

NEOTECTONICA DE LAS FALLAS DE BOCONO, VALERA, TURAME Y MENE GRANDE

La presente excursión se apoya parcialmente en investigaciones llevadas a cabo en el marco de un contrato de estudio entre FUNVISIS e INTEVER.

Agradecimiento para A. Singer, C. Beltrán y M. Lugo, por su participación en distintas fases del trabajo original.

1. INTRODUCCION

La presente excursión permitirá observar las deformaciones cuaternarias producidas por la actividad de las fallas de Boconó, Valera, Tuñame y Mene Grande, en el sector definido por las figuras la 1a y 1b. Tales accidentes son muy diferentes los unos de los otros, tanto por el tipo de movimiento sufrido, como por la velocidad de deformación, el contexto tectónico y la exposición climática.

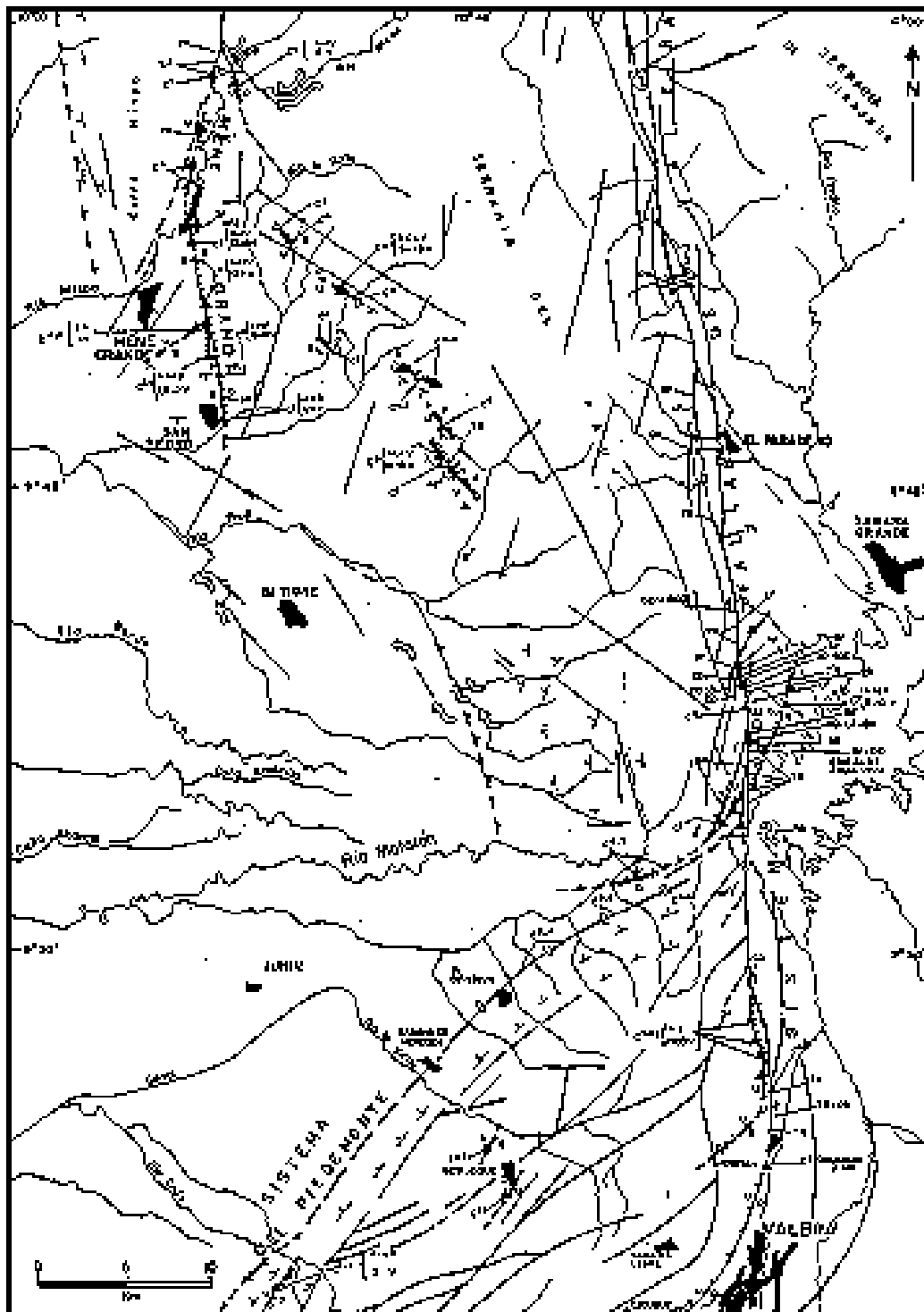
Las fallas de Boconó y de Valera son transcurrentes, dextrales y sinestrales respectivamente. Pero el accidente de Valera, en su sector más activo, tiene una velocidad aproximada diez veces menor que la de Boconó. Esta última constituye el límite principal entre las placas del Caribe y de América del Sur, alcanzando una velocidad del orden de 9 mm/año, en el sector recorrido por la excursión. A diferencia del accidente de Boconó, el de Valera presenta también grandes variaciones de velocidad y de ángulo de la estría a lo largo de su trayecto, y se observará en condiciones climáticas muy variadas.

La falla de Tuñame y la de Mene Grande registraron movimientos esencialmente verticales en los tramos recorridos en la excursión; pero sus velocidades son respectivamente de 0,5 a 1 mm/año y de 0,05 mm/año. La exposición climática de ambas fallas es también drásticamente diferente.

2. LA FALLA DE BOCONO

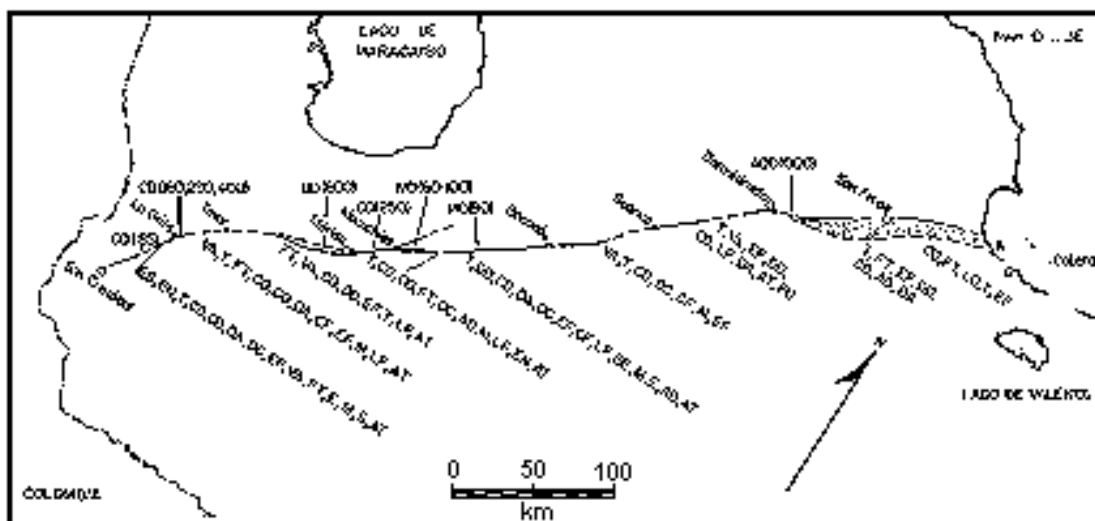
La zona de falla de Boconó, uno de los rasgos geotectónicos más importantes de la parte noroccidental de América del Sur (Fig. 2), se caracteriza morfológicamente por una alineación de valles y depresiones lineales (cuencas de tracción), orientados aproximadamente en dirección N45°E. Se extiende por más de 500 km entre la depresión del Táchira (al sur de Cordero) y el Mar Caribe (área de Morón, Edo.Carabobo), cruzando

en forma oblicua a los Andes merideños y cortando el extremo occidental de las Montañas del Caribe (Cordillera de la Costa y Serranía del Interior). A lo largo de toda su extensión, se observan una o varias trazas activas, denominadas falla de Boconó, la cual se caracteriza por escarpas de falla, canales fluviales desplazados, la gunas de falla, lomos de falla y otros rasgos geomorfológicos típicos de fallas rumbo-deslizantes. El desplazamiento actual y pasado a lo largo de esta zona de falla ha sido motivo de gran controversia.



EVIDENCIAS DE ACTIVIDAD CUATERNARIA AL NORTE DE VALERA

NEOTECTONICA DE LAS FALLAS DE BOCONO, VALERA, TURAME Y MENE GRANDE



EXTENSION DE LA FALLA DE BOCONO MOSTRANDO LOS RASGOS NEOTECTÓNICOS PRINCIPALES. LAS AREAS SOMBRADAS REPRESENTAN CUENCAS DE TRACCION. LAS LETRAS REPRESENTAN LOS RASGOS MORFOLÓGICOS NEOTECTONICOS (EN ORDEN DE ABUNDANCIA DECRECIENTE DE IZQUIERDA A DERECHA) HALLADOS EN CADA UNO DE LOS SEGMENTOS DE FALLA ENTRE LAS POBLACIONES INDICADAS. LOS SIMBOLOS ASOCIADOS CON NUMEROS REPRESENTAN RASGOS NEOTECTONICOS CON DESPLAZAMIENTO RUMBO-DESGLIZANTE HACIA LA DERECHA MEDIDO, EN METROS. SIMBOLOS: AD:ALUVION DESPLAZADO; AT: AGUAS TERMALES; CD: COLINA DESPLAZADA; CF: CIENAGA DE FALLA; DA: DEPRESION ABIERTA; DC: DEPRESION CERRADA; DD: DRENAJE DESPLAZADO; E: ESPEJO DE FALLA; EE: ESPEJO DE FALLA ESTRIADO; EF: ESCARPA DE FALLA; EN: ENTALLADURA; ES: ESCALON DE FALLA; FU: FUMAROLA; FT: FACETA TRIANGULAR; LF: LAGUNA DE FALLA; M: MILONITA, ROCA CARACLASTICA O HARINA DE FALLA; MD: MORRENA DESPLAZADA; S: PASO DE MONTAÑA EN FORMA DE SILLA; T: TRINCHERA DE FALLA; VA: VALLE ALINEADO.

Emile ROD (1956a) fue el primero en describir y nombrar a la falla de Boconó, la cual consideró como una falla rumbo-deslizante hacia la derecha, y como parte de un sistema de fallas de este tipo en Venezuela septentrional: las fallas de Oca, Boconó, Morón y El Pilar. Desde entonces, otros autores han descrito aspectos geológicos de la falla de Boconó. La Tabla 1 resume sus conclusiones principales con respecto al desplazamiento rumbo-deslizante. Los informes iniciales (ROD, 1956a; ALBERDING, 1957; Von der OSTEN y ZOZAYA, 1959; BUSHMAN, 1959) generaron gran controversia con respecto a la naturaleza de la falla de Boconó, en parte porque es la mejor conocida de las tres grandes zonas de falla de Venezuela y por eso existen más datos sobre ella. Para resolver esta controversia, la Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo celebró una mesa redonda (ROD *et al.*, 1958) para discutir todos los indicios del desplazamiento a lo largo de la falla. Las conclusiones principales de esta mesa redonda, las cuales todavía son válidas en gran parte, fueron: 1. la falla de Boconó tiene una expresión topográfica muy pronunciada y en la mayor parte de su extensión es una zona de falla y no una falla individual; 2. su longitud es de aproximadamente 425 km (para 1958. Nota del autor), paralela a la parte central de los Andes merideños; 3. el movimiento a lo largo de la falla se refleja en el contraste litológico a través de ella, o por desplazamiento vertical de una misma formación; 4. el desplazamiento de rumbo hacia

la derecha se refleja en su efecto sobre rasgos pleistocenos; 5. el rumbo de la falla frecuentemente es desplazado por fallas oblicuas; 6. la edad de la falla varía (según cada autor) desde el Cretáceo Tardío al Reciente; 7. el plegamiento adyacente es, en general, paralelo a la falla; y 8. en casi toda su longitud han ocurrido sismos recientemente.

ROD et al. (1958) postularon tres tipos de desplazamiento (o sea, tres tipos de falla): rumbo-deslizante, normal y una combinación de ambos. CLUFF y HANSEN (1969), en un extenso informe sobre la falla de Boconó, demostraron que esta falla tiene todas las características de una falla rumbo-deslizante.

