

2. Trabajos anteriores

2. Trabajos anteriores

Existen unos informes escritos por los bucaneros en el siglo XIX del área estudiada, ante todo sus descripciones de los viajes entonces aventurados, sin embargo, éstos a veces incluyen también las informaciones sobre de la naturaleza y geografía del volcán Conchagua y sus alrededores, del Golfo, islas, pantanas en costas. Varios informes se dedican a la erupción del volcán Cosigüina, cuya actividad en 1835 casi provocó la crisis social y económica en la región. Artículos correspondientes archivados son de Squier (1860), Spurr (1901), Jameson (1836), Caldcleugh (1835) y otros, detalles de literatura véanse en Meyer-Abich (1956). Autores del presente informe estudiaron algunos documentos históricos del Archivo de SNET San Salvador.

Sapper (1923) dio la descripción bastante imparcial del Volcán Conchagua, en la relación con eventos sísmicos que con frecuencia habían ocurrido en el Golfo. El terremoto avisado en 1868 del Volcán Conchagua se manifestó por los derrumbes espontáneos de los bloques de lava meteorizada en laderas de la montaña acompañados por columnas del polvo cosa de que la población local pensaban de que se había regenerado la actividad volcánica. El autor descartó estas eventualidades y explicó la naturaleza de las disturbaciones. La actividad semejante en las islas en el Golfo en 1892 fue considerada de la erupción posible del volcán en Isla Conchagüita (Meyer-Abich 1956), no obstante, nuevos estudios no han confirmado esta teoría. Simkin et al. (1981) siempre considera la actividad volcánica histórica del Volcán Conchagua como „confuso“ y la de Isla Conchagüita „histórica“. Sin embargo, los autores de este Informe creen que tanto el señor Simkin como los co-autore apenas visitaron al área.

Mayer-Abich (1956) publicó un sumario de localización, carácter, conocimientos geológicos y actividad volcánica registrada hasta la fecha de la edición de su contribución.

Trabajos geológicos que se habían realizadfo en El Salvador en el transcurso del Siglo XX, sumalizó Weyl (1980). De la región del Este se presentan sólo los datos conseguidos por los Alemanes en los años setenta.

El mapa geológico del escala 1:100 000, resultado de los estudios alemanes (Wiesemann et al. 1978), ha sido el trabajo tanto único como primero de este tipo que existe en el país. La división litoestratigráfica se aplica en forma igual en todo el territorio salvadoreño, es decir, los nombres de formaciones volcánicas se utilizan tanto en la parte central del país como en el Departamento de Conchagua y en las islas.

Ilustración cartográfica de estos mapas es exitosa y muy clara, incluso la de patrón tectónico.

Los conocimientos del levantamiento regional publicó Wieseemann en 1975, donde dictó los datos antecedentes y propuso un esquema de la división litoestratigráfica de las formaciones geológicas del país.

Después de finalizar la misión geológica alemana el estudio regional en la parte no se continuaba. Eventos sísmicos en cercanías de la ciudad de La Unión en los años 90. revocaron unos estudios detallados por especialistas de entonces CIG (Marroquín 1991, Flores 1991). Varios datos publicados utilizó Baxter para sus mapas (1999, 2001).

3. Geografía

3. Geografía

La etapa 2003 del presente proyecto de mapeo geológico se realizó en el sector sureste de El Salvador, en la península de Conchagua, abarcando también. El área abarcó también las islas salvadoreñas Perico, Periquito, Martin Perez, Zacatillo, Conchagüita y Meanguera nubicadas en el Golfo de Fonseca.

Toda esta región revela morfológicamente un patrón bien expresivo, lo que ha sido el resultado de actividad tanto volcánica como tectónica y de erosión sucesiva. El área está situada dentro de la Depresión salvadoreña, aunque la limitación tectónica no puede identificarse bien (quizás el alineamiento tectónico casi E-O de la Sierra de Jucuarán puede comprender el límite sur del graben). El volcán apagado Conchagua (1157 m s.n.m.) y su gemelo El Ocotal (1231 m s.n.m.) sobresalen del todo el relieve y predominan a toda la península.

Al Norte del volcán se extiende unel área montañosa u ondulada, donde los cerros representan los remanentes de los volcánes antiguos, y las depresiones a veces tienen la disposición controlada por la tectónica regional. En el centro de esta región se ubica el volcán Juana Pancha (648 m s.n.m.), y al este cerca de los límites del área de trabajo están los cerros El Jiote (527 m s.n.m.) y El Bable (417 m s.n.m.).

Las depresiones de origen tectónico se rellenan con lagunas en las estaciones lluviosas y algunas retienen el agua todo el año. Estas lagunas son: El Pílon, Los Negritos o Maguigüe, Managuara y El Ciprés.

El área de estudio tiene los desagües del Río Agua Caliente o Managuara que drena hacia el Sur, y el desagüe del Río Los Encuentros que corre hacia al Norte. Varios cauces se convierten en ríos y riachuelos intermitentes durante la epoca de las lluvias. Los deltas de los ríos que desembocan en el oceano son cubiertos por manglares.

Mientras que la capital del departamento La Unión y su puerto Cutuco se sitúan en el Golfo, en la parte norte del área de estudio se encuentran el municipio San Alejo, pueblo que se encuentra rodeado de numerosos caseríos dispersos en toda el área. Hacia el sur de la ciudad de La Unión se localiza el pequeño y pintoresco pueblo de Conchagua.

La comunicación por tierra con el centro del país se realiza mediante la carretera principal CA-1 a San Miguel, y la Carretera litoral a Usulután. La infraestructura de toda la región esta siendo mejorada debido a la construcción del puerto nuevo de Cutuco y el consecuente desarrollo que tendrá la zona alrededor de La Unión.

