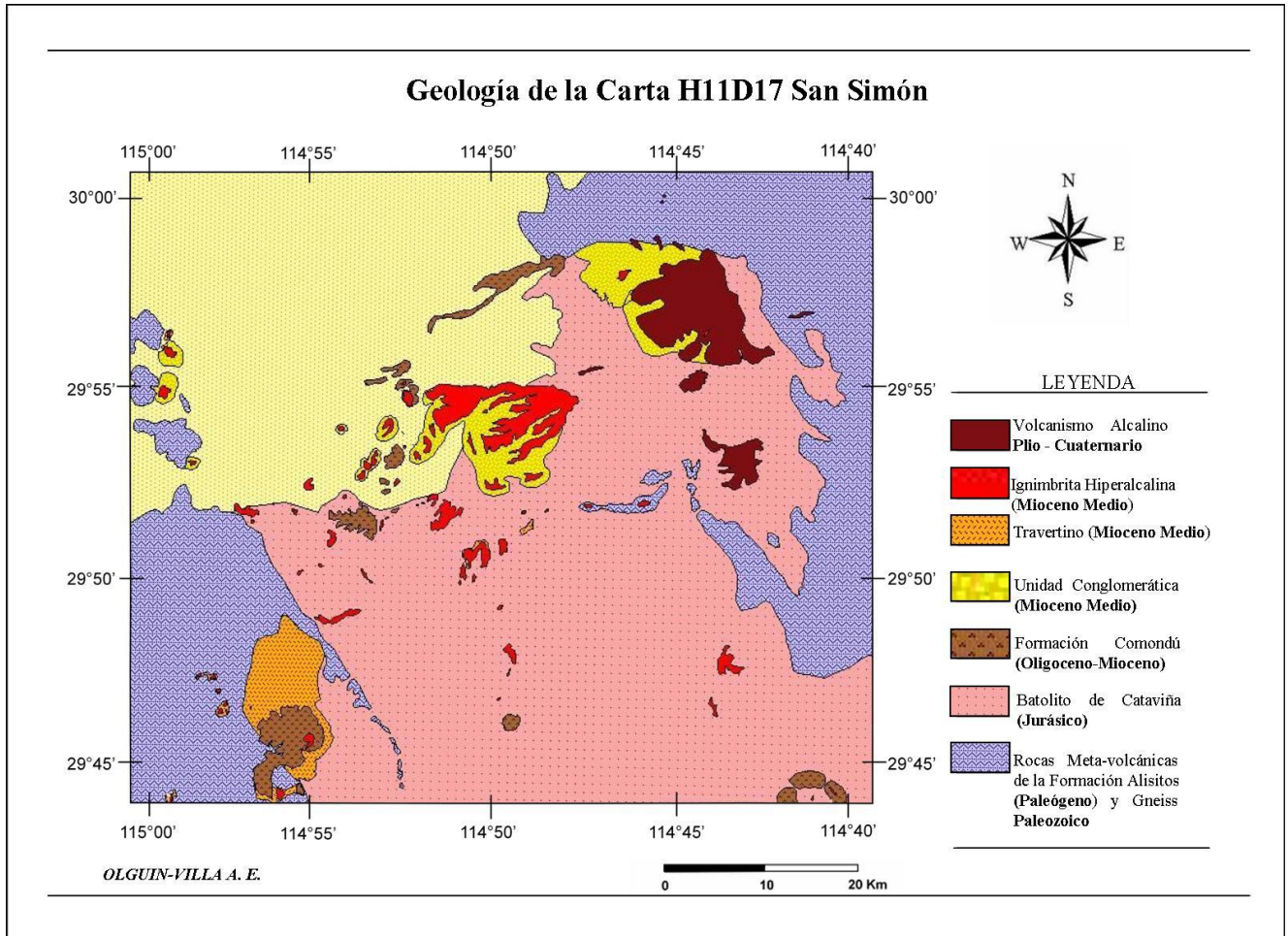


III GEOLOGÍA DE LA REGIÓN DE ESTUDIO



Mapa 1.- Carta geológica escala 1:50'000 de la región de Cataviña, Baja California.

III.1 ROCAS DEL BASAMENTO

a) Batolito de Cataviña

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

El Batolito Peninsular de edad Jurásico se encuentra bien expuesto en la península de Baja California, en el área de Cataviña (Fig. 8). Este batolito presenta una excelente relación dinámica entre el emplazamiento de un cuerpo intrusivo de gran volumen, su erosión del arco y el depósito de los sedimentos

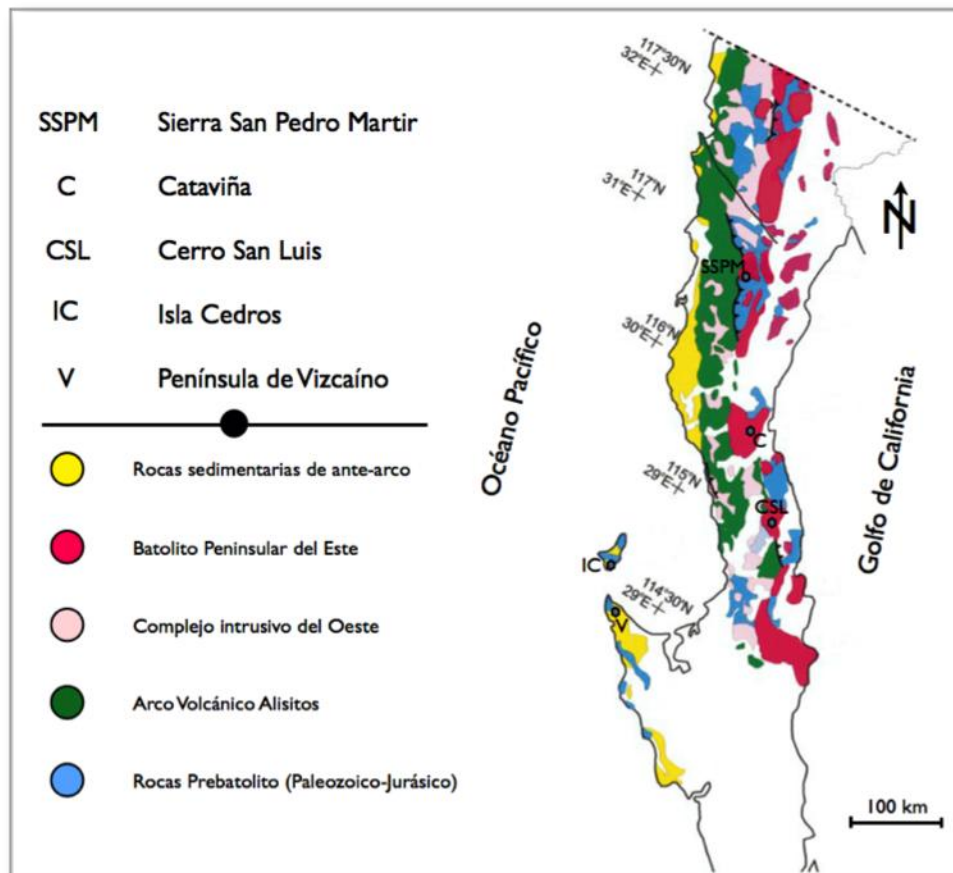


Fig. 8 Esquema geológico de la Península de Baja California, modificado de Kimbrough et al. (2001).

resultantes en cuencas ante-arco.