Algunos autores han postulado un desplazamiento principalmente vertical o normal a lo largo de la falla de Boconó. SCHUBERT (1968) describió la falla en la región de Santo Domingo y halló indicios de desplazamiento vertical, formando fosas y pilares tectónicos. GRAUCH (1975), basado en la continuidad a través de la falla de la isógrada de la silimanita (Formación Sierra Nevada, Precámbrica) en la región de Mucuchíes, postuló un desplazamiento principalmente normal. SHAGAM (1972, 1975) consideró que la falla de Boconó era una extensa fosa tectónica post-Paleozoica, a lo largo de la cual ocurrieron desplazamientos verticales importantes, asociados al levantamiento e inclinación de los Andes merideños durante el Terciario Tardío y el Cuaternario. GIEGENGACK et al., (1976) hallaron indicios de ambos tipos de desplazamiento, rumbo-deslizante

Tabla 1. Resumen de las mediciones del desplazamiento rumbo-deslizante hacia la derecha en la falla de Boconó

Fecha	Desplazamiento	Indicador
Bud (1955)	39 km 80-100 m	Distancia desplazada ¹ Morteros pleistocenos desplazados
Alberdi (1957)	65 km 45 km	Asimetría en rocas precámbricas-paleozoicas ¹ Bosque cretáceos desplazados ¹
Von der Borch & Soriano (1957)	50 km	Contraste metamórfico y litológico ¹
Burkman (1959)	30 km	Contraste metamórfico y litológico ¹
Salazar & Rodríguez (1968)	10-37 km 9 km	Rocas precámbricas desplazadas ¹ Rocas cretáceas desplazadas ¹
Gluf & Mansun (1969)	93 m 1-50 m	Morteros pleistocenos desplazados Bosques post-glaciales desplazados
Schubert & Sifontes (1970)	62-69 m	Morteros pleistocenos desplazados
Hatzenf (1971)	15-75 km	Asimetría en rocas precámbricas-cretácicas ¹
Giepengack & Grauch (1972)	100-250 m	Morteros pleistocenos desplazados
Stephan (1977)	100 km	Contraste frontal desplazado ¹
Edgón (1978)	68 km 40 km	Contraste frontal desplazado ¹ Bosques igneo-metamórficos desplazados ¹
Schubert (1980a)	60-80 m	Morteros pleistocenos y bosques desplazados
Schubert (1980b, 1983, 1984)	7-9 km 2-4 km 60-75 km	Formación de cuencas de tracción de La González Formación de cuencas de tracción de Mucuchíes Formación de cuencas de tracción de Yaracuy
Schubert (1982)	120-1000 m 100-400 m 70-1800 m 120-600 m	Aluvión desplazado Cerro desplazado Loma de Lailla (glutocidica) Bosque desplazado

Desplazamiento normal

hacia la derecha y vertical o normal, durante el Cenozoico Tardío. WEINGARTEN (1977) describió un paleosuelo (oxisol) a elevaciones de 1200 a 2200 m sobre el nivel del río Chama, en la cuenca de La González (al sur de Mérida), al cual interpretó como levantado muy por encima de la elevación a la cual se formó (aunque MALAGON, 1982, aporta datos sobre la génesis de suelos en los páramos que en parte invalidan esta interpretación). Finalmente, SCHUBERT (1980b, 1983, 1984) postuló la existencia de cuencas de tracción (pull-apart basins), tales como las cuencas de La González, Mucuchíes y Yaracuy, a lo largo de la zona de falla de Boconó, rellenas con sedimentos cuaternarios, las cuales se caracterizan por desplazamientos normales grandes; estas cuencas están separadas por zonas de falla angostas y con desplazamiento principalmente rumbo-deslizante hacia la derecha.

El efecto del desplazamiento a lo largo de la falla de Boconó sobre los rasgos pleistocenos fue estudiado recientemente por SCHUBERT y SIFONTES (1970, 1972), GIEGENGACK y GRAUCH (1972a, 1972b), GIEGENGACK *et al.* (1975), y SCHUBERT (1980a, 1981, 1982). Estos autores describen rasgos geomorfológicos desplazados en las cuencas altas de los ríos Chama, Santo Domingo y Aracay.

Entre estos rasgos se encuentran morrenas laterales desplazadas, las cuales pertenecen al último estudio de la Glaciación Mérida (SCHUBERT, 1974) del Pleistoceno Tardío. Las determinaciones de edad radiocarbónicas (SCHUBERT, 1970; SCHUBERT y SIFONTES, 1970; GIEGENGACK y GRAUCH, 1976; SALGADO-LABOURIAU et al., 1977) sugieren que estas morrenas tienen una edad mínima de 13.000 años C-14 A.P., y una comparación con regiones adyacentes del norte de América del Sur, sugieren una edad máxima de 18.000 años A.P. El desplazamiento rumbo-deslizante hacia la derecha observado varía entre 60 y 100 m desde que los glaciares se retiraron de su posición terminal, y 250 m desde que el glaciar del valle de la quebrada La Mucuchache llegó a su posición terminal por primera vez (GIEGENGACK y GRAUCH, 1972b). Basado en estos datos, la velocidad del desplazamiento rumbo-deslizante puede calcularse entre un máximo de 5 y 9 mm/año y un mínimo de 3 y 6 mm/año, suponiendo que el desplazamiento es constante y no esporádico.

La actividad sísmica de los Andes merideños fue analizada por FIEDLER (1970, 1972), quien sugirió que esta actividad puede subdividirse en dos períodos: antes y después del sismo de 1812. La frecuencia de sismos parece haber aumentado después de ese evento, pero la energía liberada no cambió. Raúl ESTEVEZ, en una conferencia presentada en la XXX Convención Anual de AsoVAC en Mérida, demostró que el número de sismos con magnitud mayor a 5, entre 1610 y 1945, era significativamente mayor en los extremos noreste y suroeste de la falla de Boconó (sugiriendo una mayor actividad en los extremos, posiblemente debido al amortiguamiento del desplazamiento) y que la profundidad focal hacia los extremos era de aproximadamente 30 km y en la parte central de la falla, de aproximadamente 15 km. La sismicidad de la falla de Boconó fue estudiada en detalle por DEWEY (1972) quien, con base en el análisis de "movimientos iniciales" (first motion), demostró que el desplazamiento a lo largo de ella es consistente con un desplazamiento hacia el este de la placa del Caribe, con respecto a América del Sur, así como también de que el contacto entre ambas placas está localizado parcialmente a lo largo de la falla de Boconó (MOLNAR y SYKES, 1969; SCHUBERT, 1970, SCHUBERT y SIFONTES, 1970). De acuerdo con DEWEY (1972), este contacto incluye a la falla de Boconó desde el Plioceno (aproximadamente hace 5 millones de años). La orientación transversal de la falla de Boconó con respecto a la cordillera, así como el hecho de que corta provincial geológicas y tectónicas distintas, es indicio de que esta falla es una estructura externa a los Andes y de que ella se incorporó al límite en el Terciario Tardío. La Fig. 3 muestra la sismicidad histórica de la falla de Boconó, según una compilación de CLUFF y HANSEN (1969).

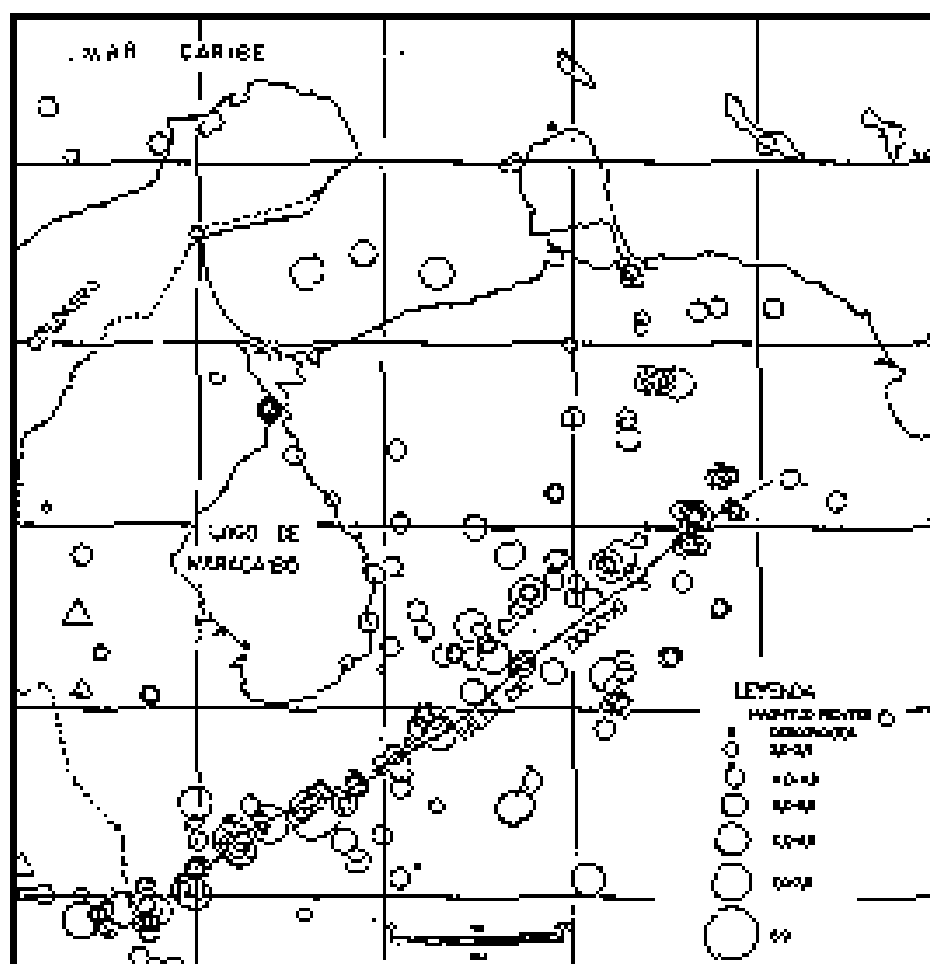
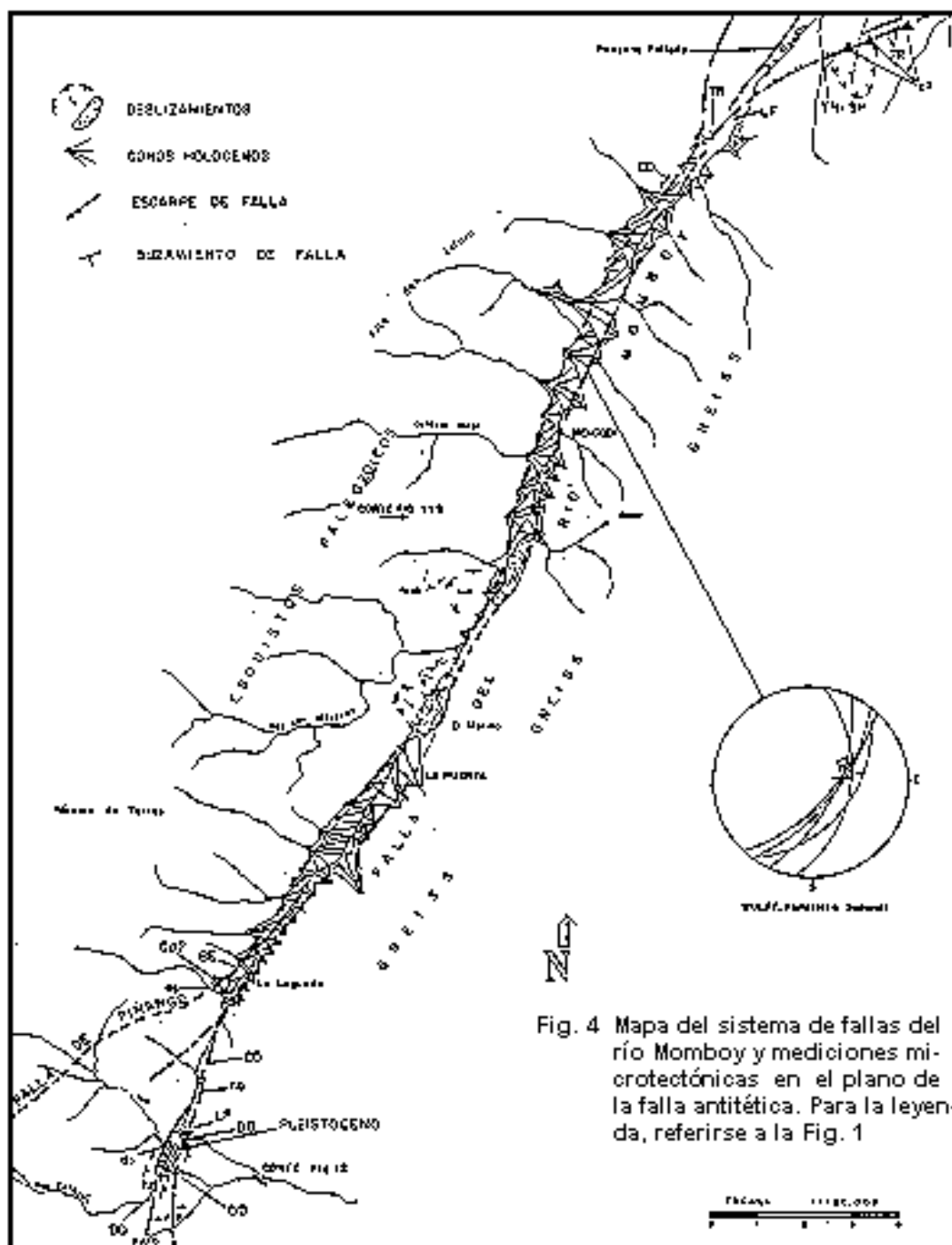


Fig. 3

Sismicidad histórica de Venezuela occidental (1599-1968). Los círculos representan los epicentros de sismos poco profundos (0-70 km); los hexágonos y triángulos representan los epicentros de sismos intermedios (70-140 km) y profundos (140 km), respectivamente. Simplificado según CLUFF y HANSEN (1969).



