

CARTOGRAFÍA NEOTECTÓNICA DE LA FALLA DE BOCONÓ ENTRE TABAY Y LA TOMA, MÉRIDA– VENEZUELA

Miguel Alvarado¹; Gabriela Cantos¹; Edwin Pérez¹; Franck Audemard²

Forma de citar: Alvarado, M., Cantos, G., Pérez, E., y Audemard, F. 2015. Cartografía neotectónica de la Falla de Boconó entre Tabay y La Toma, Mérida - Venezuela. Boletín de Geología, 37 (2): 47-55.

RESUMEN

La Falla de Boconó es el principal accidente geológico del occidente Venezuela que se extiende por más de 500 km en dirección SO-NE. Esta falla posee una importante complejidad estructural en los andes venezolanos. En la zona entre las poblaciones de Tabay y La Toma, estado Mérida, se ha identificado que la falla se dispone de forma paralela y en algunos casos controla, al valle del río Chama. En tal sentido, este trabajo se basó en la búsqueda de rasgos geomorfológicos producidos por el movimiento de la falla los cuales se presentan de forma constante y consistente a lo largo de ella. Para ello, se realizó un análisis fotogeológico con las fotografías aéreas disponibles de la zona a escalas 1:25.000 (misión 010473), 1:40.000 (misión A34) y fotografías aéreas a escala 1:35.000 (misión 0503110), donde se pudieron describir la mayoría de los rasgos que luego fueron corroborados directamente en el campo. En gran parte del tramo analizado, la falla se presenta como una traza única con marcadores geomorfológicos que evidencian movimientos rumbo deslizante dextrales con componente normal. Al sureste de la población de Tabay se observó la terminación de un segmento de falla que se extiende desde el suroeste, originando un gran lomo de presión. También se pudo corroborar la existencia de una cuenca en tracción en la zona de Mucuchíes, debido a que la falla experimenta un cambio de rumbo en sentido horario.

Palabras clave: tectónica activa, Falla de Boconó, Mérida, Andes de Venezuela.

NEOTECTONIC CARTHOGRAPHY OF BOCONÓ FAULT IN THE SEGMENT TABAY – LA TOMA, MÉRIDA– VENEZUELA

ABSTRACT

The Boconó fault is the most important and distinctive geological feature of western Venezuela. It runs for more than 500 km in the southeast-northwest direction with significant implication on the complex structure of the Venezuelan Andes. Between the towns of Tabay and La Toma of Mérida state, it has been identified some segments of the fault parallel to the valley of Chama river. The overall geometry is rectilinear with the Chama basin located over the trace of the fault. This work attempts to describe the persistence and consistence of the geomorphological traits that have been produced by the most recent fault movements. Making use of the available aerial photography (scale: 1:25.000, 1:35.000 and 1:40.000) and field assessment, it was found that throughout much of the trace, the Boconó fault has a dextral strike-slip movement with a normal component. In particular, at southeast of Tabay town, it was observed that a fault segment, coming from the southwest, ends in a remarkable pressure ridge. It was also corroborated in Mucuchies town, a pull-apart basin due to the fact that the fault changes its pathway clockwise.

Keywords: active tectonics, Boconó Fault, Mérida, Andes de Venezuela

¹ Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería Geológica, Grupo TERRA, Mérida Venezuela. alvaradom@ula.ve, gabbycantos@gmail.com, gudrusk@hotmail.com, faudemard@funvisis.gob.co

² FUNVISIS, Departamento de Ciencias de la Tierra, Caracas, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La Falla de Boconó es el rasgo estructural activo más importante de los Andes venezolanos y ha sido objeto de estudio durante mucho tiempo. Desde el trabajo presentado por Rod (1956), donde la califica como una falla de rumbo dextral, ésta ha sido analizada e interpretada en muchos trabajos que además le atribuyen movimientos verticales producto de complicaciones tectónicas que surgen por los cambios de la geometría de la traza activa (Schubert 1980, Schubert 1982, Soulas 1985, Ferrer 1988, Audemard *et al.* 1999, Alvarado 2008).

Por ser una falla activa, la Falla de Boconó junto con la de Oca-Ancón, San Sebastian y El Pilar, forman parte del eje simogénico principal que se encuentra al norte y al oeste de Venezuela (Soulas 1986).

En campo, esta falla puede reconocerse por las modificaciones que produce en la morfología terrestre y por los rasgos geomorfológicos que dan indicio de actividad geológica reciente, los cuales atestiguan que en efecto es una falla activa (Schubert, 1980). A lo largo de toda su extensión se han observado y cartografiado geoforras cuaternarias producidas por la actividad de esta falla que han permitido establecer un conjunto de trazas paralelas y subparalelas propias de un sistema de falla.

Con el fin de contribuir en la cartografía de la Falla de Boconó en los andes de Mérida, este trabajo se enfocó en estudiar su comportamiento entre Tabay y La Toma (FIGURA 1); el cual involucró la cartografía de la(s) traza(s) activa(s) sustentado en el estudio de las evidencias geomorfológicas de fallamiento activo en el área. Este trabajo se llevó a cabo, mediante la interpretación fotogeológica, seguida de la verificación de los rasgos geomorfológicos y estructurales en campo.