Las islas del Golfo de Fonseca donde se realizó el estudio (Meanguera, Zacatillo, Conchagüita, Martín Pérez, Perico, Periquito) manifiestan un relieve bien expresivo, con elevaciones de hasta 500 m s.n.m, lo que da un aspecto montañoso. Puesto que las islas se encuentran cerca del centro de sistema tectónico dominado por fallas transcurrentes, la morfología es afectada por fallamientos de rumbo N-S ? y revela las depresiones y lomas de este rumbo (Conchaguita, Meanguera). La mayoría de las superficies de las islas se compone de coladas lávicas de andesitas basálticas.

La parte occidental del territorio estudiado colinda con la Sierra Jucuarán, que forma parte de la Cordillera costera. No obstante, la definición geológica, según los resultados obtenidos en el campo y de laboratorios, no es lo mismo.

4. Geología

4. Geología

4. 1. Ignimbritas basales

Probablemente las rocas más antiguas que afloran debajo de las secuencias del Volcán Conchagua y sus alrededores, han sido denominadas como Ignimbritas basales (Foto No. 33). Estas poseen una composición fragmentaria y manifiestan alta devitrificación y soldadura.

La ocurrencia más importante ha sido documentada en el segmento tectónico que se encuentra en la posición elevada al Sur del pueblo de Conchagua. Una posición inferior ocupan las ignimbritas silicificadas, laminadas, finas y de color gris, mientras que, en el orden ascendente, yacen depósitos de flujos piroclásticos bien soldados, aglomerados gruesos, con fragmentos de andesitas y escorias oscuras bien distribuidas en unidades sobre la base de cada flujo individual.

Las ignimbritas basales afloran en la costa Pacífica en la parte oriental de la península de Chonchagua entre las punta Chiquirín y El Cágano. Las rocas fueron documentadas entre Chiquirín y Playitas, en las puntas Los Palos y El Cágano. Aluviales provenientes de las mismas probablemente se encuentran también en la bahía Santa Ana al norte de Chiquirín.

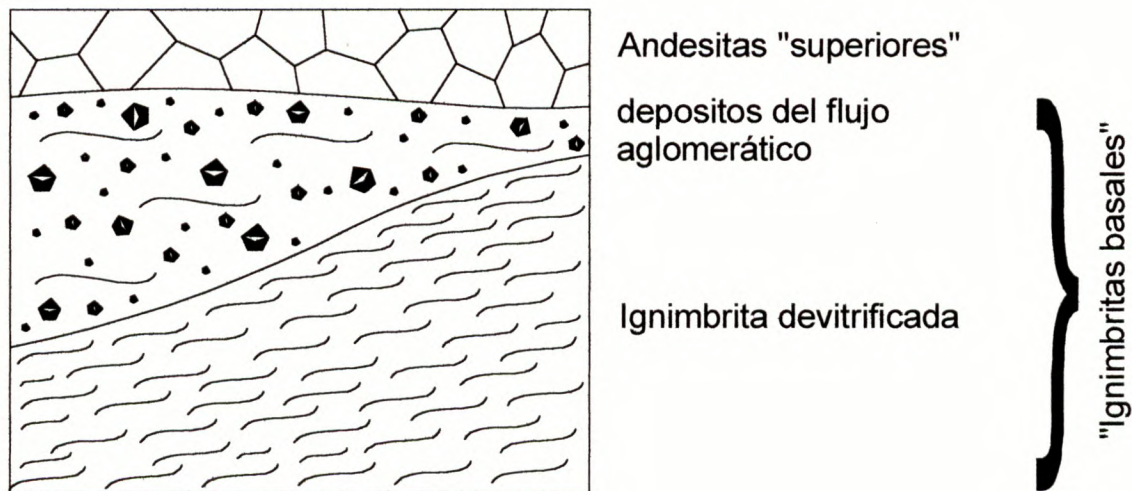
Entre estos afloramientos la mejor documentación fue conseguida en la parte de la costa de difícil acceso entre Chiquirín y Playitas (PdeR No. 354, Fig. No. 1). En la base yacen los depósitos soldados de flujos de composición riolítica (Tab. No. 1, anal. No. 354 A). Fragmentos originales de pómez de 5-8 cm de diámetro que por el efecto de achatamiento y dilatación forman fiammes colapsados que alcanzan longitudes hasta de 25 cm. Los fiammes presentan un color rojizo que facilita su identificación en la roca. La matriz fina de ceniza desvitrificada posee formas de deformación reomórfica que corresponde a la interacción de flujo plástico y la barrera (lábrica?) sólida (Foto No. 34).

Sobreyaciéndolas se encuentran las ignimbritas fragmentarias hasta aglomeráticas, bien soldadas, sin fenómenos de silicificación, de espesor variable. Fragmentos de andesitas escoriáceas de hasta 40 cm de diámetro, incluyendo fragmentos de andesitas de hasta 1 m, yacen en la matriz fina. Toda la secuencia está sobreyacida por flujos andesíticos „inferiores“, o „superiores“.

Un fenómeno geomorfológico interesante observado en la costa del macizo de Conchagua son las cuevas bien expuestas que pueden observarse mejor desde dentro del

mar. Su origen se debe al efecto de la erosión por oleaje sobre áreas debilitadas por el tectonismo local. Los techos de las cuevas en ignimbritas están bien soldadas y manifiestan buena solidez.

Fig. No.1. Ignimbritas silicificadas y depósitos de flujos piroclásticos aglomeráticos, debajo de las secuencias andesíticas. PdeR No. 354.