3. FALLA DE VALERA

3.1. Generalidades

Este sistema de fallas podría alcanzar 220 a 240 kilómetros de largo en su extensión total, con una orientación de N030E al Sur de Valera, y una dirección prácticamente N-S al Norte de aquella ciudad. Ha funcionado en varias épocas desde su formación (R. GARCIA y V. CAMPOS, 1577; L. KEHRER, 1925), siendo por ejemplo normal sinsedimentario en el Mio-Plioceno, época en la cual controla los depósitos de la cuenca de Monay.

Su reactivación cuaternaria es compleja, probablemente a consecuencia de la posición oblicua que ocupa en la cadena andina, y también como resultado de su brusco cambio de orientación al nivel de la ciudad de Valera. Es así como el vector de desplazamiento relativo entre los dos bloques separados por el sistema, muestra notables variaciones de una extremidad a la otra del accidente. De Valera hacia el Suroeste, este vector presenta una inclinación de aproximadamente 45° en el plano vertical; su valor crece progresivamente para alcanzar su máximo en la zona de la cabecera del río Momboy; y luego decrece fuertemente hacia el Sur. En el segmento ubicado al Norte de la ciudad, el vector es horizontal, o muy poco inclinado. Su valor aumenta muy rápidamente hacia el Norte, y se estabiliza hasta la zona de Agua Viva, donde vuelve a crecer bruscamente antes de amortiguarse muy progresivamente hacia el Norte. Entre otras particularidades, el decrecimiento progresivo de la velocidad de desplazamiento en la falla hacia ambas extremidades del sistema, hace que éstas sean muy poco o nada activas en el Cuaternario.

Se tratarán a continuación en forma separada los segmentos situados al Norte y al Sur de la ciudad de Valera, los cuales no presentan las mismas características tectónicas, a pesar de encontrarse geográficamente en prolongación uno del otro. Es en particular muy notable la diferencia de régimen de esfuerzos existente entre ambos segmentos Norte y Sur, ya que el primero es transcurrente en compresión y el segundo transcurrente en tracción.

3.2. Segmento Sur de Valera. En este segmento, la falla mayor tiene una orientación general N30E, y un buzamiento bien marcado hacia el SE.

A lo largo del valle del Río Momboy (Fig.4), la presencia de una falla antitética paralela a la principal, pero de buzamiento hacia el NW, provoca la formación de un graben muy estrecho, de 22 km. de longitud. El río Momboy se instaló en esta fosa tectónica, cuyo fondo ha sufrido un constante descenso relativo a lo largo del Cuaternario. Aquel fallamiento antitético podría ser la consecuencia de un cambio de buzamiento en la falla principal, en profundidad (Fig. 11B). Al Sur de este graben, el accidente principal se siguió sobre una distancia de unos 25 kilómetros, principalmente en el paisaje glaciar del páramo Miranda, donde es sumamente difícil evaluar su actividad.

La velocidad de deformación a lo largo de la falla del río Momhoy crece hacia la cabecera de este río, tal como se nota en los cortes topográficos sucesivos de la (Fig. 11A) por lo menos para la componente vertical. En la parte Sur del graben donde la velocidad de deformación alcanza su máximo, la componente vertical, de tipo normal, es de aproximadamente 1 kilómetro. La componente horizontal, de tipo sinistral, es del mismo orden, basándose tanto en la forma sigmoidal del sistema de falla, como en las estrías observadas, y en las evidencias de Cuaternario deformado (Fig. 12). Por lo tanto, el desplazamiento cuaternario total se estima en 1,4 kilómetros, lo cual corresponde a una velocidad promedio de 0,7 mm/año. El cálculo anterior para el accidente principal toma en cuenta únicamente el movimiento entre los dos bloques separados por el graben, y no integra los desplazamientos propios de la pequeña cuña que constituye este último (Fig. 11). Pues, el salto global para la falla principal, equivale al salto de ésta, observado en el graben, restado al salto en la falla antitética.

Más al Sur, en el Páramo Miranda, la velocidad decrece rápidamente a menos de 0,1 mm/año, ya que este sistema se encuentra sellado por morrenas de varias generaciones. (Fig. 1-A).

3.3. Segmento Norte de Valera. En este segmento, la falla de Valera tiene una orientación general N-S, y un buzamiento aproximadamente vertical.

Su desplazamiento cuaternario es horizontal, de tipo sinistral (Fig. 1-B), salvo en los últimos kilómetros de la extremidad Sur, donde se amortigua en fallamiento inverso y plegamiento (Fig. 9). Fuera de esta complicación local, se trata de un sistema simple de tramos muy rectilíneos organizados en "échelon", tales que cada tramo se ubica siempre ligeramente más al Oeste, con referencia a su vecino del Sur. Tales "échelon" son frecuentes a pequeña escala y pueden alcanzar una amplitud de dos kilómetros, en algunos casos. A nivel de cada uno de ellos, los tramos longitudinales N-S están reunidos por una corta porción de falla oblicua, de aspecto sigmoidal, y de orientación NNW. En un lugar, al Norte de Motatán, uno de estos puentes oblicuos se abrió por tracción lateral en un pequeño "pull-apart", de 2 kilómetros de apertura (Fig. 1-B).

En la zona de Agua Viva, el accidente presenta un brusco aumento de actividad hacia el Norte, al recibir varios ramales de orientación SW, provenientes del sistema de deformación del piedemonte andino (Figs. 1A-1B). Este último corre por la base del flanco NW de los Andes de Mérida, desde la frontera con Colombia hasta la falla de Valera, en la cual se amortigua. Tal amortiguación se traduce en la falla de Valera por el crecimiento de actividad observado en los 25 a 30 kilómetros del tramo Agua Viva-El Paradero.

La apertura del "pull-apart" del Norte de Motatán, permite estimar para el tramo del accidente ubicado al Sur de Agua Viva una velocidad inferior a 1 mm/año (hasta podría ser netamente inferior).

Como lo acabamos de ver, esta velocidad crece bruscamente en la zona de Agua Viva-El Paradero, donde podría alcanzar un nivel del orden de 1 mm/año. Decece luego muy progresivamente hacia el Norte, hasta llegar a valores inferiores a la tasa de erosión, por lo cual es bastante difícil precisar donde la falla deja de ser significativamente activa (Fig. 1-B).

4. FALLA DE TURAME

4.1 Generalidades

La falla de Tuñame es una antigua falla inversa, de buzamiento SE, que sitúa el Precámbrico encima del Paleozoico en la mayor parte de su trazado. Se extiende sobre unos 50 kilómetros, desde la región del Páramo Chorro Blanco, ¿hasta la zona de Apartaderos? donde tiende a unirse con la falla de Boconó. Está constituida por dos segmentos de orientaciones distintas, cada uno reactivado con características propias de la tectónica cuaternaria, por lo cual se consideran por separado en la evaluación de sus parámetros sismogénicos.

4.2. El segmento Sur, de orientación promedia NO30E, sigue el flanco derecho del valle del río Motatan, sobre una distancia de 20 kilómetros, entre Timotes y el picacho El Gavilán. Tiene un movimiento cuaternario, cuya componente vertical, de tipo normal, levanta el bloque Oeste. La componente horizontal es probablemente dextral, y podría ser dominante. La velocidad de deformación cuaternaria en este tramo de la falla no se pudo calcular, en ausencia de depósitos cuaternarios fallados, sin embargo, debe ser muy pequeña, ya que la falla se encuentra localmente sellada por depósitos relativamente antiguos.

4.3. El segmento Norte, de orientación N065E y de buzamiento 60° a 80° SE, se extiende sobre unos 30 kilómetros, entre Timotes y la zona del Páramo Chorro Blanco. Corta oblicuamente una sucesión de quebradas con depósitos cuaternarios ampliamente desarrollados, por lo cual su actividad reciente es relativamente bien conocida. Este segmento presenta también una muy clara morfología diagnóstica de fallamiento activo (Fig. 1-A).

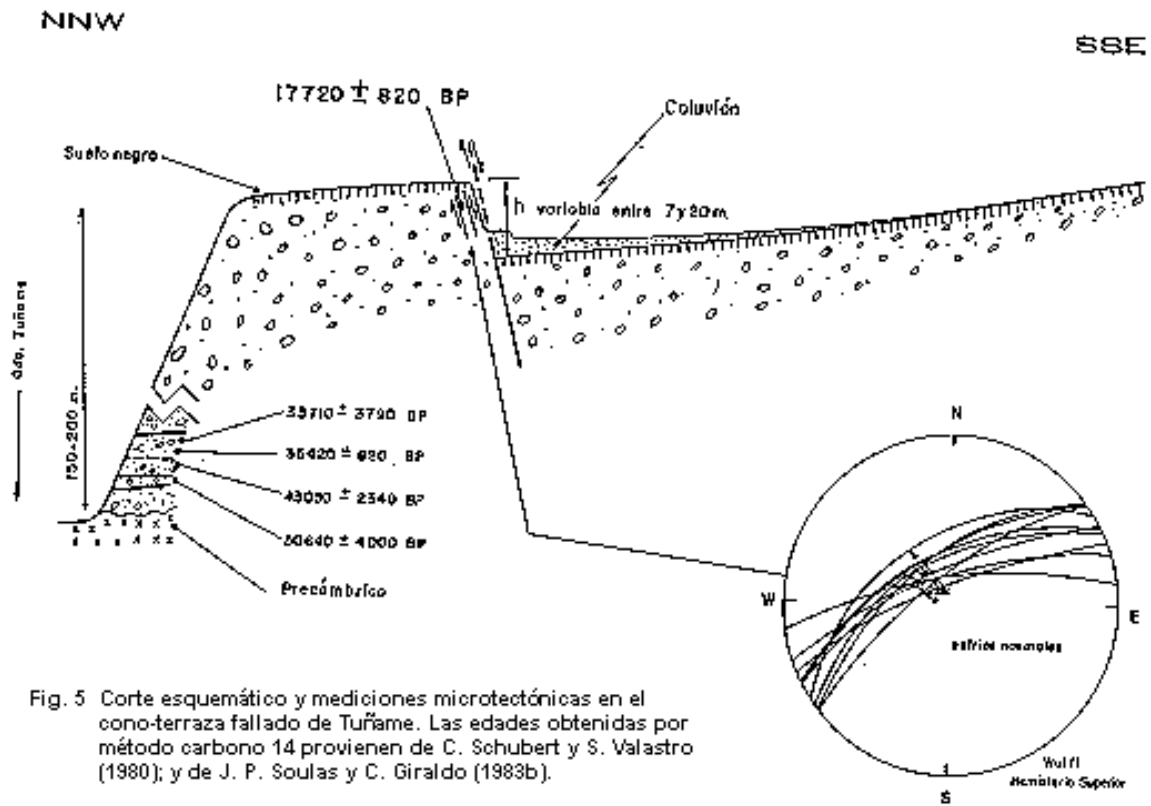
Se trata de una falla en "échelon", de desplazamiento esencialmente normal (bloque Oeste levantado), con una muy pequeña componente dextral. Su velocidad se puede estimar entre 0,5 y 1 mm/año, en la misma terraza fallada de Tuñame. La edad de ésta, determinada por método carbono 14, es de 50.640 a 33.710 años en sus niveles de base (C. SCHUBERT y S. VALASTRO, 1980), y de 17.720 en su tope (J. P. SOULAS y C. GIRALDO, 1983b). La Figura 5 sintetiza las observaciones efectuadas en el cono-terrazza de Tuñame.