Estos granitoides se emplazan a lo largo del margen pacífico de la península, y en la región de Cataviña, donde tienen variantes de granodioritas, tonalitas hasta leucogranitos con presencia de diques aplíticos con biotita. De acuerdo a los cinturones composicionales del batolito peninsular, propuestos para el Jurásico y principios del Cenozoico por Gastil (1983), los cuerpos intrusivos de la región de Cataviña se ubicarían dentro del cinturón de tonalitas.

Las edades U-Pb en zircones indican que los intrusivos en la región de Cataviña-San Luis Gonzaga cristalizaron entre 113.1 y 92.6 Ma, mientras que los plutones del Batolito Costero de Sonora tienen edades de cristalización de entre 90.1 y 69.4 Ma (Ramos-Velázquez et al., 2010). Estos datos concuerdan con el modelo de migración del arco magmático propuesto por Ramos, en el cual se establece que durante el Cretácico y el Paleógeno el magmatismo se trasladó hacia el Este, debido a un cambio en la geometría de la placa de subducción.

De acuerdo con los datos y las edades de trazas de fisión en los intrusivos de la zona de Cataviña-San Luis Gonzaga (71 a 52 Ma con longitudes de 13.6 a 14.2 μm y con distribución unimodal), se interpreta que la exhumación de los intrusivos ocurrió durante el Cretácico Tardío-Paleoceno (Ramos-Velázquez et al., 2010).

b) Basamento Metamórfico del Cretácico inferior

FORMACIÓN ALISITOS

La Formación Alisitos (Santillán y Barrera, 1930) es una unidad volcano-sedimentaria del Cretácico Temprano que aflora discontinuamente en la porción occidental del Estado de Baja California, desde la ciudad de Ensenada, en el norte, hasta la localidad de El Arco, en el sur (Fig. 8). En los afloramientos del norte, esta unidad, aflora en una franja angosta alargada en dirección NW-SE, de 500 km de longitud por 50 km de ancho.

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

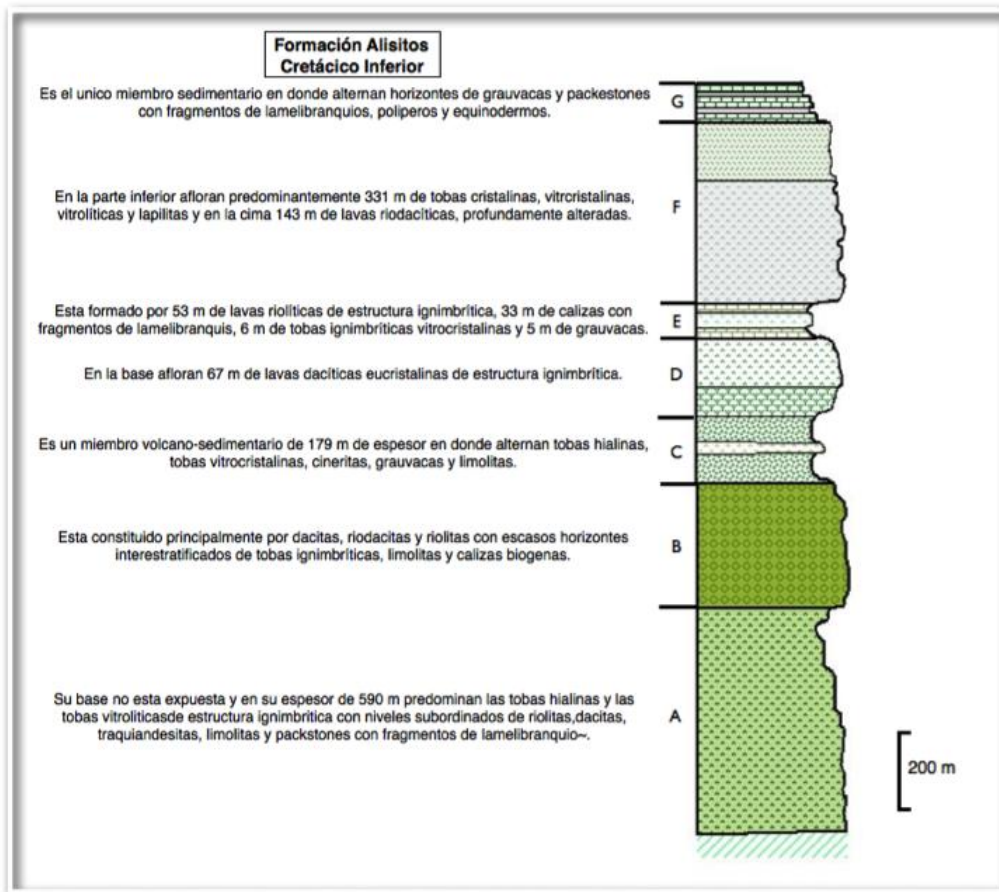


Fig. 9 Columna compuesta de la Formación Alisitos; la cima del miembro F es correlacionada con las lavas encontradas en las áreas aledañas a San Agustín, Baja California. Modificado de Almazán-Vázquez, 1988.

Las unidades volcánicas de esta formación atestiguan la presencia de un arco volcánico insular que fue acrecionado al continente en el Jurásico. En cuanto a rocas clásticas se refiere, está constituida principalmente por lutitas y areniscas ligeramente metamorfoseadas con invertebrados fósiles del Cretácico Temprano. Su principal manifestación se encuentra cerca del Rancho Alisitos en el Valle de Santo Tomás y cerca de la región de Cataviña, en el Estado de Baja California.

Entre los estudios previos sobresalen los trabajos elaborados por Allison (1955, 1974), en los que describió en detalle la estratigrafía de la Formación Alisitos en la localidad de Punta China, destacando su contenido paleontológico.

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

Los aspectos bioestratigráficos de esta formación han sido estudiados en las regiones de Punta San Isidro (Kirk y MacIntyre, 1951), entre Ensenada y Colonia Guerrero (Silver et al., 1963), al oriente de El Rosario (Reed, 1967) y en los alrededores de El Arco y Calmalli (Rangin, 1978).

En el presente trabajo fue posible reconocer en las áreas aledañas a San Agustín, solamente algunas rocas que pueden pertenecer a la parte superior del miembro F de la Formación Alisitos (Fig. 9). Estas ocurren en forma de domos, como lomeríos color café obscuro, que se componen principalmente por flujos de lavas dacíticas-andesíticas porfíricas de plagioclasa, con una alteración intensa que produjo minerales como clorita y epidota (Fig. 10).