En la secuencia de ignimbritas podemos identificar fisuras y fallas de varias generaciones, incluyendo algunas antiguas que ya no penetran las secuencias sobreyacentes. Fallas de rumbo NNO-SSE en el flanco oriental del Conchagua se manifiesta en ignimbritas por medio de brechas tectónicas (Foto No. 34).

El problema de la correlación regional de la secuencia de ignimbritas basales es el origen de ellas. En todos trabajos anteriores , estas rocas no fueron separadas de la Formación Bálsamo, aún cuando su origen difiere del mecanismo de deposición de los flujos lávicos que en su mayoría componen la Formación Bálsamo. Quizás se pueda aceptar la correlación con las ignimbritas observadas en la base de la Secuencia estratovolcánica al sur de la Isla Meanguera, así como también en rocas de origen y litología muy parecida que afloran debajo de las secuencias volcánicas Pleistocenas, Holocenicas hasta Recientes de la Zona del Pacífico de Nicaragua, ante todo en áreas como el Volcán San Cristóbal (Hradecký et. al. 1999) y Managua-Masaya (de Vries 1993, Hradecký et al. 1998).

En las rocas estudiadas en el área de Conchagua se ha identificado la presencia de xenólitas de rocas más antiguas, en dos de los casos se trata de fragmentos de la misma composición que la roca encajante. En el flujo piroclástico del Grupo Ocotal (PdeR No. 25) se encontró una xenólita de diorita de grano grueso, con un contenido alto en titanita.

Cerca de Chiquirín, más bien se trata de xenólitas de andesita basáltica, muy alteradas, encerradas dentro de una andesita basáltica fresca. Análogamente, en PdeR No. 309 en la falda oriental del Ocotal el basalto olivínico encierra fragmentos de similar composición.

4. 2. Secuencia “Pozo”

Las rocas que afloran en unas pocas localidades en la parte occidental del área estudiada se dominaron “Secuencia Pozo”. Los depósitos piroclásticos se encuentran en contacto tectónico con los de la secuencia La Unión. Una falla pasa paralela a la Carretera litoral con rumbo N-S. El bloque tectónico al Oeste se encuentra en la posición elevada (véase el Mapa geológico).

A lo largo de la carretera los depósitos de esta secuencia se documentaron en los PdeR No. 59, 61 hasta 67. Se tratan de ignimbritas, piroclastitas de caídas con intercalaciones delgadas de lava. A veces los depósitos son cortados por diques de andesita (PdeR No. 67).

Las ignimbritas son de apariencia parecida a las que fueron identificadas también en tres localidades en el cauce del Río Managuara (PdeR Nos. 167, 239, 257) donde afloran debajo de las andesitas “inferiores”, además subyacen a las mismas andesitas en la cantera nueva o puesto de El Pilón. En todos estos lugares las rocas manifiestan una meteorización avanzada lo que significa que habían sido expuestas a la superficie, antes de que se depositaran las coladas lávicas.

Sin embargo, la secuencia está denominada según la excavación del pozo (PdeR No. 301) donde se consiguió obtener una muestra fresca. La ignimbrita de este lugar alterna con tobas arenosas. Fragmentos líticos en la roca medianamente soldada corresponden a basaltos, pómez, andesitas, en la matriz del color gris claro. La

composición es andesítica (Tab. No. 1, anal. No. 301). Siempre sobreyacentes están las andesitas “inferiores”.

Un afloramiento remoto de la misma roca fue documentado en la ribera del Río Maderas (PdeR No. 190). También ahí yace debajo de andesitas “inferiores”.

Las rocas de denominación problemáticas en las cercanías del pueblo Las Pitas (límites occidental del área) fueron agregadas también a la Secuencia. Se trata de tobas amarillas y blancas caolinizadas que sobreyacen los sedimentos coluviales. Los afloramientos están relativamente cerca de las ignimbritas “Pozo” documentadas en el PdeR No. 190.