A diferencia del segmento situado al Sur de Timotes, este tramo es paralelo al abombamiento general de los Andes de Mérida, al cual se atribuye su juego de tipo normal.

5. LA FALLA DE MENE GRANDE

La falla de Mene Grande sigue el pie oriental del Cerro Misoa y se extiende hacia el Sur hasta San Pedro, con una orientación promedia Norte-Sur, sobre una distancia de 25 kilómetros (Fig. 1-B). Ha registrado varios movimientos terciarios, previamente a su parcial reactivación cuaternaria. En particular, tuvo un fuerte desplazamiento dextral, posteriormente al depósito de la terraza cuaternaria más antigua, formándose en el Mio-Plioceno un pliegue de arrastre kilométrico, sellado por el Cuaternario.

La actividad cuaternaria es bien expuesta en la mitad Sur de la falla, desnivelando varias terrazas cuaternarias. El movimiento, de tipo esencialmente vertical, levanta el bloque Oeste, dando origen a un escarpe que conserva la misma altura sobre unos 10 kilómetros de distancia, antes de decrecer y luego de desaparecer hacia el Sur, al nivel de San Pedro. Este escarpe parece corresponder a una falla normal, de buzamiento al Este. Sin embargo, se observó una falla secundaria inversa, subparalela a la principal. Dado esta contradicción, se espera analizar el accidente en trincheras, para emitir una opinión definitiva sobre su tipo de movimiento. La utilización de los datos de perforación no permiten levantar esta duda sobre el tipo de movimiento, ya que, utilizándolos, G. FIORILLO (1976), llega a proponer una falla curva, normal en profundidad e inversa en superficie.



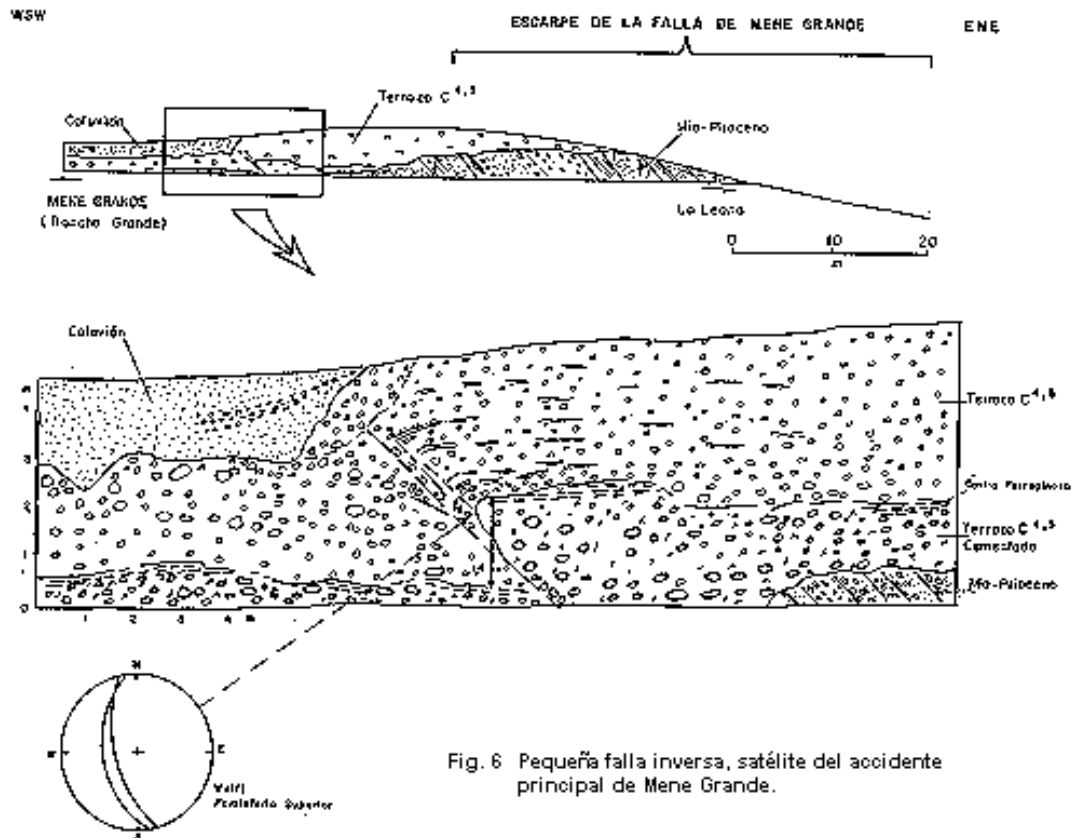


Fig. 6 Pequeña falla inversa, satélite del accidente principal de Mene Grande.

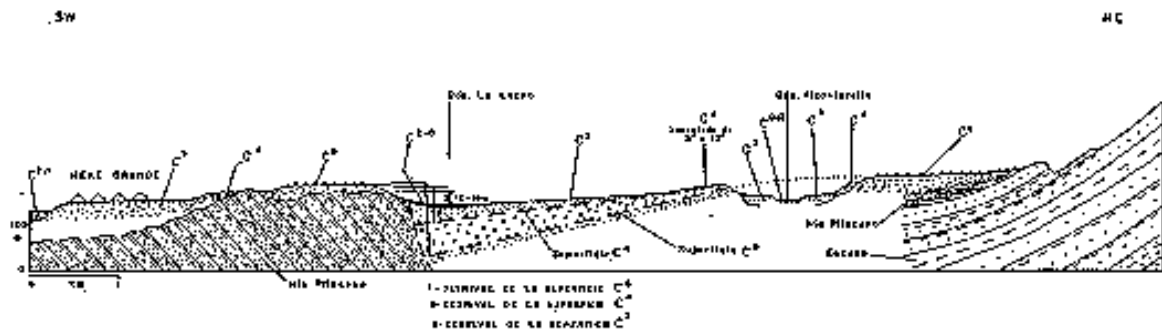
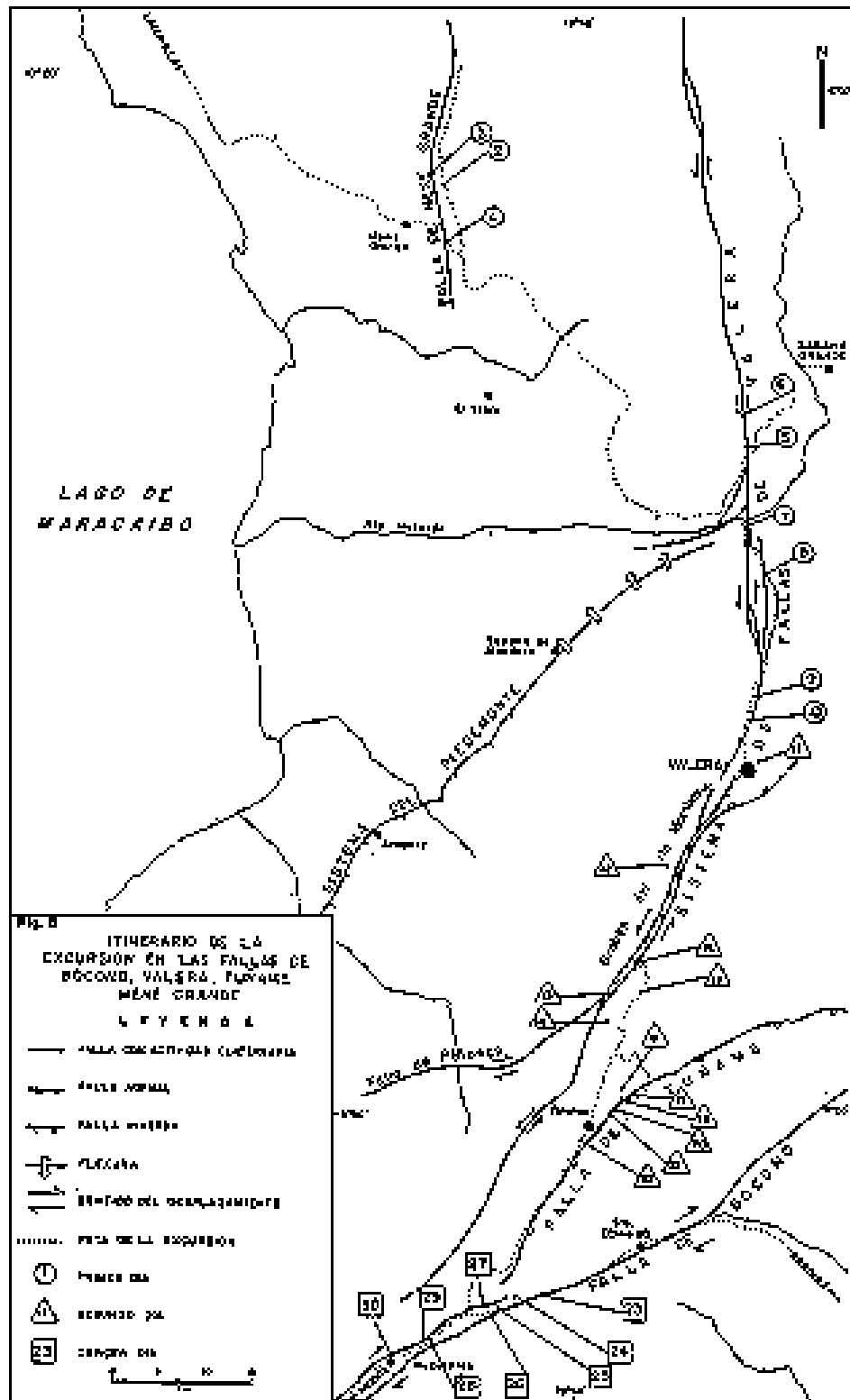


Fig. 7 Corte a través de la Falla de Mene Grande, al nivel de los depósitos Cuaternarios.



NEOTECTONICA DE LAS FALLAS DE BOCONO, VALERA, TURAME Y MENE GRANDE

El desnivel vertical en las dos terrazas más antiguas es netamente superior a 35 y a 25 metros, respectivamente. El salto real no se puede evaluar, ya que, en el compartimiento hundido, aquellos dos niveles, basculados hacia el Oeste, están sepultados debajo de la terraza C³, más joven (Fig. 7). Esta ha sido igualmente fallada, con un salto vertical de 12 a 18 metros. En tiempos más recientes, se han depositado otras dos terrazas, la última de edad Holoceno, en las cuales no se puede determinar con seguridad la presencia, o la ausencia de fallamiento. De las observaciones anteriores, se deduce que el movimiento ha sido recurrente a lo largo del Cuaternario (puesto que el salto crece con el tiempo), con una velocidad del orden de 0,05 mm/año.

6. ITINERARIO

6.1. Itinerario del día 4 de Octubre en las fallas de Mene Grande y Valera (Fig. 8). Guías J. P. Soulas y C. Rojas, con la colaboración de E. Gajardo.

Caracas-Cabimas, llegada a las 7:30 am.

Parada N°1, Lagunillas (20 m.)

Red Sismológica Automática de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo.

En la cuenca oriental del Lago de Maracaibo se está instalando una moderna red sismológica automática con 30 estaciones remotas que transmiten por telemetría la información captada por los sensores. La Unidad Central digitaliza la información y calcula, en tiempo real, el epicentro y la magnitud del sismo. Además, para procesamiento posterior más sofisticado, la información original queda grabada en un registrador de cinta magnética. La Unidad Central tiene un terminal remoto de control, en las oficinas de INTEVEP en Los Teques, que permite monitorear la información registrada y comandar el procesador central.

Parada N°2, La Raya (15 m.)

Vista panorámica del escarpe de la falla de Mene Grande.