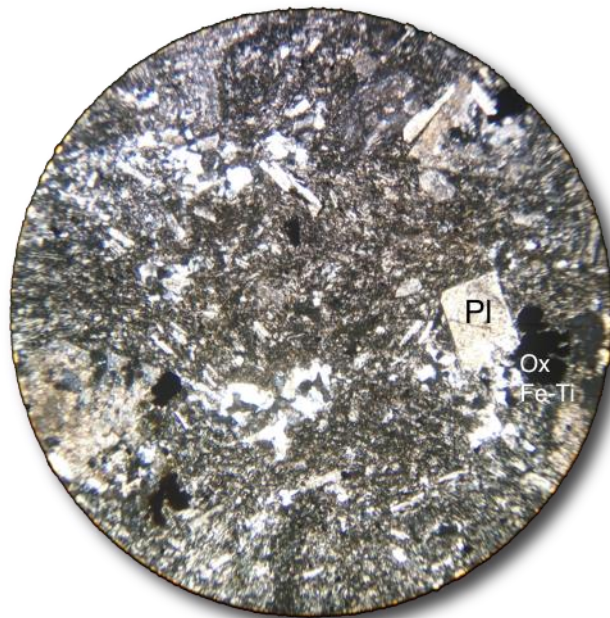


Fig. 10 Roca metavolcánica; dacita-andesita del Arco Alisitos(en luz natural y aumento 25x), muestra con clave SA09-14ª de la región de San Agustín, Baja California. Ox Fe-Ti; Óxidos de hierro y titanio. Pl; Plagioclasa.

III.2 Volcanismo de Arco Continental Oligoceno-Mioceno

a) Formación Comondú

La Formación Comondú es conformado por una serie de lavas calco-alcalinas del Oligoceno-Mioceno, que representan una evolución típica de un arco volcánico continental y de su cuenca ante-arco (Pallares et al., 2008). Estas manifestaciones en la región de estudio, son más evidentes y voluminosas, en el N-NE de Cataviña y al Sur en el campo volcánico de Jaraguay (Fig. 11). Una descripción detallada de esta formación en su localidad tipo puede ser encontrada en los trabajos de Umhoefer et al. (2000) y Pallares et al. (2008b).

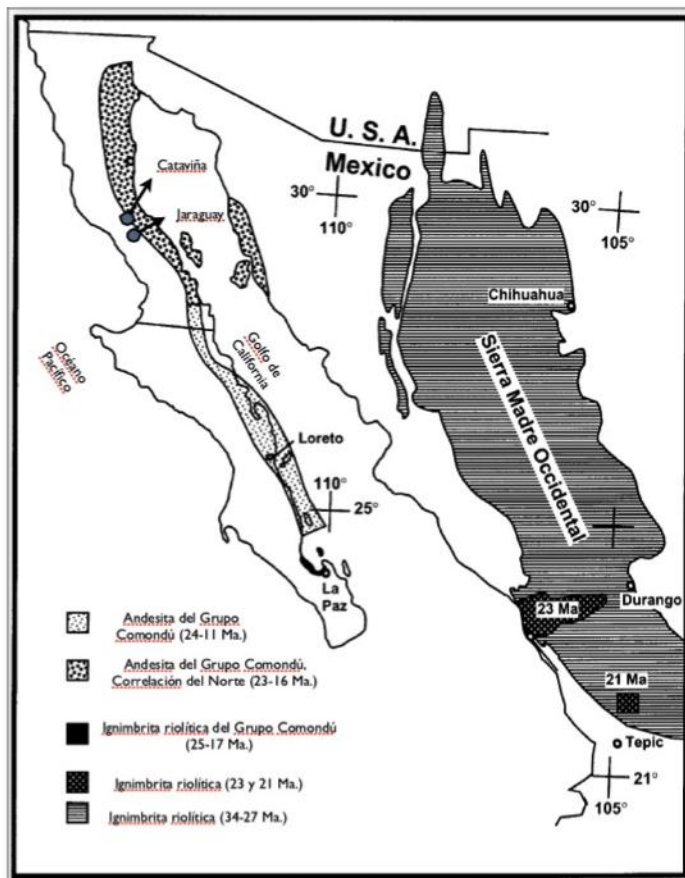


Fig. 11 Esquema representativo de las unidades de arco Oligoceno-Mioceno. Modificado de Umhoefer et al. 2000

Las rocas presentes en la región de estudio que pueden correlacionarse con la formación Comondú, corresponden a andesitas con caracteres petrográficos de líneas calco-alcalinas. La estructura, en la mayoría de las

veces, es porfírica y los fenocristales de plagioclasa muestran una zonación muy desarrollada.

Los ferromagnesianos son esencialmente ortopiroxeno, clinopiroxeno y anfíboles. El olivino, cuando se encuentra, presenta una aureola de reacción con piroxeno. La matriz es por lo regular muy fina y a veces vítrea(Fig. 12).

En conclusión, se puede ver que las lavas de esta serie en Baja California, tiene características de series de margen continental (Pallares et al., 2008b).



Fig. 12 Andesita-dacitaporfírica de Plagioclasa(en luz natural y aumento de 25x) de la Muestra POR08-04U representativa de la Formación Comondú en el Arroyo Portezuelos, al N-NE de

III.3 UNIDADES SEDIMENTARIAS

a) Unidad conglomerática

Esta unidad, aflorante en el área de Cataviña, está formada principalmente por conglomerados (Fig. 13) que yacen en discordancia sobre el basamento cristalino correspondiente al batolito peninsular, a su vez, esta unidad acompañada de un travertino, se encuentra casi siempre debajo de la unidad ignimbrítica.



Fig. 13 Muestra SA09-14; Micro-conglomerado polimíctico en matriz sostenida, con fragmentos del basamento.

Esta unidad conglomerática rítmica y de gradación normal, en la región de San Agustín. Los conglomerados ocurren con espesores de hasta 45 m y se intercalan con areniscas de grano grueso y lentes arenosas con abundantes carbonatos. Justo debajo de los depósitos ignimbríticos hiperalcalinos, ocurre como un conglomerado polimíctico con clastos del basamento, tanto del granitoide, como de rocas de metamorfismo regional (esquisto verde) y areniscas silicificadas de color gris oscuro a negras. Además, se observan clastos de entre

2 y 22 cm formados, de andesitas porfíricas de hornblenda, que en la mayoría de las localidades, comprenden hasta el 50% de los líticos de la unidad y los cuales se considera que provienen de la erosión del arco Comundú. Otros clastos asemejan riolitas fluidales. Los clastos de esta unidad se encuentran siempre sostenidos por la matriz, de color blanco y conformada por cristales de cuarzo-feldespato de tamaños de arenas y carbonatos. Es común la presencia de horizontes de caliche de hasta 15 cm de espesor.

b) ***Travertino***

Dentro de la secuencia clástica, en algunas localidades, ocurren capas silíceas y calcáreas de color blanco de hasta cuatro metros de espesor. Un estudio petrográfico de las muestras de San Agustín (SA09-15 y SA09-16, Fig. 14 y Foto 1) fue realizado por la Dra. Olivia Pérez Ramos del Departamento de Geología de la Universidad de Sonora. Dicho estudio indica que se trata de rocas sedimentarias químicas compuestas por una caliza de grano fino parcialmente silicificada (con parches de calcedonia) y gran abundancia en materia orgánica; con una textura cavernosa y porosa, presencia de restos algáceos y pequeñas estructuras esféricas semejantes a calciesferas.