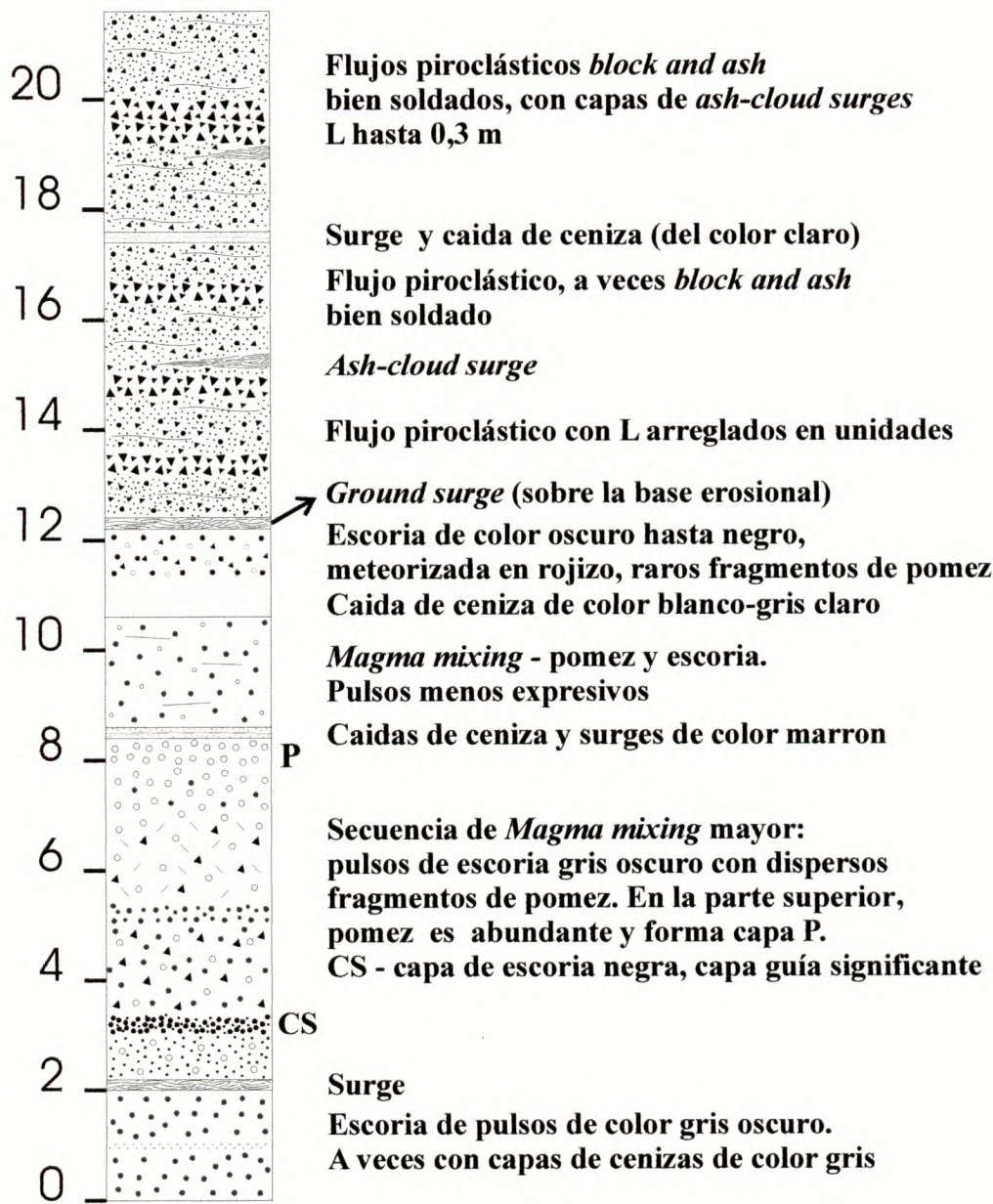
En excavaciones para la construcción de empalizada en el PdeR No. 172 (1 km al Sur del pueblo Cerco de Piedra) se descubrieron las tobas amarillas – blancas, desde finas hasta gruesas, con fragmentos líticos y de pómez de 2 cms de diámetro. Las relaciones son inciertas, y las tobas que en forma meteorizada afloran cerca de la excavación, pueden ser clasificadas tanto dentro de la Secuencia Pozo, como también en la Secuencia San Alejo.

4. 3. Secuencia La Unión

Una secuencia característica de rocas, distinguida por sus rasgos geológicos, volcanológicos y deposicionales ha sido denominado como Secuencia litológica La Unión debido a su ocurrencia en el área de estudio. Existen dos regiones donde se han encontrado estos depósitos. Una de estas se extiende cerca de la ciudad de La Unión de la cual obtuvo su nombre, hasta al Puerto Cutuco. Al noroeste esta expuesto bien al lado de la carretera hacia Los Mangos. La otra región se ubica dentro de la zona tectónica paralela a la carretera litoral en el centro del área de estudio, hasta las costas al Sur del Tamarindo. Una localidad aislada comprende el cono cinerítico El Naranjo cerca de la costa oceánica. Mientrás que las localidades hacia el norte del área de estudio afloran a una altura máxima de unos 50 m s.n.m. y más arriba son cubiertas por las "andesitas inferiores", las del centro ocupan el territorio de afloramientos más grande y alcanzan hasta 300 m s.n.m. Hacia al Este, secuencias del Grupo son cubiertas por escorias y lavas del Grupo Ocotal.

Una secuencia impresionante fue documentada en detalle en el PdeR No. 25 (véase Fig. No. 2, Foto No. 23), ubicado en Sitio La Arenera, al Oeste de Palo Blanco. Sin embargo, ni en este perfil, ni en otros afloramientos se observa una base estratigráfica.

Fig. No. 2.



El espesor del perfil alcanza unos 7 metros. Un rasgo típico es la alternancia de capas de composición básica y ácida respectivamente y su mezcla (probablemente producida por magma mixing) se denominaron como las Unidades parciales MM I, MM II en figuras. Mientras que en la parte inferior se presenta la dominancia de escorias pulsativas básicas acompañadas de pequeñas capas de ondas de ceniza, más arriba aparecen las unidades MM I y MM II, representadas por escorias de color gris oscuro hasta negro con frecuentes fragmentos de pómez blanca hasta de 10 cm de diámetro, a

veces arregladas en capas. El contenido de pómez generalmente disminuye hacia arriba, donde predominan escorias gruesas básicas y ceniza blanquecina.

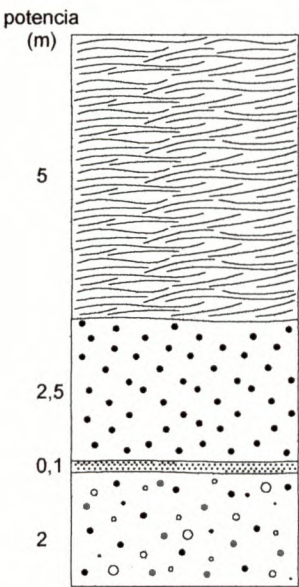
En la base de unidad MM II se ubica una capa de escoria negra (CS) que yace sobre de la superficie erosiva de escoria pulsativa precedente y representa la manifestación inicial de la penetración de un magma basáltico en la cámara magmática somera de magma de carácter ácido.

Las partes de la secuencia se observan también en varios lugares al este del PR descrito. Las escorias de color gris oscuro y negras con fragmentos de pómez manifiestan la gradación normal en el PdeR No. 27, o tienen la estratificación pulsativa. La gradación afecta sólo los clastos líticos (PdeR No. 29, Foto No. 24).