Parada N°3, Camino de Barquis a Mene Grande (15 m.)

Desnivel de 12 a 18 metros de altura, provocado por la falla de Mene Grande, al nivel de la superficie de la terraza cuaternaria C³ (Fig. 7).

Parada N°4, La Leona (15 m.)

Escarpe de aproximadamente 35 metros de altura, entre la terraza cuaternaria C⁵ del bloque levantado, y la terraza cuaternaria C³ del bloque hundido. Parte central del escarpe de la falla de Mene Grande.

Parada N°5, Falla de Valera al Sur Oeste de Agua Caliente (1h 30m).

Recorrido a pie a lo largo de un kilómetro de la falla, observando varios criterios de actividad cuaternaria: "bench", lomos de falla, drenaje desplazado, "sag-pond", cuaternario represado y fallado.

Parada N°6, Falla de Valera al Nor-Oeste de Agua Caliente (30 m.)

Drenaje desplazado en aproximadamente 400 metros.

Parada N°7, San Miguel (20 m.)

Deformaciones superpuestas provocadas por la actividad de la falla de Valera en sedimentos pliocenos (?). Situación tectónica de la parada en la Fig. 9C.

Parada N°8, Falla secundaria del sistema de Valera, al NNW de El Jobal. (20 m.)

Fallas normales sinsedimentarias en depósitos Mio-Pliocenos, basculadas posteriormente (Fig. 10).

Parada N°9, Caja de Agua-Motatán (20 m.)

Falla de Valera cabalgando el Eoceno sobre el Cuaternario C³.

Parada N°10, Dos kilómetros al Sur de Motatán (15 m.)

Cabalgamiento múltiple del Eoceno sobre el Mio-Plioceno, en la falla de Valera (Fig. 9-E).

Llegada al Motel Valera a las 6:30 pm.

6.2. Itinerario del día 5 de Octubre en las fallas de Valera y Tuñame. (Fig. 8) Guías J. P. Soulas y C. Rojas

Salida del Motel Valera 8:30 am.

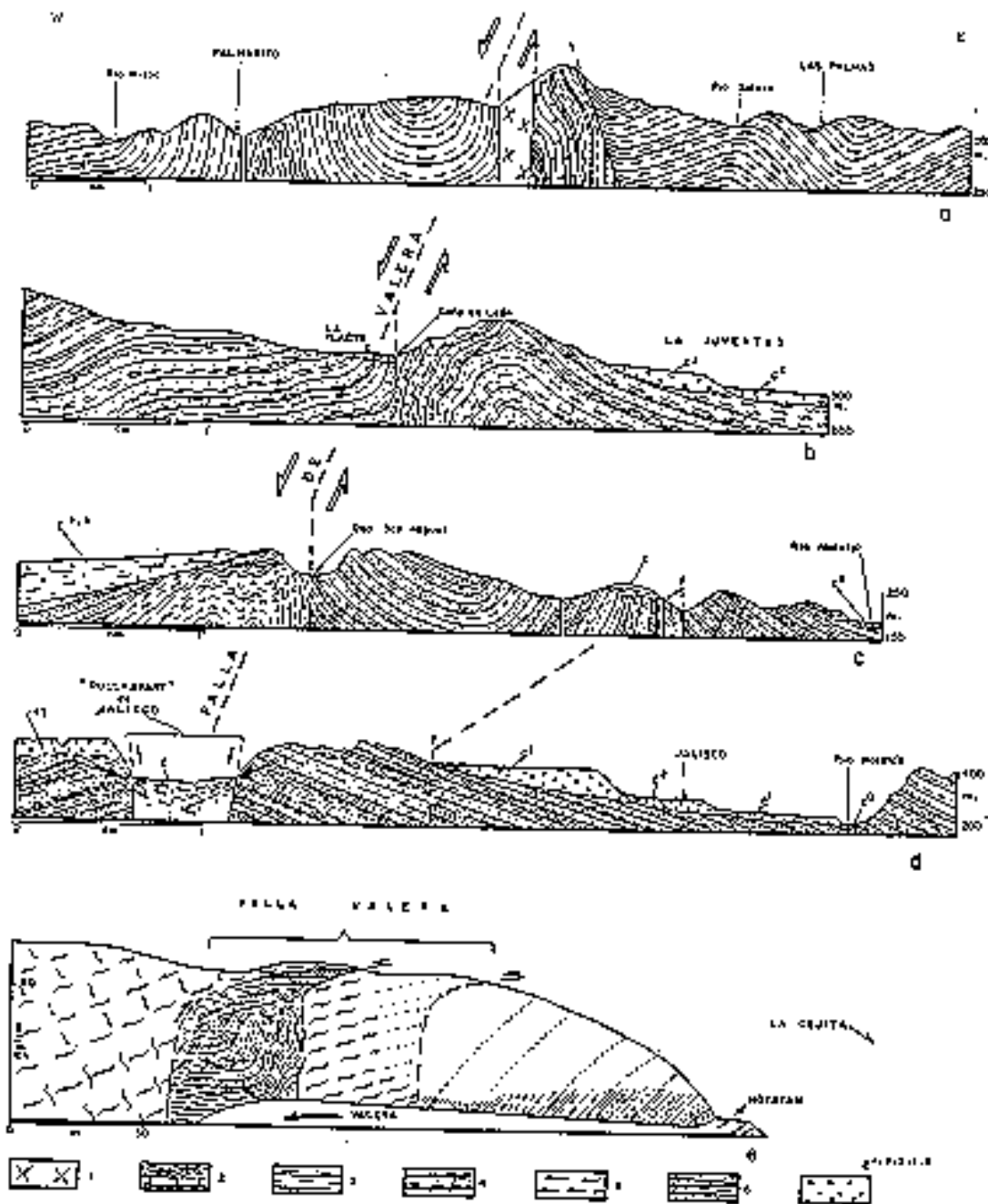


Fig. 9 Cortes geológicos sucesivos a través del segmento Norte de la falla de Valera (1) "Granito" de El Baño, (2) Cretáceo, (3) Paleoceno-Eoceno Form. Trujillo, (4) Eoceno Form. Misoa, (5) Eoceno Form. Paují, (6) Mio-Plioceno Formaciones Betijoque e Isnotú, (7) Cuaternario (la edad crece con el número).

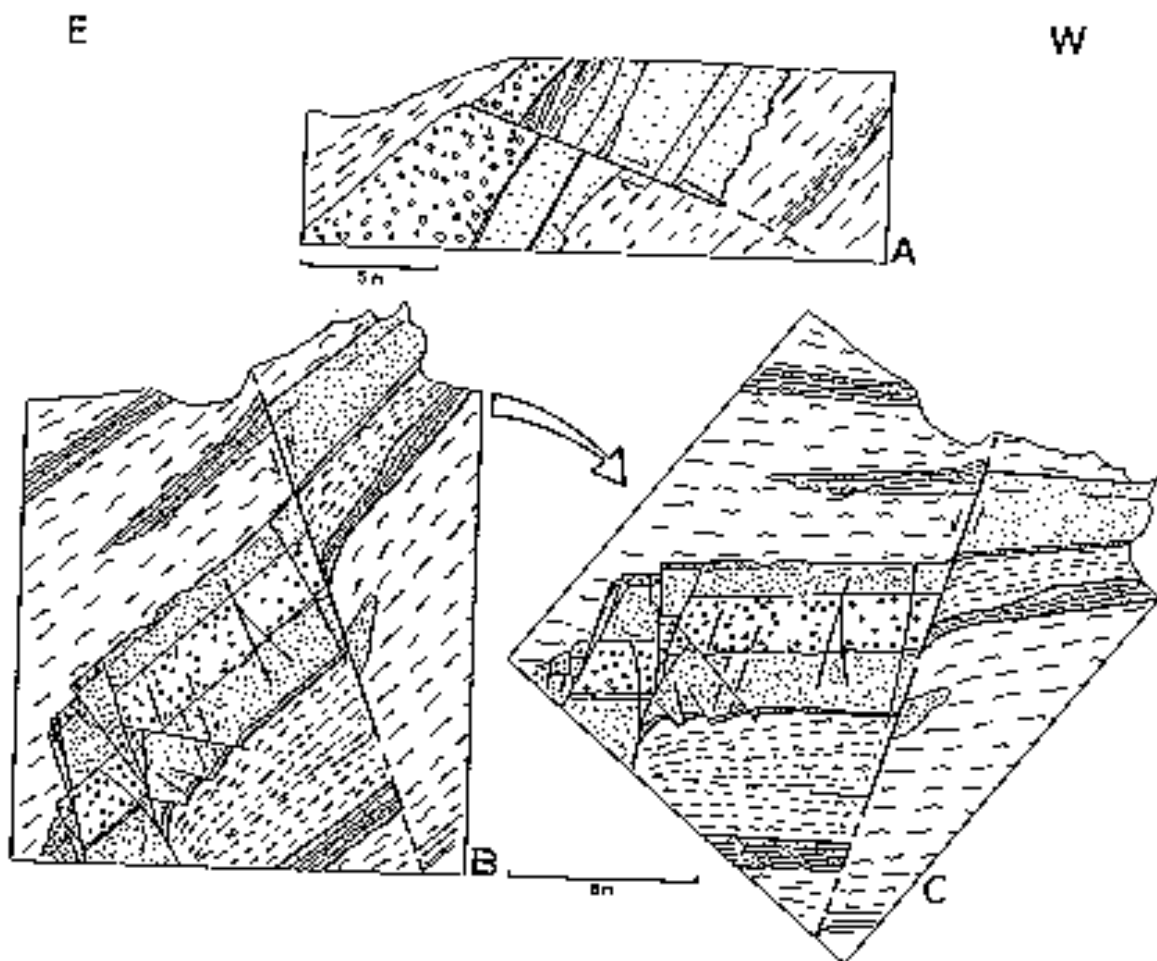
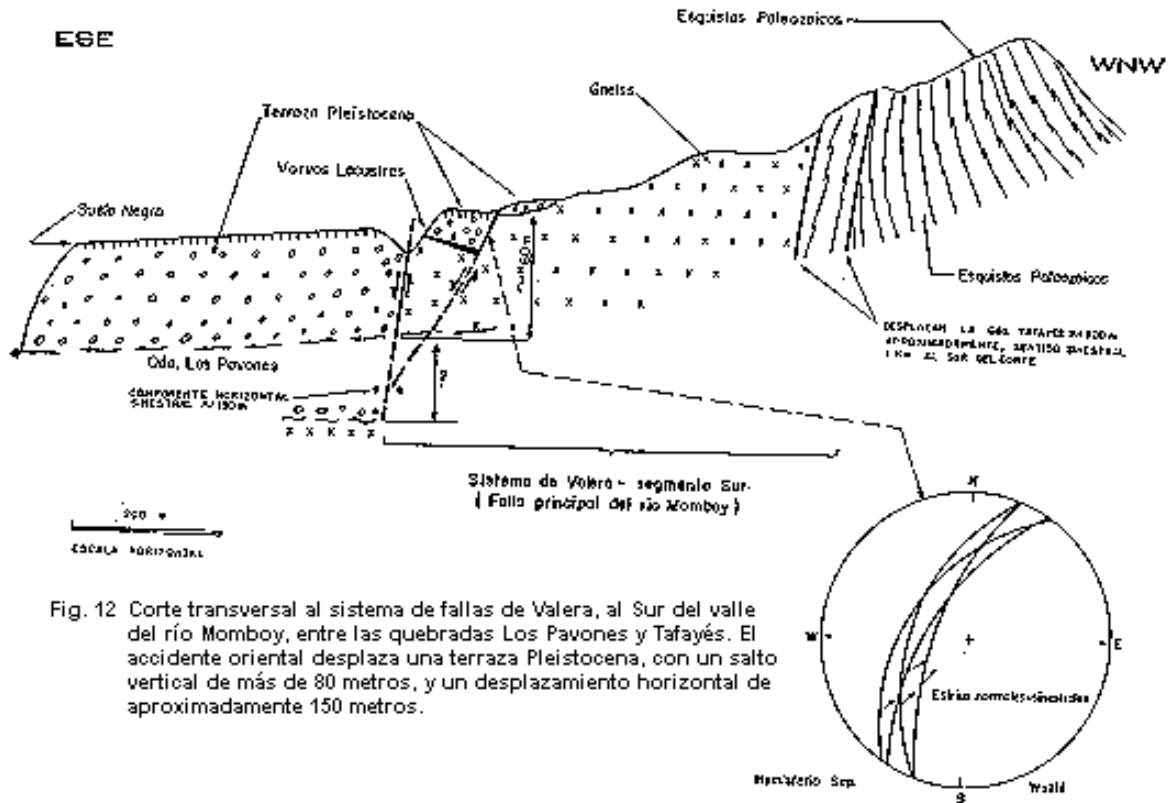


Fig. 10 Fallas normales sinsedimentarias



Parada N°11, Mirador entre Valera y su aeropuerto (20 m.)