La caracterización petrológica permite establecer un ambiente de depósito para esta unidad sedimentaria, el cual corresponde a uno marino somero y/o lagos de origen continental, que posiblemente recibían el influjo de manantiales termales que aportaron sílice.

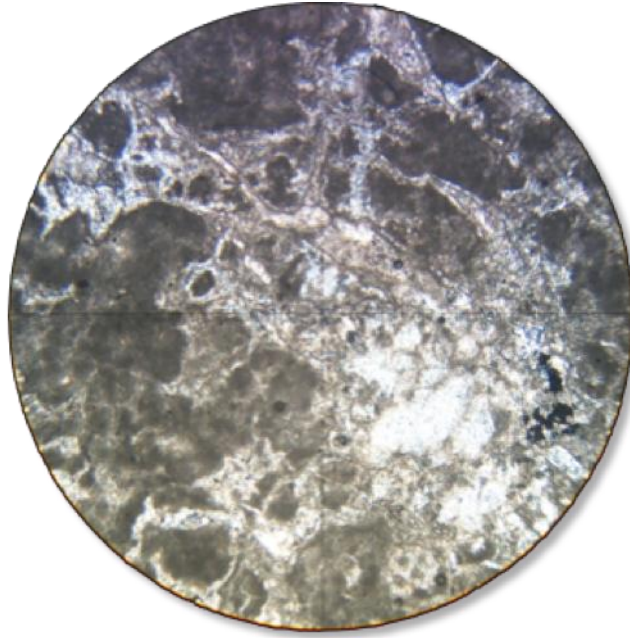


Fig. 14 Muestra SA09-15, sección delgada del travertino.



Foto 1. Travertino; Mesa Redonda, SW de San Agustín.

III.4 Volcanismo Ignimbrítico (Mioceno-Medio)

a) El depósito ignimbrítico en San Agustín-Cataviña

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

Los afloramientos del volcanismo hiperalcalino en la región entre San Agustín y Cataviña, ocurren en forma de mesas que se adelgazan sucesivamente hacia el Oeste (Fig. 15). Estos remanentes de erosión restringen sólo a depósitos piroclásticos de tipo ignimbrítico con características muy similares. Se caracterizan, de manera general, por la aparición en la parte inferior del depósito de oleadas poco soldadas ricas en pómez de tipo “*Base Surge*” de color beige a gris, seguidas por facies vitroclásticas donde se desarrollan columnas de enfriamiento, con un soldamiento mayor hacia la cima, hasta generar niveles eutaxíticos de color rosa a marrón en la parte media del derrame que, finalmente son cubiertos por facies tobáceas poco soldadas de tonos pastel.

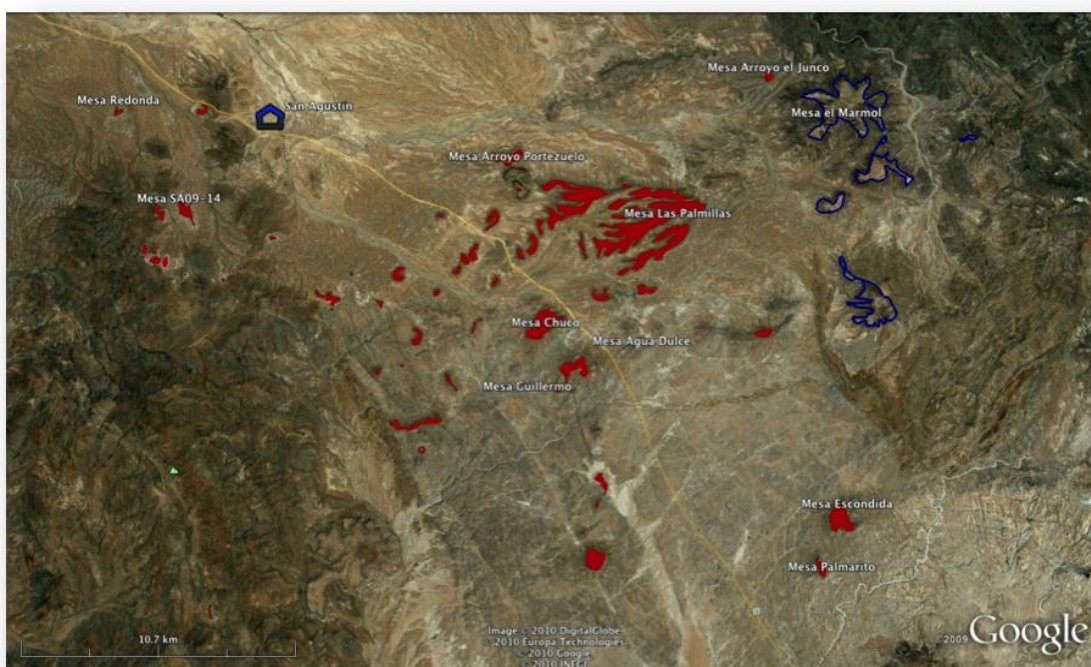


Fig. 15 Imagen satelital con la distribución de las mesas ignimbríticas en la región de Cataviña. Rojo; Ignimbrita Hiperalcalina. Azul; Volcanismo Plio-Cuaternario.

En la localidad de la Mesa Redonda (Fig 16, Foto 2) la ignimbrita presenta un depósito tipo “*Base Surge*” de 3 m de espesor que cubre a la unidad conglomerática. Este depósito es de color beige y presenta lapillis de pómez de tamaños de entre 0.5 a 5 cm de largo, se presentan en colores variados desde el blanco al beige.

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

La unidad vitroclástica, presenta una clara abundancia de líticos de origen volcánico de entre 0.2 a 8 cm de diámetro, provenientes del arco Comondú (dacita porfírica de hornblenda y plagioclasa, color rosado, además de fragmentos andesíticos porfíricos de plagioclasa. En la parte superior, se encuentra una facies mejor soldada, color café a rosado, porfírica de fenocristales de sanidina y fayalita, aun con líticos volcánicos de las rocas de arco.