En los puntos PdeR No. 153 y PdeR No. 154 al Norte de La Arenera, las unidades MM exhiben un espesor hasta de 9 m y los fragmentos de pómez alcanzan hasta 15 cm de diámetro. Al sur de estos afloramientos, cerca de los PdeR No. 57 y 109 los depósitos del Grupo están cortados por una falla de rumbo N-S y, debido a la disturbación tectónica no aparecen más al sur, con la excepción ya mencionada del cono El Naranjo. El bloque tectónico al OE de la falla tiene una forma colapsada.

En la parte superior del perfil en el PdeR No. 109 (Fig. No. 3) ubicado 1 km al Este del Establo El Retiro, preponderan los depósitos de caídas gruesas de pómez (fragmentos entre 3 hasta 6 cm de diámetro), y bandas de escoria de origen freático. Las escorias pulsativas subyacentes tienen un espesor mayor a 2,5 m.

Fig. No. 3.



Secuencia freática:

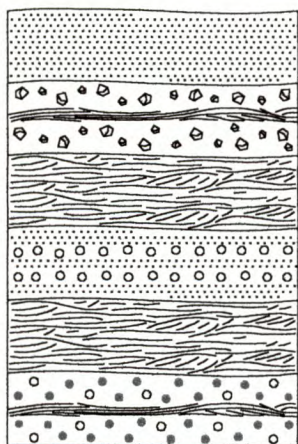
Depositos de ceniza de ondas piroclásticas (*ash-cloud surge*) alternan con caídas de escoria gris oscura y pómez blanquecina.

Debajo de capa delgada de ceniza gris, el horizonte de *magma mixing* se compone de escoria gris (predomina en la parte superior) y pómez blanca y rosada, gruesa, clastos hasta 10-15 cms.

Al pie suroeste del macizo El Ocote la capa de pómez de caída alcanza 2,5 m de espesor, con fragmentos de pómez de 2-3 cm y líticos de 1,5 cm en promedio. Esta capa yace sobre el horizonte de flujos piroclásticos duros, de grado de soldadura intenso. Fragmentos grandes de rocas volcánicas (por lo general 5 a 30 cm en diámetro) se concentran en unidades sobre la base de los flujos. Es posible, que estas rocas correspondan a las Ignimbritas basales o al Grupo piroclástico „Pozo“. La posición tan levantada puede demostrar los movimientos tectónicos de la zona.

Muy interesante es la posición de rocas producto de „magma mixing“ en el cono cinerítico El Naranjo cerca de la costa Pacífica (PdeR No. 40, Foto No. 28). La secuencia está bien expuesta por la existencia de una cantera antigua que ha cortado hacia el interior del cono. Capas de depósitos piroclásticos buzan generalmente al exterior en forma periclinal. Las erupciones del volcán, supuestamente monogénico fueron de naturaleza freatomagmática ya que los depósitos de ondas tipo base surge se repiten, alternandose con capas de escorias tanto negras como grises y de pómez color blanca (Fig. No. 4, Foto No. 29). Cenizas finas color amarillo forman una bandas y capas en la secuencia. La abundancia de hojas, tallos de plantas fosilizadas y conos de árboles coníferos hacen suponer que fueron depositados en agua somera o pântano. Los hallazgos nuevos fueron estudiados por el Prof. Kvaček de la Universidad Carolina de Praga. Su evaluación paleobotánica preliminar se presenta en el Informe en el capítulo 3.3.1. . Según los resultados de estos estudios, los cuales determinan que se tratan de materiales del Plioceno, la edad de los depósitos es también del Plioceno, por lo tanto esta edad tambien ha sido aplicada al resto del Grupo La Unión.

Fig. No. 4.



El carácter pulsativo freático de piroclastos, Maar El Naranjo:

Alternación de caídas de escorias y pómez en horizontes de *magma mixing*, depositos finos de *base surge*, y piroclastos gruesos de secuencia de maar. En cenizas finas (facies distales de caídas) se encuentran residuos de plantas fosilizadas.

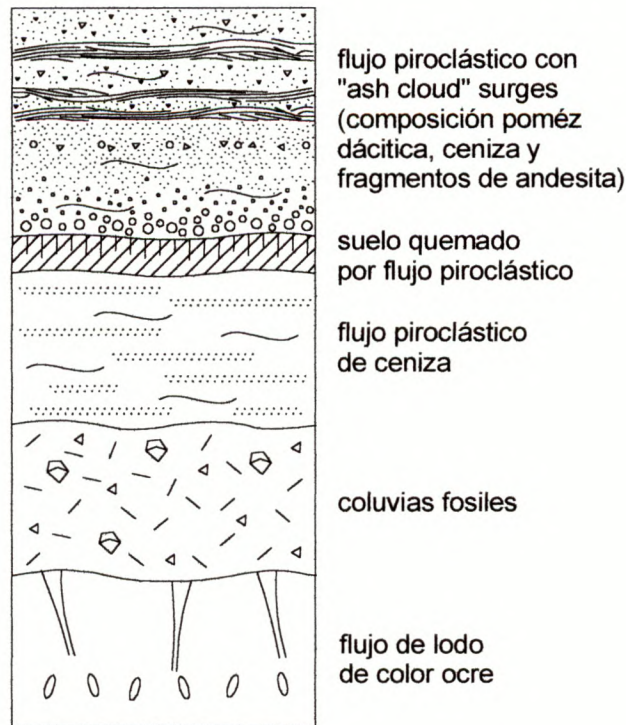
En la región alrededor de la ciudad La Unión la secuencia estuvo bien expuesta en los cortes de la carretera reconstruida (PdeR No. 101) lamentablemente todo el material friable fue extraído durante el proceso de construcción. La situación original se ilustra en la Foto No. 25 y 26.