Vista panorámica sobre el sistema de Valera, al Norte y al Sur de esta ciudad.

Parada N°12, Cerro Los Gallinazos, camino a Monte Carmelo (20 m.)

Vista panorámica sobre el graben del río Momboy, en el sistema de fallas de Valera (ver Fig. 11).

Parada N°13, La Lagunita (20 m.)

Vista panorámica sobre el graben del río Momboy (ver Fig. 11).

Parada N°14, La Mocotí (15 m.)

Prolongación del sistema de Valera al Sur del graben del río Momboy, fallando una terraza cuaternaria (Fig. 12), Zona de "lateral spreading" de Timotes.

Parada N°15, Carretera de La Puerta a Timotes (10 m.)

Zona central del graben del río Momboy. Deslizamiento de El Molino.

Parada N°16, Carretera de La Puerta a Timotes (10 m.)

Vista sobre las terrazas cuaternarias del río Motatán. Confrontación con el valle del río Momboy.

Parada N°17, Falla de Tuñame, carretera de Juan Martín a Las Porqueras, cuello al Nor-Este de Casa de Tejas (10 m.)

Vista panorámica sobre la falla hacia el Nor-Este.

Parada N°18, Carretera de Juan Martín a Las Porqueras, cuello al Nor-Este de Casa de Tejas (15 m.)

Vista sobre la falla de Tuñame hacia el Sur Oeste. Cuaternario deformado de Casa de Tejas.

Parada N°19, Camino hacia Mesa Alta (15 m.)

Panorámica sobre toda la parte Nor-Este de la falla de Tuñame (si hace buen tiempo).

Parada N°20, Cuello entre Caja de Tejas y Las Porqueras (10 m.)

Vista sobre falla de Tuñame hacia el Nor-Este. Cuaternario deformado de Casa de Tejas.

Parada N°21, Zona de Las Porqueras (15 m.)

Panorámica sobre la falla de Tuñame al Sur de Timotes.

Parada N°22, Piedra Gorda, carretera de Timotes a Chachopo (15 m.)

Panorámica general sobre la falla de Tuñame, hacia el Nor-Este.

Llegada al Motel Sto. Domingo a las 6:30 pm.

6.3. Itinerario del día 6 de Octubre en la falla de Boconó (Fig. 8, 13 y 14).

Guías: C. Schubert y J. P. Soulas.

Salida del Hotel Sto. Domingo a las 7:30 am.

Parada N° 23, Morrena Los Zerpa-El Fraile (1 h.)

En esta localidad, la traza de la falla de Boconó corta las morrenas laterales del valle de la Quebrada Los Zerpa, separándolas de la morrena terminal (Fig. 15), la cual ha sido desplazada aproximadamente 70 m en sentido rumbo deslizante hacia la derecha (SCHUBERT y SIFONTES 1970). La Quebrada Los Zerpa drenaba originalmente a través de la morrena terminal, pero actualmente fluye a lo largo de la traza de la falla saliendo por El Fraile hacia el río Santo Domingo. En el valle de la Quebrada Los Zerpa se observan dos niveles de terrazas fluvio-glaciales (SCHUBERT, 1981): 6-10 m y 20-25 m. La terraza de 20-25 m consiste de conglomerados fluvio-glaciales productos de la deglaciación inicial post-Pleistocena; la terraza de 6-10 m consiste de tres facies, de norte a sur: a) una facies lacustre, formada por arcillas laminadas en la parte inferior del valle morrénico; b) una facies deltaica en la parte central; y c) una facies fluvio-glacial hacia la parte superior del valle. Esto se interpreta de la siguiente manera: durante la fase inicial de la deglaciación, el valle morrénico se rellenó con sedimentos fluvio-

glaciales derivados de la fusión del glaciar. Luego se formó una brecha en la parte terminal de la morrena, posiblemente debido a desplazamiento a lo largo de la falla, cambió el gradiente de la quebrada y ésta corto y erosionó estos sedimentos fluvio-glaciales (terrazza de 20-25 m). Luego se cerró nuevamente el valle y se formó una laguna en la parte inferior y se depositaron sedimentos fluvio-glaciales más arriba, en forma de un delta. Nuevamente se abrió una brecha en la morrena terminal y la quebrada y la laguna, los cuales drenaban por encima de la morrena terminal, cortaron otro nivel de terraza (6-10 m) y drenó a través de la traza de la falla de Boconó. Hacia el sureste, en El Fraile se observa una escarpa de falla bien definida y una laguna de falla, modificada posteriormente por el hombre. Más hacia el sureste, se divide el complejo morrénico de El Venado, cortado y desplazado también por la falla de Boconó (GIEGENGACK y GRAUCH, 1976).

Parada N°24, Morrena Victoria (15 m.)

Desde la carretera a Santo Domingo se divisa la morrena lateral derecha de la quebrada Victoria, la cual ha sido cortada y desplazada aproximadamente 70 m en sentido rumbo-deslizante hacia la derecha (Figura 16). Esta es la localidad clásica descrita originalmente por Emile ROD en 1956.

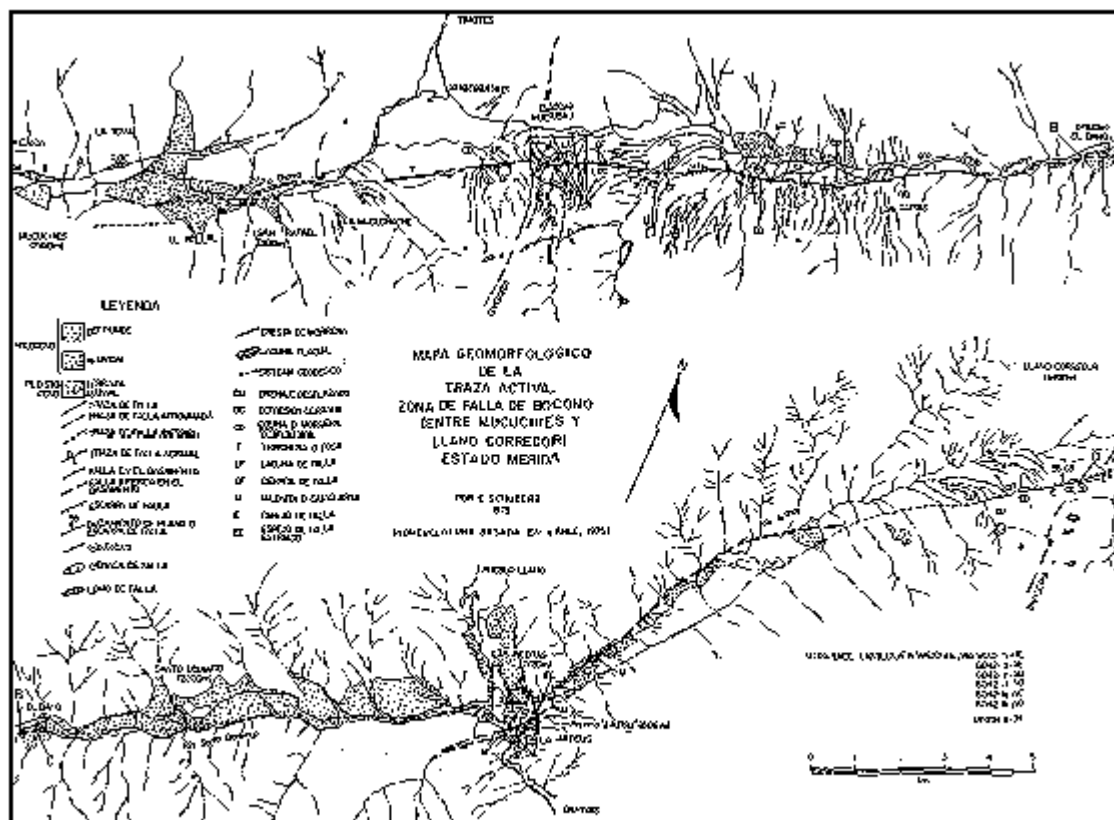


Fig. 13
Mapa geomorfológico de la traza activa de la zona de falla de Boconó, entre Mucuchies y Llano Corredor (Estado Mérida)

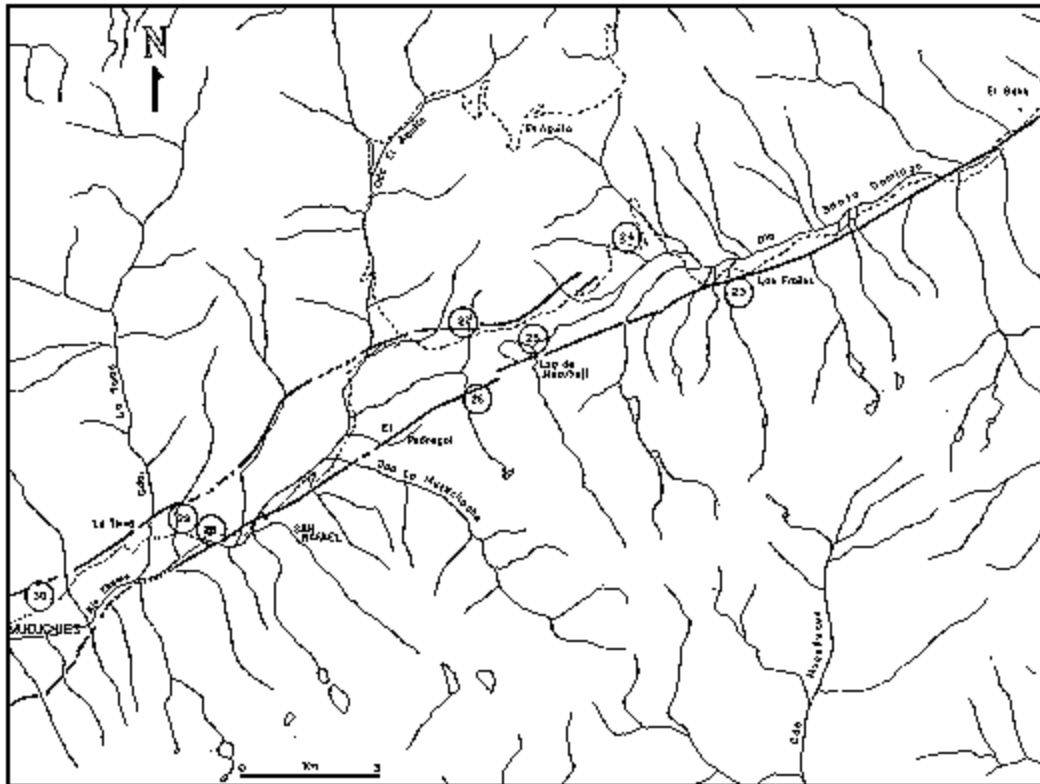


Fig. 14 Itinerario de la excursión de la falla de Boconó

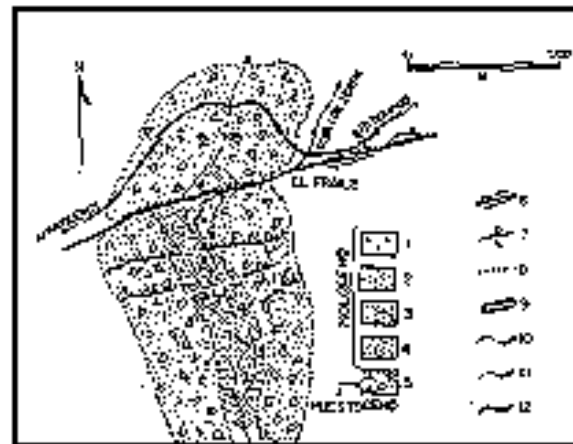


Fig. 15 Complejo morrénico de Los Zerpa, cortado y desplazado en sentido rumbo-deslizante hacia la derecha por la falla de Boconó. Símbolos: 1. ciénaga en la llanura aluvial actual; 2. llanura aluvial actual; 3. terraza de 6-10 m; 4. terraza de 20-25 m; 5. morrenas laterales y terminales; 6. traza de la falla de Boconó; 7. fallas normales secundarias; 8. escarpa de falla; 9. laguna de falla; 10. quebrada Los Zerpa; 12. carretera