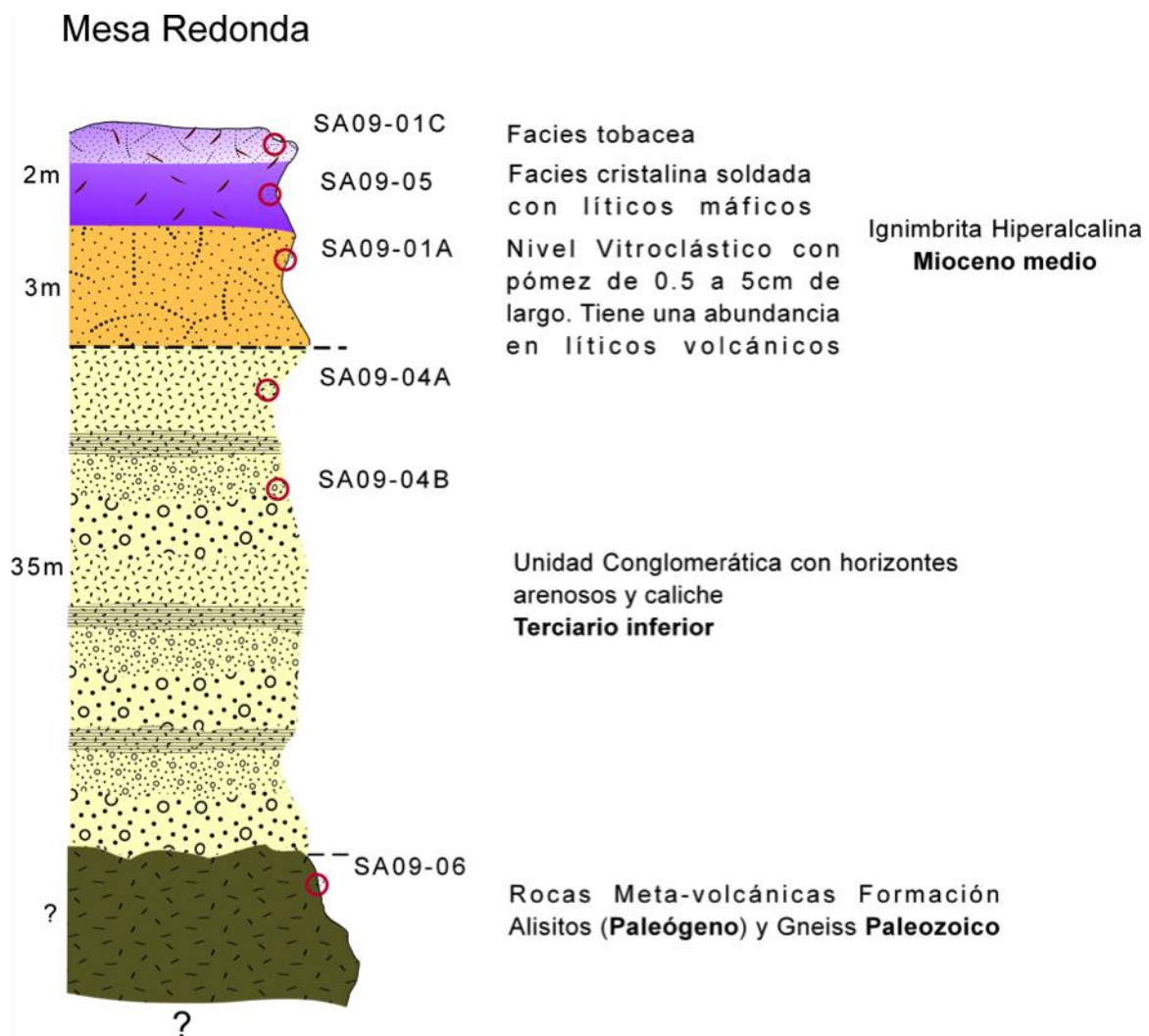


Fig. 16 Representación estratigráfica de la Mesa Redonda, NW del Rancho San Agustín B.C. N29°55'24.1"; W115°02'22.6".

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

Finalmente, en la cima se presenta una facies tobácea poco soldada de 2 metros de espesor, de color rosado, porfírica, con fenocristales de sanidina y fayalita. Cabe señalar que en este afloramiento se observó una capa de hasta 1 metro de espesor, de una brecha con clastos de la Ignimbrita y cementada por caliche .

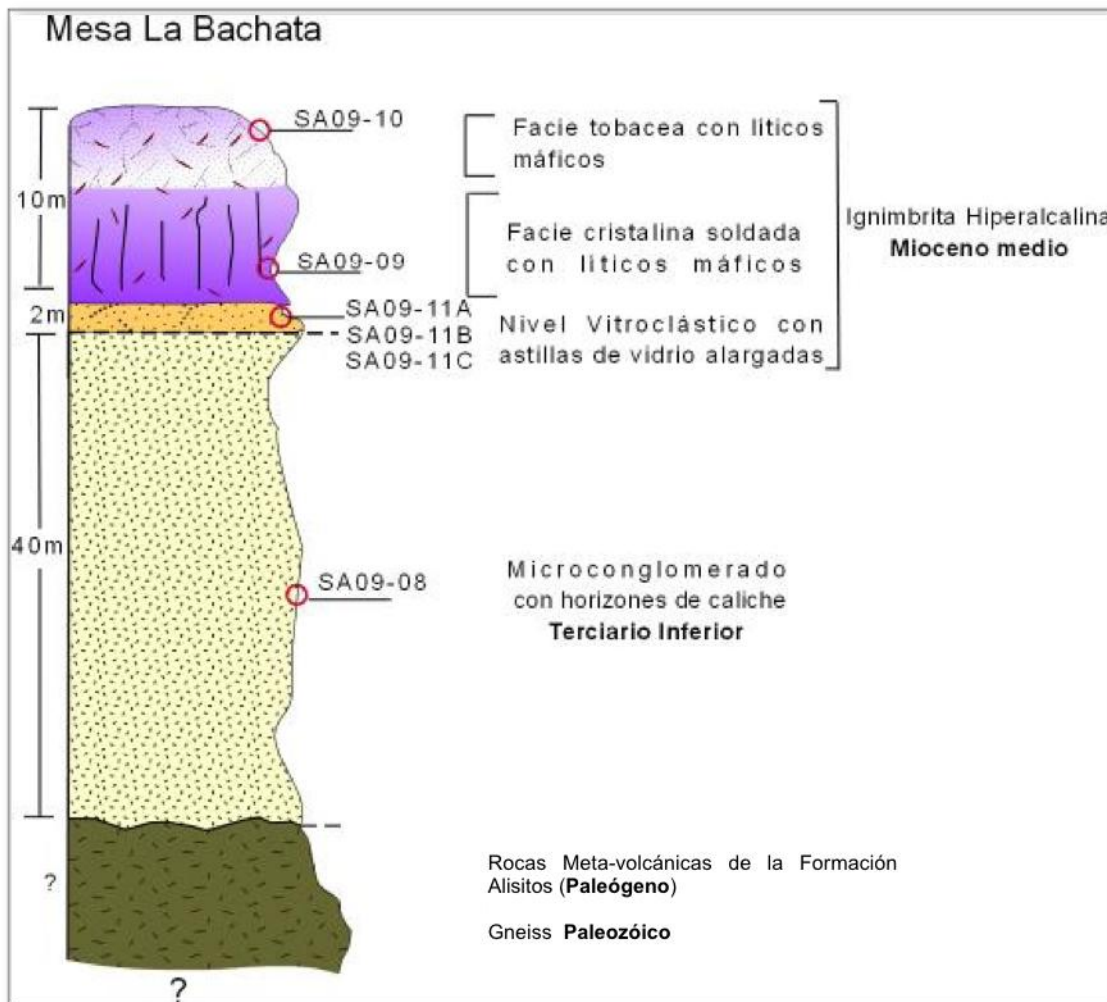


Fig. 17 Mesa La Bachata, representación estratigráfica para el afloramiento ignimbrítico cerca del Arroyo La Bachata, NW del Rancho San Agustín B.C. N29°55'33.117"; W 115°00' 23.9".