En la base del perfil se encontraba una capa irregular de gravilla semi-gruesa, friable, con estratificación cruzada, del material predominantemente andesítico-basáltico (Foto No. 27). Esta deposición puede ser clasificada como sedimentos producidos por actividad fluvial periódica. Sobreyaciendolos se observa la deposición de un flujo de lodo, que contiene abundantes tubos de desgasificación. Estas formas se producen en flujos relativamente fríos que encierran grandes volúmenes de vapor que escapa verticalmente después de depositarse el material. Numerosas localidades con características similares han sido observadas durante los trabajos de campo.

Sobre el flujo de lodo se observa un horizonte de paleosuelo y más arriba, una capa de pómez de caída. Un canal de drenaje corta abruptamente los depósitos, relleno por gravilla fluvial (Foto No. 26). Depósitos similares han sido documentados también en los puntos PdeR Nos. 158, 159, 160, 51, 54. Siempre se trata de combinaciones de gravillas fluviales, pómez de caída y flujos de lodo.

Dos estratos de flujos piroclásticos ácidos afloran en el PdeR No. 52 ubicado en vecindad de Este de la ciudad La Unión. El material consiste de ceniza de pómez, entre los dos flujos yace una banda de arcilla roja (Fig. No. 5). Fragmentos de pómez se encuentran en depósitos epiclásticos, fluviales y de flujos de lodo.

Fig. No. 5.



En las partes periféricas de los afloramientos descritos se observa la predominancia de depósitos epiclásticos, tal como están expuestos en la pequeña cantera en PR No. 151, ubicada al Sureste de La Unión. En ese sitio como en un afloramiento en el Puerto Cutuco, existen canales erosionales rellenos por acumulaciones de cenizas blancas redepositadas, tobas friables de contenido variable de pómez y depósitos deluviales con bloques de andesitas hasta de 0,7 m de diámetro. La superficie está formada por lavas meteorizadas del volcán Conchagua (Fig. No. 6 y 7).

Los depósitos piroclásticos y epiclásticos del Complejo La Unión no ha sido definidos anteriormente, todos los afloramientos del material pertinente fue evaluado por Wiesemann (1975) como Formación Cuscatlán. Sin embargo, según nuestra opinión este grupo representa eventos tanto volcánicos como subsecuentes de gran importancia. En la parte central del área estudiada, los depósitos de composición de magma mezclado definen un evento, cuando el magma básico comenzó a introducirse a la superficie e inició el periodo regional de volcanismo andesítico-basáltico. Según los datos nuevos la composición química de los miembros extremos de las unidades MM son basalto y dacita (Tab. No. 1, anal. No. 25 y 154). Las secuencias de La Unión no corresponden a

la posición estratigráfica ni al tipo volcanológico de la región de San Alejo, dónde existen las acumulaciones potentes del material ácido.

Afloramientos del Complejo La Unión en la parte central de la región fueron condicionados por movimientos tectónicos y por la erosión sucesiva en las depresiones formadas. Por otro lado, los equivalentes del Complejo en las cercanías de la ciudad de La Unión presentan la mayoría del material redepositado, lo que revela periodos de erosión y transporte múltiples, a menudo con rasgos de alta energia, quizás la consecuencia de movimientos tectónicos. De todos modos, este material friable e inestable de origen complejo, se encuentra en las cercanias de la ciudad así como del Puerto Cutuco y debe de ser evaluado con precaución en cualquiera construcción futura.

Fig. No. 6 y 7

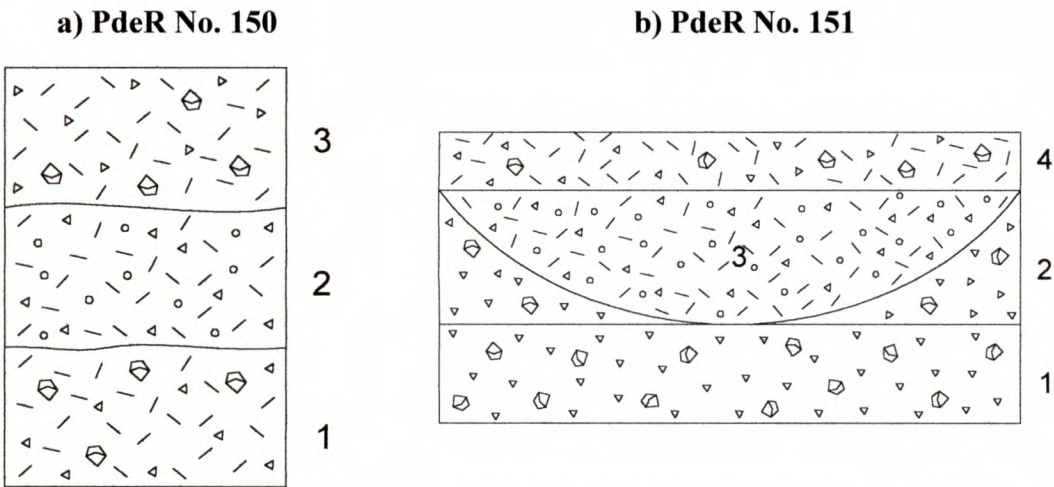


Fig. **a**: la base de la sección se compone de sedimentos gruesos de coluvio (1), más arriba (2) yacen depositos redepositados de ceniza y pómez blanca y amarilla (fragmentos de pómez hasta 4 cm) y de escoria oscura. Deluvio del color rojo noc fragmentos de andesitas forma la parte superior de la sección (3).