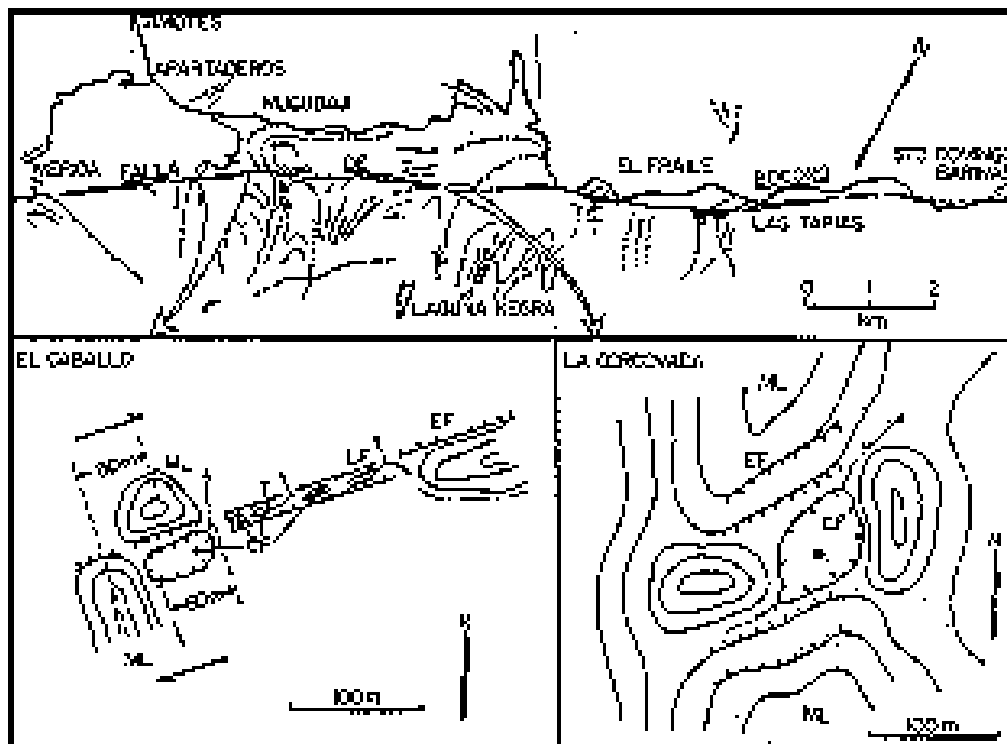


Fig. 16 Morfología esquemática de la traza de falla de Boconó en La Corcovada (Mucubají) y la quebrada El Caballo. Los símbolos son los mismos de la Figura 4 (ML: morrena lateral). Nótese el desplazamiento rumbo deslizante hacia la derecha de la morrena lateral, la cual bloqueó la quebrada formando una depresión con una ciénaga de falla.

Parada N°25, Mucubají (20 m.)

La traza de la falla de Boconó pasa por el borde Sur de la laguna de Mucubají, cortando las morrenas laterales izquierdas del valle de la quebrada Mucubají. Forma una trinchera al sur de la casa de la Universidad de Los Andes, con una pequeña laguna de falla y luego sigue hacia el noreste formando escarpas y trincheras. En la región de Mucubají se han instalado dos sistemas geodésicos (Figura 17) para controlar el desplazamiento a lo largo de la falla de Boconó (SCHUBERT y HENNEBERG, 1975): A. un sistema primario con 8 estaciones ancladas en roca, con distancias entre estaciones de varios kilómetros; y B. un sistema secundario, alrededor de la laguna de Mucubají, de 8 estaciones ancladas en sedimentos glaciales, con distancias entre estaciones de hasta 1 km. Mediciones geodésicas entre 1975 y 1981 (HENNEBERG, 1983) han demostrado un desplazamiento compresional de los dos lados de la falla, con una componente lateral (paralela a la falla) de 13 m en 66 meses, o sea, un desplazamiento de 0,24 cm/año.

Parada N°26, Quebrada El Caballo (40 m.)

En esta localidad, la morrena lateral izquierda de la quebrada El Caballo ha sido cortada y desplazada 80 m en sentido rumbo-deslizante hacia la derecha (Fig. 16). Detrás del lomo de falla formado por la morrena desplazada (hacia el norte), se ha formado una depresión cerrada y la quebrada ha tenido que desviarse aproximadamente 60 m hacia la derecha. Hacia el noreste, la traza consiste de una trinchera de falla con varias depresiones cerradas y lagunas de falla. Análisis radiocarbónicos del fondo y el tope de la columna sedimentaria en estas lagunas (principalmente turba), sugiere que la edad máxima de las depresiones está entre 3800 y 4500 años A.P., o sea, son rasgos neotectónicos holocenos (SCHUBERT y VALASTRO, 1984).

Parada N°27, El Desecho (40 m.)

Ramal Norte del sistema de Boconó desplazando horizontalmente morrenas laterales en 40 metros. Evidencias de deformaciones muy recientes.

Parada N°28, San Rafael (10 m.)

Mirando hacia el sureste, se observa un cono aluvial cortado por la traza de la falla de Boconó, esta vez en el lado sureste del valle, formando una escarpa de 15 a 20 m de altura.

Parada N°29, La Toma (15 m.)

La traza de la falla corta el aluvión de la quebrada La Toma formando una escarpa de aproximadamente 20 m de altura, sobre la cual está situado el pueblo de La Toma. Desde aquí, esta traza dobla hacia el norte, pasando por Llano El Hato y posiblemente se une a la falla de Valera. A todo lo largo de esta traza se encuentran escarpas bien definidas.

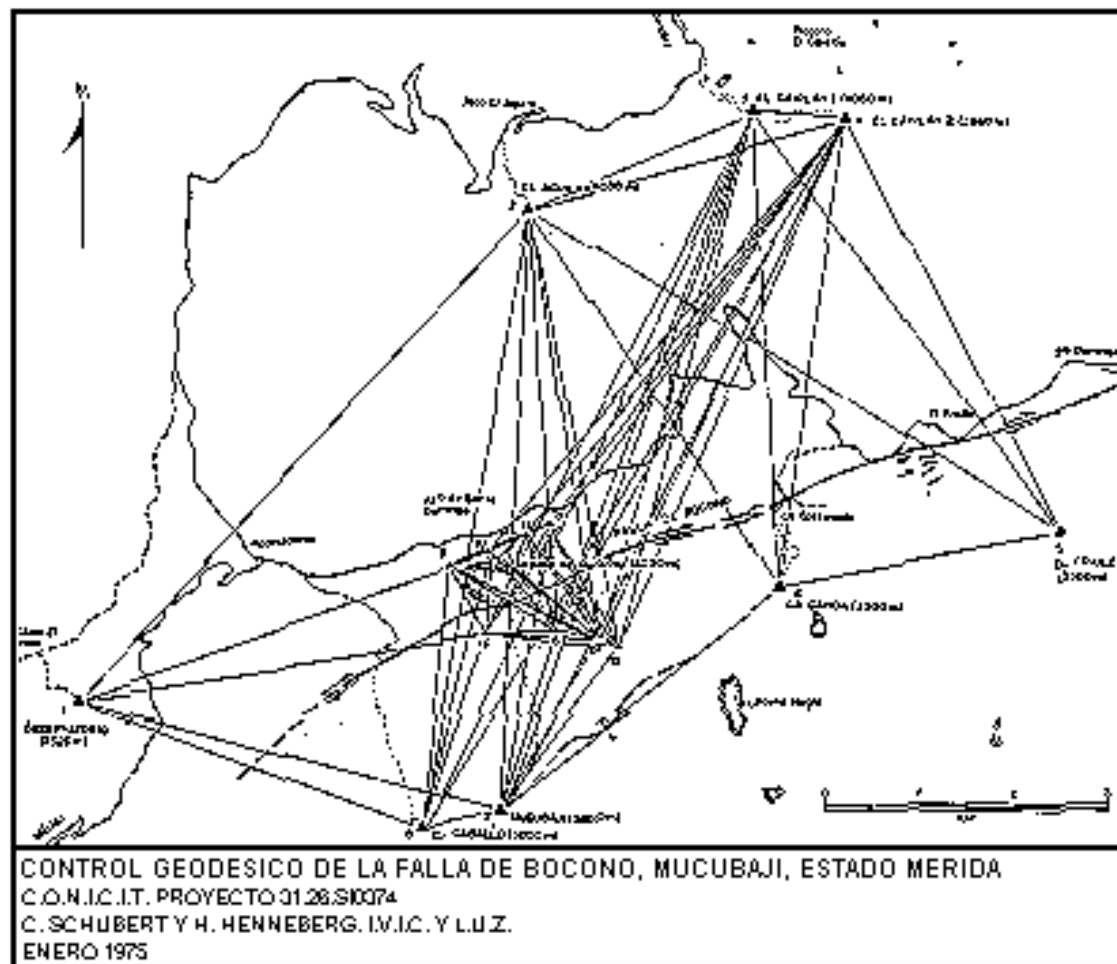


FIG. 17 Sistemas geodésicos para controlar el desplazamiento a lo largo de falla de Boconó, región de Mucubají (SCHUBERT Y HENNEBERG, 1975).

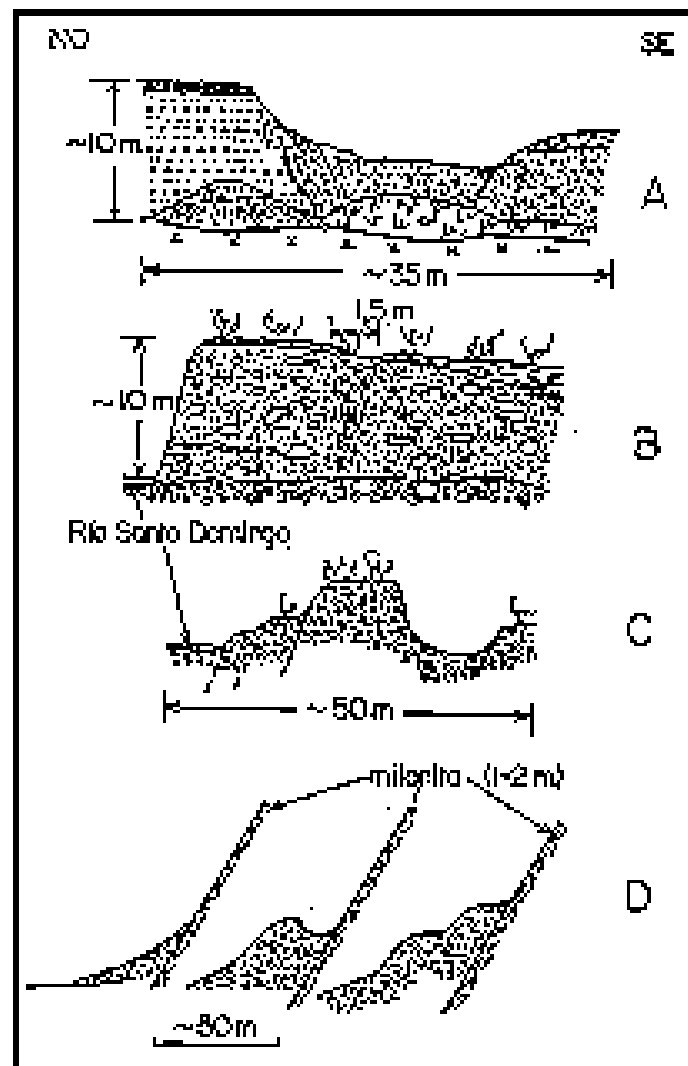


Fig. 18. Secciones a través de la traza de falla de Boconó en cuatro localidades (ver Figura 4). A. Sección a través de una trinchera de falla en sedimentos fluvio-glaciales en Mucuchíes. B. Sección a través de la traza de la falla en sedimentos aluviales en El Baho; la única evidencia de la traza es una zona angosta de sedimentos cuya orientación general ha sido alterada. C. Sección a través de la traza de la falla en sedimentos aluviales en el Baho; nótese la formación de una trinchera y un pequeño pilar tectónico (posiblemente un ejemplo de colina de presión). D. Sección a través de la traza de la falla en Llano Corredor; nótese la formación de una escarpa en rocas del basamento (derecha) en contacto con sedimentos glaciales pleistocenos (izquierda). (Schubert, 1980a).