En los afloramientos de la Mesa La Bachata (Fig. 17), la secuencia es muy similar a la de la Mesa Redonda. Encima del micro-conglomerado se depositaron

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

dos metros del “base surge”, seguidos por un nivel vitroclástico de 1 m de espesor, con astillas de vidrio color negro, alargadas, que varía hacia la cima a facies soldadas cristalinas con líticos máficos, y que son cubiertas hacia la cima por la facies tobácea de color rosa, alcanzando todo el conjunto 10 metros de espesor cubierta por la facie tobácea color rosa en la cima hasta alcanzar los 10 m de espesor.

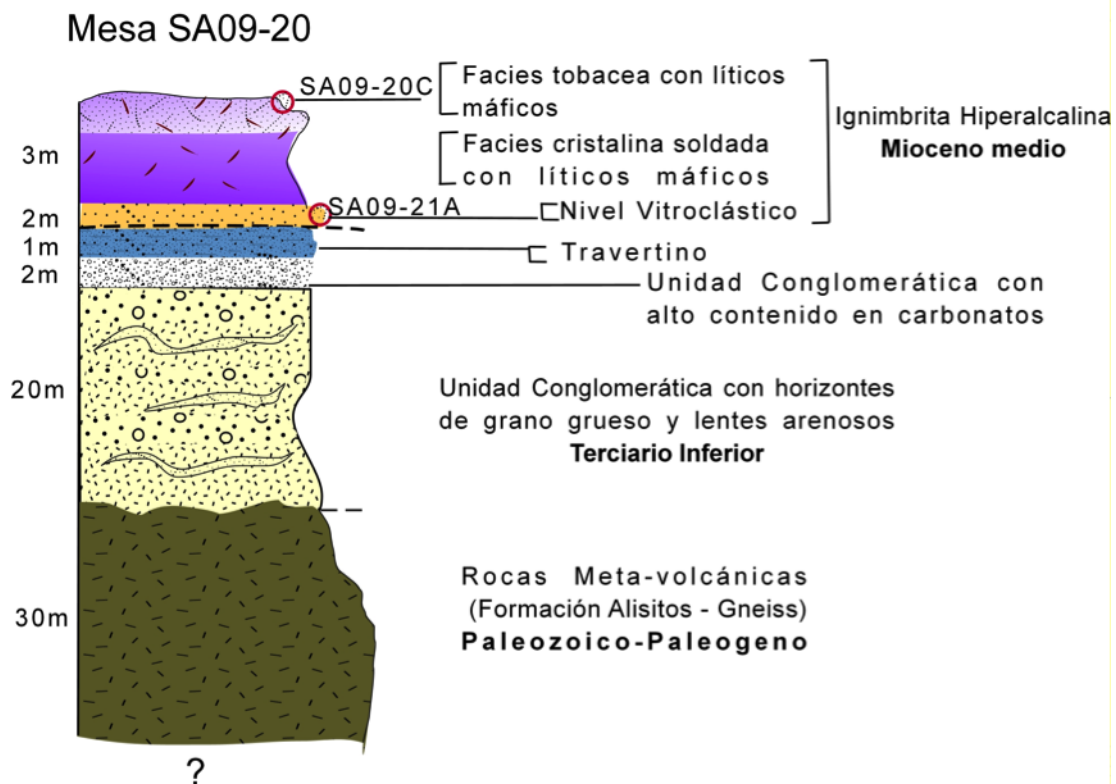


Fig. 18 Mesa SA09-20, En esta mesa se colectaron los núcleos para anisotropía de susceptibilidad magnética y desmagnetización por campos alternados. N29°53'43.10"; W115°00'34.10"

En la Mesa denominada SA09-20 (Fig. 18), se observó el mismo comportamiento que la mesa anterior. Tres facies son descritas en este afloramiento; un nivel de base vitroclástico, un nivel medio con columnas de enfriamiento y un nivel superior poco soldado. Esta ignimbrita tobácea, es de color gris rosado, porfírica de fayalita y sanidina, además contiene líticos máficos del basamento.

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.