LA FALLA DE BOCONÓ

La Falla de Boconó es uno de los rasgos neotectónicos más importantes de la parte noroccidental de América del Sur. La traza activa de esta falla, se caracteriza por presentar un movimiento transcurrente dextral, tener una traza superficial más o menos continua de aproximadamente 500 km, y frecuentes fallas que convergen o divergen con la traza principal. Se extiende en el occidente venezolano en dirección SO-NE entre la población de San Cristóbal, ubicada en proximidad de la frontera con Colombia y la población de Morón en la costa caribeña de Golfo Triste (Audemard, 2009). Esta falla genera una zona de fractura que se sitúa casi

en posición axial a la cordillera andina, aprovechada por grandes ríos para entallar sus valles, lo que hace que sea claramente demarcada (Audemard 2003).

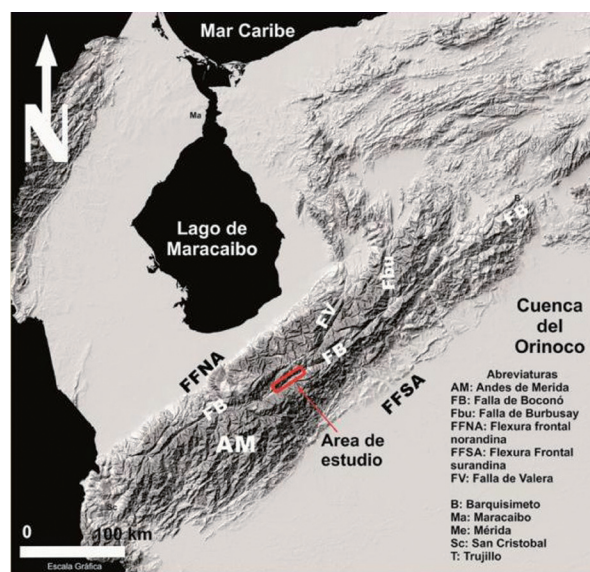


FIGURA 1. Ubicación del área de estudio en referencia a los Andes venezolanos. Modificado de Audemard (2009).

En su extremidad sur, la falla se conecta con el sistema de piedemonte llanero colombiano a través del sistema de fallas Chinacota - Bramón, luego de sufrir dos inflexiones en ángulo recto opuesto en la estructura conocida como Punzón de Pamplona (Boinet, 1985, en Audemard, *et al.* 2008). En su extremo norte, la falla tuerce 45° en forma horaria para conectarse al sistema de fallas dextrales de dirección este-oeste que corren al norte de Venezuela continental (Falla de San Sebastián y El Pilar) (Audemard and Audemard, 2002).

La tectónica activa de Venezuela está relacionada con un complejo marco geodinámico que involucra la interacción entre las placas del Caribe, Suramericana y Nazca, en conjunto con otros bloques continentales de menores dimensiones entrampados entre estas placas (Audemard, 2000). Ampliamente se ha aceptado que la placa del Caribe se mueve aproximadamente hacia el este respecto a la placa Suramérica (Bell, 1972; Pindell and Dewey, 1982; Sykes *et al.*, 1982), generando una zona de deformación transpresional (compresiva-transcurrente) de más de 100 km de ancho (Audemard y Singer, 1997) que se extiende hacia el SO a lo largo de los Andes de Mérida, donde ambos piedemontes y la cadena montañosa son acortados transversalmente en dirección NO-SE. Mientras que, la Falla de Boconó acomoda este régimen de esfuerzos a través de un movimiento transcurrente dextral (Audemard *et al.*, 2005).

El régimen compresivo transcurrente es responsable de la formación del cinturón de deformación activo venezolano, caracterizado por la partición de esfuerzos. La deformación al norte de Los Andes está caracterizada por cadenas de montañas asociadas, principalmente, a fallas inversas y rumbo deslizante con direcciones preferenciales N-S a NE-SO (Taboada *et al.*, 2000). Al oeste de Venezuela, la frontera de placas alcanza unos 600 km de ancho y comprende un conjunto de bloques tectónicos que se acomodan y reajustan entre las placas mas grandes (Caribe, Suramérica y Nazca), entre los cuales resalta el bloque de Maracaibo (Audemard, 2000).

LA FALLA DE BOCONÓ ENTRE TABAY Y LA TOMA

Aspectos generales

El tramo de falla aquí estudiado está ubicado en la parte alta de la cuenca del río Chama, donde se han reconocidos procesos geomorfológicos típicos de valles intramontanos con influencia tectónica y de climas gobernados por periodos de glaciaciones e interglaciaciones (Tricart y Michel, 1966). En la parte alta de la cuenca del río Chama, los rellenos de valles corresponden a los típicos depósitos longitudinales y transversales fundamentalmente de origen fluvial pero también de origen glacial, fluvio-glacial y coluvial (Schubert y Vivas, 1993). A partir de los 2.800 m.s.n.m. predominan los sedimentos de origen glacial. Los sedimentos detríticos coluviales aparecen a lo largo

de toda la zona muy localizados como producto de deslizamientos (Schubert y Vivas, 1993).