Fig. **b**: en la base de la sección yacen los depositos gruesos de flujos de lodo, con bloques de andesitas hasta 0,7 m del diámetro. (1). Relleno del canal (3), de 4 mts de espesor, corresponde al horizonte (2) en Fig. **a**. La capa subyacente es igual como en fig. precedente.

Esto significa que depositos potentes y gruesos, formados por mezcla del material epiclástico y coluvial fueron transportados en laderas inclinadas en forma de flujos de lodo, del efecto tanto erosional como deposicional.

4. 3. 1. Residuos paleobotánicos

Debido a que el área de estudio se compone principalmente de rocas volcánicas, no existen muchas posibilidades para la preservación de fósiles. Sin embargo, lugares, donde cenizas finas caen en aguas someras o pantanos representan ambientes generalmente favorables para la preservación de residuos de plantas o huesos. En El Salvador se conocen restos de fauna y flora en depósitos de diatomitas en el río Sisimico pertenecientes a la Formación Cuscatlán (Schmidt-Thomé in Weyl 1980).

En el área estudiada no se han encontrado fragmentos de madera carbonizada lo cual se podría esperar en depósitos piroclásticos, sobre todo en flujos. Sin embargo podemos definir cuatro lugares donde se han documentado y recolectado fragmentos u hojas enteras preservadas en tobas finas. Estos son los siguientes:

- 1) punto de referencia No. 131. En la parte sur de una loma ubicada en el sitio La Haciendita, unos 2 kms al Suroeste del centro volcánico Juana Pancha, descubrimos algunos fragmentos de hojas mal preservadas, en una capa de ceniza fina de 15 cm de potencia
- 2) punto de referencia No. 52 - ciudad de La Unión. Aquí, en la superficie del suelo fósil enterrado por un flujo del lodo se preservaron fragmentos de hierba que podrían indicar un ambiente pantanoso.
- 3) punto de referencia No. 44.

En la Playa Canchera, al Noreste de Tamarindo, en un horizonte de flujo de lodo se preservaron varios fragmentos de vegetación, sobre todo ramas de árboles y hojas muy mal preservadas. También se observó un fragmento del tronco de una especie de palma. Todos los restos fueron fosilizados por los óxidos de Fe y Mn, por lo tanto, no poseen carbón libre necesario para análisis radiométrico.

- 4) Flora bastante bien preservada y rica fue descubierta en una cantera abandonada en la lomita El Naranjo, 2 kms al ESE de Casería Playas Negras, próximo a las playas. En las paredes afloran bastante bien la secuencia de productos piroclásticos de la Secuencia La Unión, con manifestaciones de „magma mixing“, con surges y pequeños flujos piroclásticos con abundancia de grandes bloques de lava. En base a esta secuencia se supone que la localidad puede ser considerada como un antiguo maar con la posterior formación de una laguna somera de limitada extensión.

En una capa de cenizas finas de potencia 0,7 – 1,0 m en la parte interior de la secuencia se observan restos de hojas y cavidades, que en el pasado contenían conos de pinos.

La colección de hojas y conos fue estudiada por el Prof. Z. Kvaček de la Universidad Carolina de Praga. Estudios semejantes sobre esta problemática han sido realizados en México, Costa Rica y otros países de la región (Berry 1917, 1921, 1923). Como menciona Morley (2000), en estos casos de hallazgos microfósiles sería útil realizar un estudio palinológico, que contribuyó en otros países de América Central con datos muy valiosos.

El material estudiado se encuentra totalmente oxidado y la anatomía epidermal de las hojas está oxidada de tal manera que no se puede estudiar ni por luz transmitida para la película de colodio. Por esta razón no hay posibilidad de determinar la pertenencia sistemática de los restos, porque las hojas tienen la morfología bastante monótona. Los restos se depositaban irregularmente, en algunas ocasiones deformadas, pero los nervios se preservaban bien. Este tipo de fosilización indica transporte de los restos por viento o por pequeños flujos de lodo.

Los fósiles fueron estudiados con microscopio binocular. Las cavidades con impresiones de conos de pinos fueron, primero, fijadas por pegamento Hercules y después llenadas con masa dental Dentaflex Solid con el propósito de obtener los moldes que ayudaron a identificarlas. La documentación fotográfica fue hecha con cámara digital Nikon Coolpix 4300.

Fue determinada la flora siguiente:

Pinaceae

Pinus (sect *Trifoliis* subsect. *Oocarpe* vel *Ponderosa*) sp. Debido a que los pinos no se preservaron en completo, no existe la posibilidad de determinar los géneros de ellos. Para esto también debemos conocer el tipo de las semillas y de la pinocha. Según el Atlas de pinos europeos, este pertenece al subgénero *Pinus* (sin. *Diploxylon*) y al grupo *Trifoliata*. En comparación con los pinos actuales de El Salvador, los restos de fósiles son parecidos, pero más grandes, a genera recientes *Pinus pseudostratus* Lindl. y *Pinus maximinoi* H. E. Moore.

Leguminosae

Leguminosites spp.

Este material muy fragmentado pertenece seguramente al haba (Leguminosae). Las hojas de este tipo se encuentran con frecuencia dentro de subfamilia Papilionidae, pero sin conocimiento de la anatomía es difícil determinar el género.