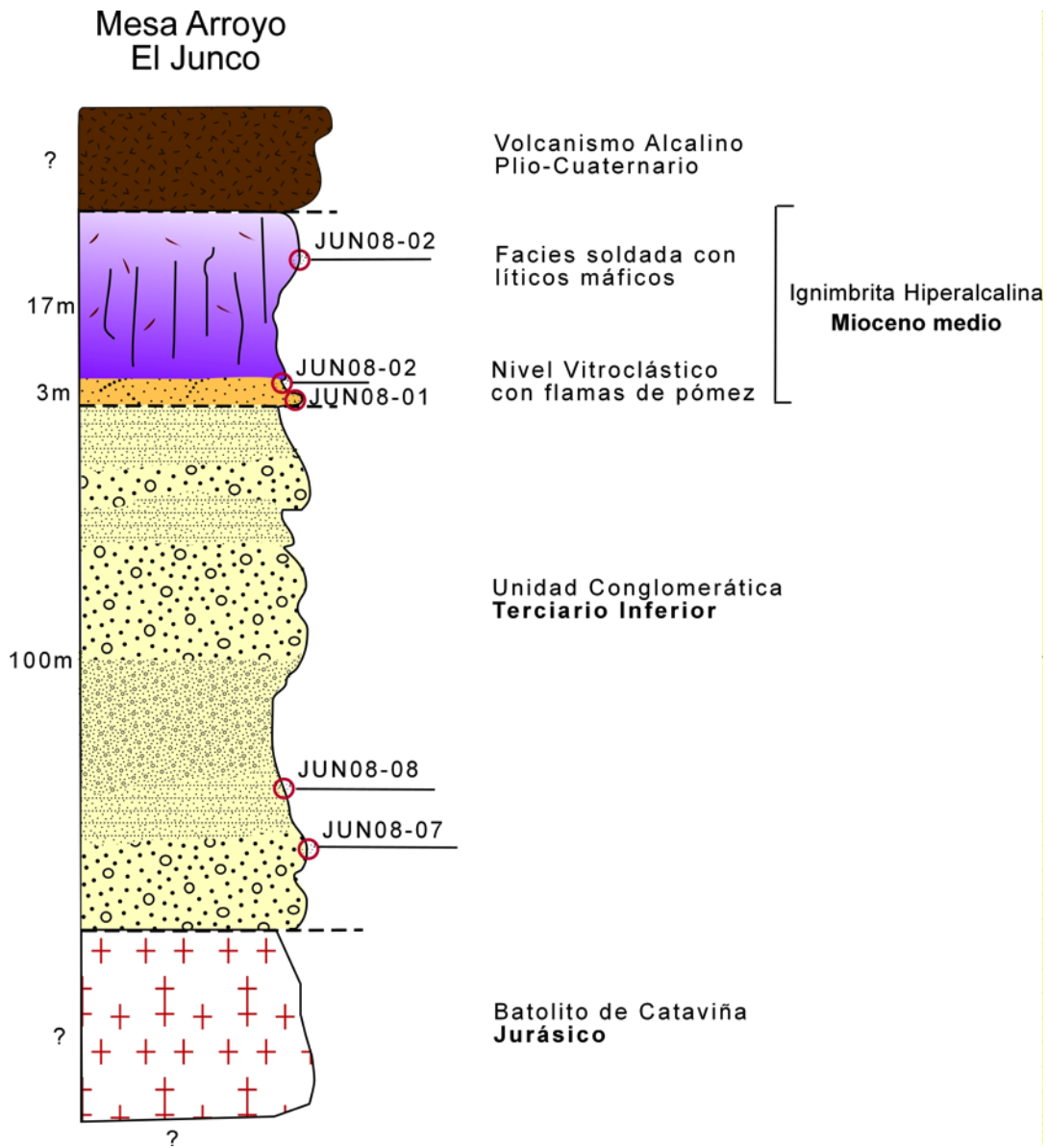


Fig. 19 Representación estratigráfica de la Mesa Arroyo El Junco.

En la Mesa Arroyo El Junco (Fig. 19) el depósito ignimbrítico tiene un espesor de 15 a 20m y cubre un conglomerado polimíctico de ~100m de espesor. Este depósito piroclástico está formado por una toba vítrea moderadamente consolidada con abundantes clastos de pómez estiradas, de color blanco, gris y beige, con tamaños variables entre 0.5mm a 15cm.

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.



Foto 3 La carretera transpeninsular y el flanco Oriental de las Mesas Las Palmillas. Vista hacia el SE.

En el sector de las Mesas Las Palmillas (Mesa Agua Dulce, fig. 20), la unidad ignimbrítica que yace sobre el travertino es porfírica con fenocristales de sanidina y fayalita y contiene líticos de andesitas del grupo Comondú y del granitoide de Cataviña, el sentido del flujo fue determinada con base en el adelgazamiento de las unidades hacia el SW.

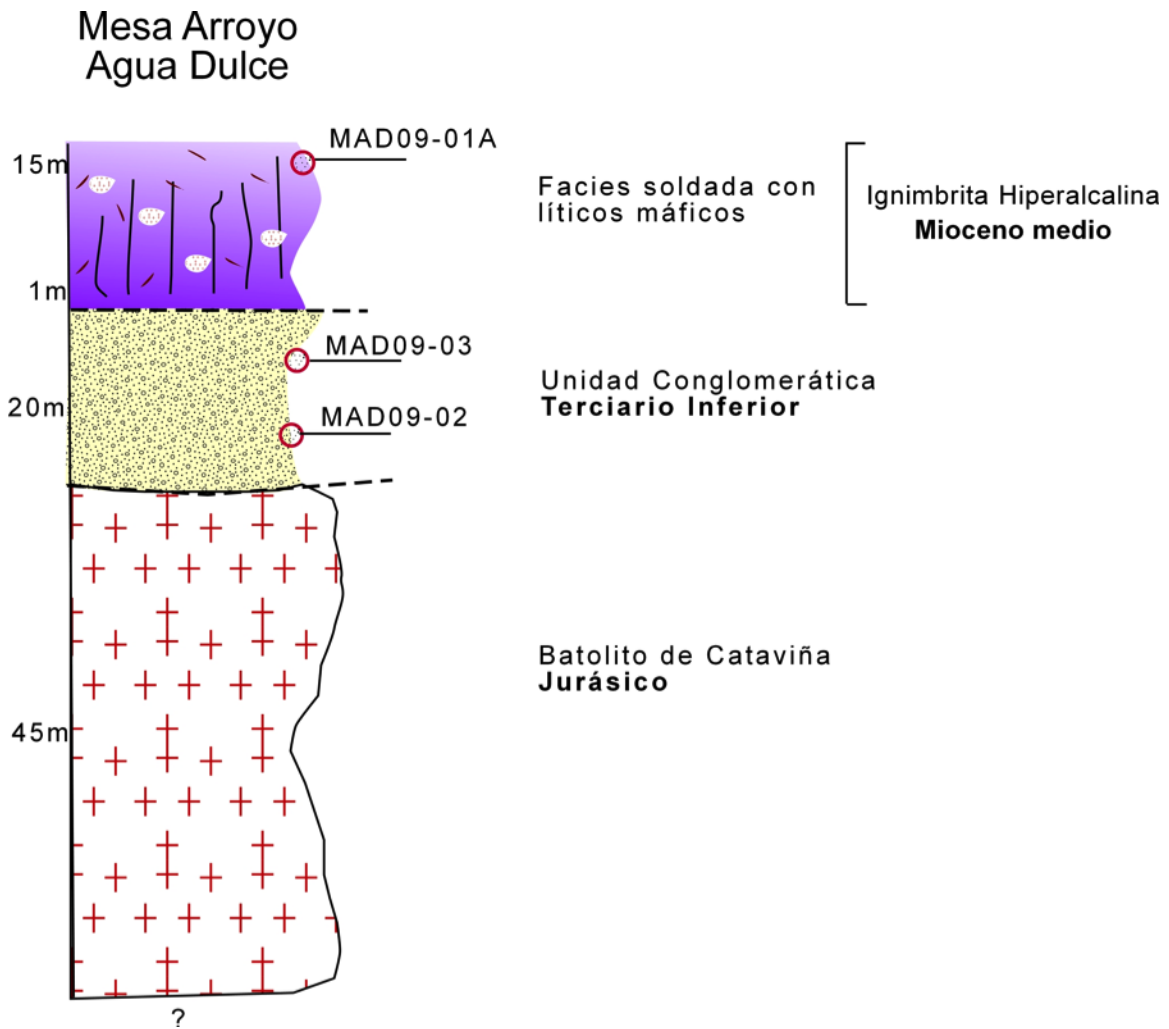


Fig. 20 Representación estratigráfica de la Mesa Arroyo Agua Dulce.