Parada N°30 Mucuchíes (10 m.)

Hacia el oeste se observa una depresión de falla rellenada por una ciénaga o turbera. A ambos lados se observan escarpas de falla. Hacia el este se observa un corte a través de la traza de la falla (Fig. 18), la cual sigue hacia el noreste, hacia La Toma. Entre Mucuchíes y La Toma (por el camino de la montaña) se encuentran varias depresiones y escarpas de falla.

AGRADECIMIENTOS

La presente excursión se apoya parcialmente en investigaciones llevadas a cabo en el marco de un contrato de estudio entre FUNVISIS e INTEVEP.

Los autores quieren dejar constancia de su agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo, en particular a los directivos y al personal de INTEVEP, MARAVEN y FUNVISIS. Se quiere también agradecer a A. Singer, C. Beltrán y M. Lugo, por su participación en distintas fases del trabajo original.

BIBLIOGRAFIA

Aggarwal, Y. P., 1982. **"Seismic slip rates along major faults in Venezuela: implications for plate motions in the Southern Caribbean"**. *A.G.U. Fall Meeting*, San Francisco, E.O.S., 63, 45, p.1126 (Abstract).

Aggarwal, Y. P., 1983. **"Present-day boundary and the motion of the Caribbean plate relative to the South America"**. *10ª Conferencia Geológica del Caribe*, Cartagena, (Resumen).

Alberding, H., 1957. **Application of principles of wrench fault tectonics of Moody and Hill to northern South America**: *Geol. Soc. America Bull.*, 68: 785- 790.

Bellizzia, A. y D. Rodríguez, 1968. **Consideraciones sobre la estratigrafía de los Estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo**, *Bol. Geol.*, 9(18): 515-563.

Bellizzia, A., 1976. **Mapa Geológico Estructural de Venezuela**, escala 1:500.000. *Ediciones FONINVES*, Caracas.

Bushman, J. R., 1959. **Geology of the Barquisimeto area - a summary report**: *Bol. Inf., Asoc. Ven. Geol. Min. y Petról.*, 2: 64-84.

Canelón, G. y C. Ramírez, 1977. **Geología de la región de Caja Seca, Estados Mérida y Trujillo**. *II Conf. Latinoamericano Geol.*, Caracas (1973). *Bol. Geol.*, Pub. Esp. N°7, 3: 1787-1802.

Cluff, L. S. y W. R. Hansen, 1969. **Seismicity and Seismic-Geology of Northwestern Venezuela**, Volume I, Evaluation. *Woodward Clyde & Associates*, para Shell de Venezuela.

Cluff, L. S. y W. R. Hansen, 1969. **Seismicity and seismic geology of northwestern Venezuela: Compañía Shell de Venezuela**, II.

Dewey, J. W., 1972. **Seismicity and tectonics of western Venezuela: Seism. Soc. America Bull.**, 62: 1711-1751.

Fiedler, G., 1970. **Die seismische Aktivitat in Venezuela im Zusammenhang mit den wichtigsten tektonischen Bruchzonen: Geol. Rundsch.**, 59: 1203-1215.

Fiedler, G., 1972. **La liberación de energía sísmica en Venezuela, volúmenes sísmicos y mapa de isosistas; Bol. Geol., Pub. Esp.** 5, 4: 2441-2462.

García, R. y C. Campos, 1977. **Evolución tectónica e historia geológica de la región de Valera-Escuque, Estados Trujillo y Zulia. II Cong. Latinoamericano Geol.**, Caracas (1973). *Bol. Geol. Pub. Esp.*, N° 7, 3: 1825-1836.

Giegengack, R. y R. I. Grauch, 1972-a. **Boconó fault, Venezuelan Andes (discussion): Science**, 175: 558-560.

Giegengack, R. y R. I. Grauch, 1972b. **Geomorphologic expression of the Boconó fault, Venezuelan Andes or geomorphology to a fault: Abstracts with programs, Geol. Soc. America**, 4: 719-720.

Giegengack, R. y R. I. Grauch, 1976. **Late Cenozoic climatic stratigraphy of the Venezuelan Andes: Bol. Geol., Pub. Esp.** 7, 2: 1187-1200.

Giegengack, R.; R. I. Grauch y R. Shagam, 1976. **Geometry of Late Cenozoic displacements along the Boconó fault, Venezuelan Andes: Bol. Geol., Pub. Esp.** 7, 2: 1201-1226.

Grauch, R. I., 1975. **Geología de la Sierra Nevada al sur de Mucuchíes, Andes venezolanos: una región metamórfica de aluminosilicatos: Bol. Geol.**, 12(23): 339-442.

Habicht, H., 1930. **La sección de El Baño, Serranía de Trujillo, Estado Lara. II Cong. Geol. Venez.** (1959), *Bol. Geol., Pub. Esp.*, N°3, 1: 192-213.

Hennenberg, H. G., 1983. **Geodetic Control of Neotectonics in Venezuela: Tectonophysics**, 97: 1-15.

Huesser, H., 1930. **Final report on the terraces of Mene Grande (and their possible relation to latest tectonical movements).** 29 p.

- Kehrer, L., 1925. **Geological Exploration of the Northern Trujillo Mountains, Range 8 Foothills in the Southern Corner of Maracaibo Basin.** *MARAVEN*, EPC 3101, 31 p.
- Malagon, D., 1982. **Evolución de suelos en el páramo andino (N. E. del Edo. Mérida, Venezuela):** Informe SC-56, *CIDIAT*, Merida, 222 p.
- Molnar, P. y L. R. Sykes, 1969. **Tectonics of the Caribbean and Middle America regions from focal mechanisms and seismicity:** *Geol. Soc. America Bull.*, 80: 1639-1684.
- Ratmiroff, G. de, 1970. **Late Cenozoic imbricate thrusting in Venezuela Andes:** *Am. Assoc. Petrol. Geol.*, Bull., 55: 1336-1344.
- Rod, E., 1956. **Strike-slip faults of northern Venezuela:** *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 40: 457-476.
- Rod, E.; C. Jefferson; E. Von Der Osten; R. Mullen y G. Graves, 1958. **The determination of the Boconó fault:** *Bol. Inf., Asoc. Ven. Geol., Min. y Petról.*, 1: 69-100.
- Salgado-Labouriau, M. L.; C. Schubert y S. Valastro, 1977. **Paleoecologic analysis of a Late Quaternary terrace from Mucubají, Venezuelan Andes:** *Jour. of Biogeog.*, 4: 313-325.
- Schubert, C., 1968. **Geología de la región de Barinitas-Santo Domingo, Andes venezolanos surorientales:** *Bol. Geol.*, 9(19): 183-261.
- Schubert, C., 1970-a. **Venezuela y la "nueva tectónica global":** *Acta Cient. Venezolana*, 21: 13-16.
- Schubert, C., 1970-b. **Geología glacial del alto río Santo Domingo, Andes venezolanos;** *Bol. Inf., Asoc. Ven. Geol., Min. y Petról.*, 13: 233-261.
- Schubert, C., 1972. **Boconó fault, Venezuelan Andes.** *Science*; 175: 558-561.
- Schubert, C., 1974. **Late Pleistocene Mérida Glaciation, Venezuelan Andes:** *Boreas*, 3: 147-152.
- Schubert, C., 1980-a. **Morfología neotectónica de una falla rumbo-deslizante e informe preliminar sobre la falla de Boconó, Andes merideños:** *Acta Cient. Venezolana*, 31: 98-111.
- Schubert, C., 1980-b. **Late Cenozoic pull-apart basins, Boconó fault zona, Venezuelan Andes:** *Jour. of Struct. Geol.*, 2: 463-468.
- Schubert, C., 1981. **Evolución post-glacial de un valle morrénico, Andes merideños:** *Acta Cient. Venezolana*, 32: 151-158.

Schubert, C., 1982. **Neotectonics of Boconó fault, western Venezuela**: *Tectonophysics*, 85: 205-220.

Schubert, C., 1983. **La cuenca de Yaracuy: una estructura neotectónica en la región centro-occidental de Venezuela**: *Geol. Norandina*, (8): 3-11.

Schubert, C., 1984. **Basin formation along the Boconó-Morón-El Pilar fault system, Venezuela**: *Jour. of Geophys. Res.*, 89: 5711-5718.

Schubert, C. y H. G. Henneberg, 1975. **Geological and geodetic investigations on the movements along the Boconó fault, Venezuelan Andes**; *Tectonophysics*, 29: 199-207.

Schubert, C. y R. S. Sifontes, 1970. **Boconó fault, Venezuelan Andes: evidence of postglacial movement**; *Science*, 170: 66-69.

Schubert, C. y R. S. Sifontes, 1972. **Boconó fault, Venezuelan andes (reply)**: *Science*, 175: 560-561.

Schubert, C. y S. Valastro, 1980. **Quaternary Esnujaque Formation, Venezuelan Andes**; Preliminary alluvial chronology in tropical mountain range. *2.dt.Geol.Ges.*, 131: 927-947.

Schubert, C., 1982. **Neotectonics of Boconó Fault, Western Venezuela**. *Tectonophysics*; 85: 205-220.

Schubert, C. y S. Valastro, 1984. **Edades de depresiones de falla, región de Mucubají, Estado Mérida, Venezuela**: *Acta Cient.Venezolana*, 35: 446-447.

Shagam, R., 1972. **Evolución tectónica de los Andes venezolanos**: *Bol. Geol., Pub. Esp.* 5, 2: 1201-1261.

Shagam, R., 1975. **The northern termination of the Andes**: In: Nairns, A.E.M. & Stehli, F.G. (Eds.) *The ocean basins and Margins*, v.3, The Gulf of Mexico and the Caribbean: *Plenum Press*, New York, p. 325-420.

Smith, F. D., 1962. **Mapa Geológico Tectónico del Norte de Venezuela**. *I Cong. Venez. Sism. Ing. Sism.*, Caracas.

Soulas, J. P., y Y. P. Aggarwal, 1982. **Recent tectonics of southern Venezuela Andes: Geological and Sismological data**. *A.G.U. Fall Meeting, San Francisco; E.O.S.*, 63(45): 1125-1126.

Soulas, J. P., 1983-a. **Tectónica cuaternaria de la mitad Sur de los Andes Venezolanos-Grandes Rasgos**. *Simposio de Neotectónica, Sismicidad y Riesgo Geológico en Venezuela y el Caribe, XXXIII Conv. AsoVAC, Caracas, Acta Cient.Venezolana*, 34-1: 525 (Resumen).

Soulas, J. P. y C. Giraldo, 1983-b. **Tectónica cuaternaria en las fallas de Valera y de Tuñame-Andes Centrales de Venezuela**. Simposio de Neotectónica, Sismicidad y Riesgo Geológico en Venezuela y el Caribe, XXXIII Conv. AsoVAC, Caracas, Acta Científica Venezolana, 34-1: 525 (Resumen).

Soulas, J. P., 1983-c. **Mapa Preliminar de Tectónica Cuaternaria**. *Simposio de Neotectónica, Sismicidad y Riesgo Geológico en Venezuela y el Caribe, XXXIII Conv. AsoVAC*, Caracas, Acta Científica Venezolana, 34-1: 513 (Resumen).

Soulas, J. P.; C. Rojas; A. Singer; C. Beltrán y M. Lugo, 1985. **Actividad cuaternaria y características sismogénicas de las fallas de Boconó, Valera, Tuñame, Piñango, Piedemonte, Burro Negro-Mene Grande y otras**. Informe final de la primera fase. *Informe FUNVISIS para INTEVEP*, Caracas. 58: 2, mapas anexos.

Tricart, J. y M. Michel, 1965. **Monographie et carte geomorphologique de la région de Lagunillas (Andes Venezueliennes)**. *Rev. Géomorphologie Dynamique*; XV Année; (1-2-3): 1-33.

Von Der Osten, E. y D. Zozaya, 1959. **Geología de la parte suroeste del Estado Lara, región de Quíbor** (Carta 2308); *Bol. Geol.*, 4: 3-52.

Weingarten, B., 1977. **Tectonic and paleoclimatic significance of a Late Cenozoic red-earth paleosol from the central Andes, Venezuela**: Abstracts, *8th Carib. Geol. Conf.*, Curacao, p. 221.