Leguminosae es una de las familias más ampliamente distribuidas en el área del Caribe y tiene cientos de especies que crecen bajo varias condiciones. Hasta ahora se han reconocido 31 géneros fósiles dentro de esta familia, pero probablemente el número sea más bajo, porque algunos son documentados solamente con restos frágiles. Pero hasta ahora una revisión moderna hace falta. Una colección bastante parecida, pero sin pinos, es conocida en las tobas del Plioceno superior en Potosí, Bolivia. Algunos tipos de esta colección fueron determinados como generos Cassia, Caesalpina etc. (vea Berry 1917). El espectro de los géneros más amplio y seguro puede ser conseguido mediante un análisis palinológico (Graham 1992). Hasta ahora no existen datos publicados sobre Leguminosae en el territorio salvadoreño, existen datos de Panama, Costa Rica, México y las islas del Caribe, donde han sido comparados con los géneros Crudia, Bauhinia, Acacia, Mimosa, Caesalpinia, Calliandra, Desmanthus, Erythrina, Canavalia, Drepanocarpus, Seucaena, Mucuna, Pterocarpus, Swartzia.

Dicotyledonae fam. inc.

Dicotylophyllum sp. 1

Se acostumbra a definir las hojas como Sideroxylon L. (Sapotaceae), pero en esta ocasión la preservación de las hojas encontradas no es suficiente para una determinación segura.

Dicototylophyllum sp. 2

Se encontró una sola hoja que es parecida un poco a la especie reciente Caesalpinia yukatanensis Greenm.

Dicotylophyllum sp. 3

Se identificó una hoja de tipo lauro, que no se puede determinar más detalladamente por la falta de su anatomía.

El ambiente en el cuál se preservaron los restos de las hojas encontradas fue una mezcla de bosque conífero y frondoso deshojado. El morfotipo de las hojas pertenece

predominante a las Leguminosae. Las coníferas son representadas por pinos. Generalmente, en la América Central este tipo de bosque cenozoico crecía en un clima un poco más seco o en condiciones montañosas. El pino es típico de lugares abiertos al sol y no puede existir dentro de una selva húmeda. El bosque frondoso de este tipo puede crecer en las condiciones climáticas tropicales, iguales como existen en este momento. Pero los pinos actuales crecen solamente en las montañas y el sitio donde se encontraron los fósiles, El Naranjo, está ubicado cerca del mar. Podemos entonces suponer, que temperatura era en aquel tiempo más baja. Una disminución de temperaturas en América Central ha sido documentada por residuos paleontológicos manifestándose durante el Plioceno superior y Pleistoceno (Graham 1992). El crecimiento de los pinos en la costa probablemente documentan este evento en la zona de estudio. En base a esta información es probable que la edad de los depósitos del cono cinderítico y maar de El Naranjo, clasificado dentro de la Secuencia La Unión, tenga esta misma edad.

4. 4. Andesitas

Las acumulaciones de flujos y coladas de lava de múltiples generaciones dominan todo el territorio estudiado. Sus fuentes volcánicas fueron los volcanes, hoy profundamente erosionados, como Cerros Juana Pancha, Montoso, Bobadillo y, ante todo, el macizo volcánico de Conchagua.

En el presente estudio, los flujos se dividen en „andesitas inferiores“ y „superiores“. Basado en su composición química, se trata de andesitas basálticas hasta basaltos (según los diagramas de Cox y TAS, véase capítulo Geoquímica, Tab. III/ Fig. Nos. 3, 4). De los datos obtenidos por análisis químico (Tab. No. 1, anal. Nos. 112, 155, 208 resp. 30, 139B, 381) se puede observar cierta diferencia en contenido de alcalis entre ambos grupos – las „andesitas inferiores“ son más ricas en Na_2O y K_2O que las „superiores“. No obstante, otras diferencias en contenido de óxidos o elementos no han sido tan evidentes.

En el campo las andesitas se distinguen según el grado de meteorización, aunque esto sea algo subjetivo, así como el avance de la caolinización de las plagioclasas, observada por medio de microscopio.

Las andesitas tienen un color predominante gris a gris oscuro. En caso de ser afectadas por meteorización y desintegración en bloques semiredondos y detrito, el color cambia a beige, rojo hasta violeta. La desintegración laminar se presenta en varias localidades.

Estas rocas poseen una textura porfídica, con fenocristos de plagioclasas (An 40-60), clinopiroxenos, magnetita y un poco de olivina. La matriz es predominantemente microcristalina, con pequeñas columnas de plagioclasas, piroxenos, con granos de magnetita y vidrio.

Dentro de la secuencia de „andesitas superiores“ se demarcó la facie de rocas con alto contenido de ortopiroxenas (Tab. III/Fig. Nos. 1,2). Generalmente, estas rocas se manifiestan tanto como de granos finos hasta afaníticas, como con cristales grandes y abundante porosidad. El tamaño de los fenocristales es variable.

El problema inmediato es la relación entre las dos andesitas. La correlación precisa se dificulta en la mayoría de áreas estudiadas. Los contactos en el mapa geológico se dibujan como supuestos. La división es artificial, y se aplicó en lugares donde faltan otras rocas que separan los dos grupos. Así, en la parte norte del área de estudio las acumulaciones piroclásticas dacíticas de la Secuencia San Alejo se insertan entre los dos grupos. En todo el área de estudio, capas de arcillas hasta lateritas generadas por laterización de andesitas y basaltos indican los contactos entre múltiples flujos lávicos.

En el centro del área se encuentran pequeños conos cinderíticos de escoria basáltica, situados sobre líneas tectónicas de rumbo N-S y NE-SO. En el macizo volcánico Cero El Tihuilotal al norte de la Laguna de los Negritos, esta zona tectónica está acompañada por mineralización secundaria representada por cuarzo, ópalo y yeso cristalino. Esta mineralización probablemente fue generada por procesos hidrotermales antiguos.

Es cierto que la parte de los dos grupos de andesitas así denominados está formada por los flujos lávicos de los volcánes Conchagua y El Ocotal. Sin embargo, por razones cartográficas y de expresividad geológica, dichos grupos se separan con contactos aproximados que se identifican por medio de líneas rayadas.