En la Mesa Arroyo Portezuelo (Fig. 21), en la base se observa un nivel vitroclástico seguido de una facies soldada que se convierte en poco soldada hacia la cima.

La ignimbrita de esta región se caracteriza por tener abundantes líticos provenientes del Arco Comondú y de la Formación Alisitos, así como grandes fragmentos de pómez subredondeadas de entre 3 y 10 cm de diámetro.

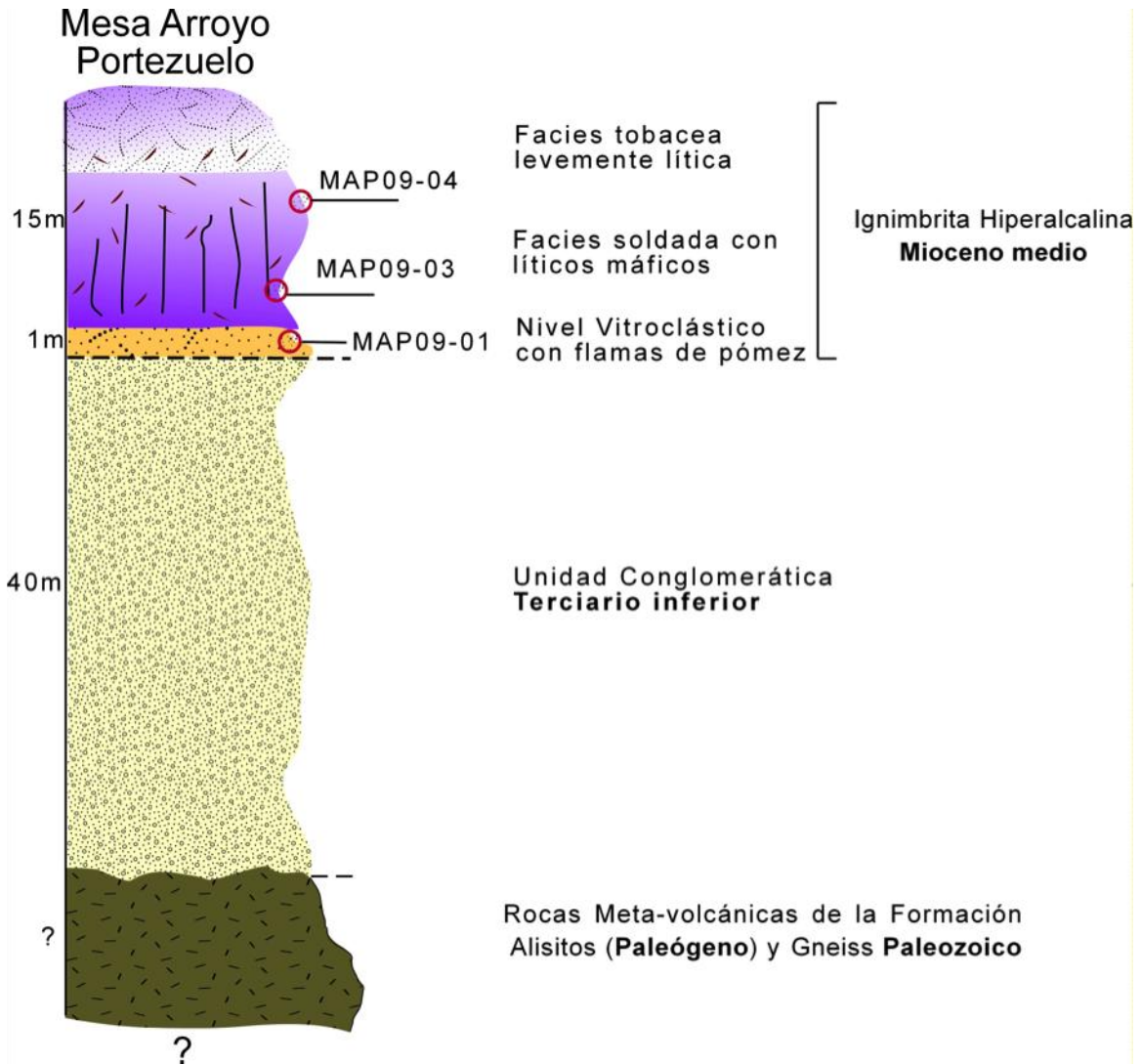


Fig. 21 Representación estratigráfica de la Mesa Arroyo Portezuelo.

III.5 Volcanismo Alcalino Plio-Cuaternario

La fase Plio-Cuaternaria está caracterizada por grandes derrames basálticos de tipo alcalino (Pallares et al., 2008). Existen algunos aparatos volcánicos en las regiones de San Quintín, Norte de San Felipe, el Campo Volcánico Jaraguay, y al E de San Agustín (Fig. 15 y Foto 4). Estas manifestaciones volcánicas son resultado de la relación de la apertura del Golfo de California y el sistema de fallas de San Andrés.

ESTUDIO FÍSICO Y QUÍMICO DEL VOLCANISMO HIPERALCALINO EN LA REGIÓN DE CATAVIÑA, BAJA CALIFORNIA.



Foto 4 Derrames basálticos al Sur de la Mesa El Mármol, vista hacia el SE.

Las rocas identificadas en el área de Mesa El Mármol (Fig. 22) sobreyacen a la ignimbrita hiperalcalina y consisten en basaltos porfíricos de olivino, orto-piroxeno y plagioclasa. Los fenocristales se encuentran en una matriz microlítica vítrea, y es común observar glómeros con fenocristales de olivino y orto-piroxeno. Una descripción detallada de estas unidades Plio-Cuaternaria en el área de Jaraguay, fue realizado por Pallares et al. (2008).

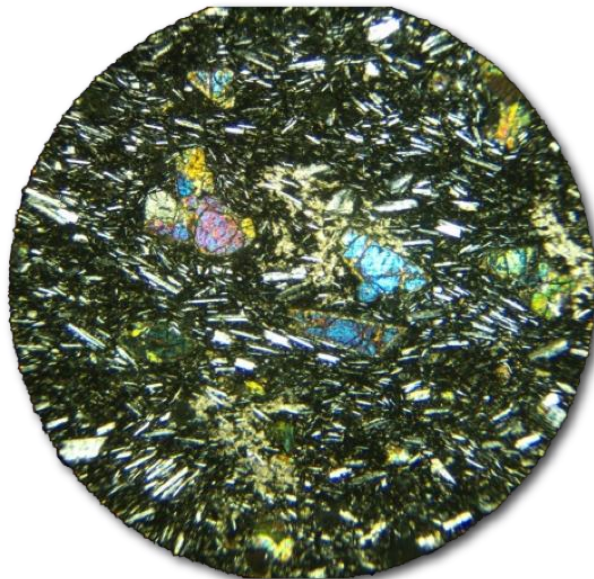


Fig. 22 Basalto porfírico de olivino y orto-piroxeno. Muestra JUN08-05U (Visto en luz polarizada y aumento de 25x).