La traza activa que aflora está claramente demarcada por depósitos sedimentarios en forma de terrazas depositadas por el río Chama y cono-terrazas dispuestas de forma coalescentes que se encuentran deformados como consecuencia de del movimiento de la falla. Los marcadores que más resaltan en la zona son escarpes de fallas, depósitos cuaternarios deformados, drenajes controlados, drenajes desviados, trincheras de fallas, entre otros.

En gran parte de la zona de estudio, la falla se presenta en forma casi rectilínea dentro del valle del río Chama (FIGURA 2), donde se pueden medir escarpes con saltos verticales que oscilan entre los 3 a 15 m. Así mismo, se pudieron observar marcadores geomorfológicos que refleja un movimiento rumbo deslizante dextral. En el caso del cono que se encuentra al suroeste de la población de Mucurubá, donde se logró estimar movimientos laterales de aproximadamente 50 m, mientras que justo al sur de esta misma población se logró medir desplazamiento de 150 m sobre una cresta de un pequeño cerro que se encuentra desplazada (FIGURA 3). Es de hacer notar que esta segunda estimación se hace sobre un cuerpo granítico de la Asociación Sierra Nevada donde se ha registrado mayor acumulación de movimiento y es por ello que existe una gran diferencia entre la primera y la segunda estimación.

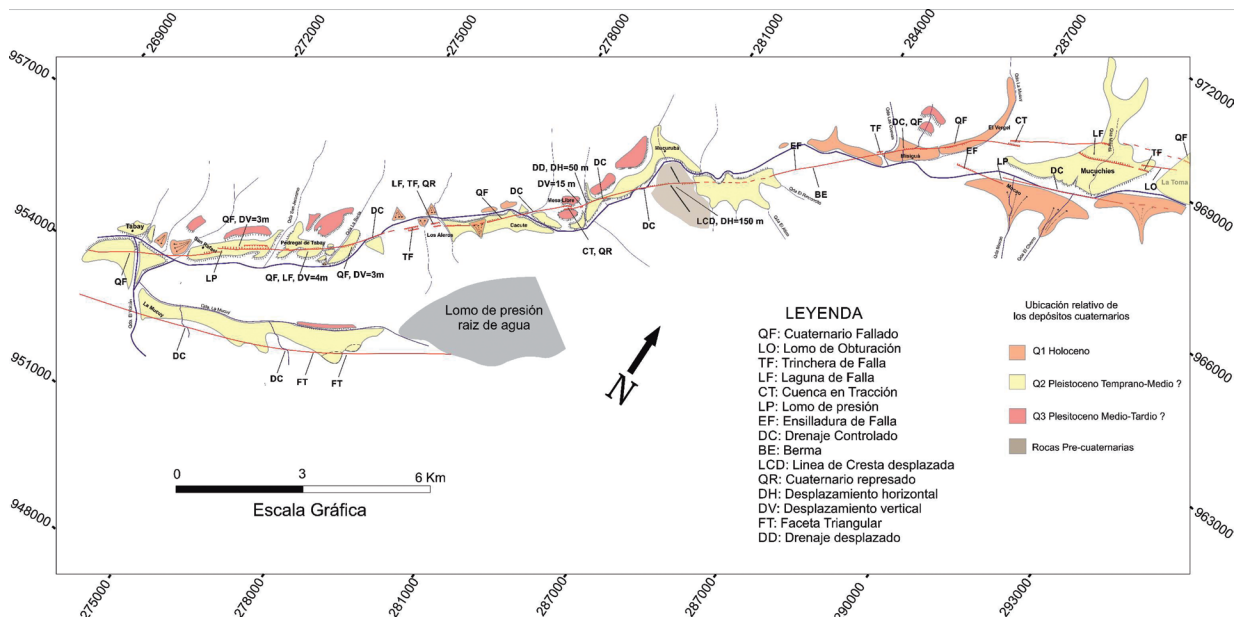


FIGURA 2. Mapa de la Falla de Boconó entre las poblaciones de Tabay y Macuchies. La traza de la falla fue cartografiada según los criterios geomorfológicos explicados en la leyenda. La falla se muestra en línea roja

Al oeste de la población de Macuchíes la Falla de Boconó tuerce a 30° en el sentido de las manecillas del reloj, donde se originan esfuerzos transtensivos, dando origen a una cuenca en tracción descrita por primera vez en (Schubert 1980). En este punto la falla se divide en dos trazas que delimitan bien dicha cuenca, una de ellas pasa al norte de la ciudad de Macuchíes y la otra hacia el sur de la misma siguiendo el cauce del río Chama.

Hacia el sur oeste de la zona de estudio, al margen izquierdo del río Chama, la Falla de Boconó presenta una traza bien demarcada que se encuentra de forma paralela al valle, del mencionado río y que cruza en

sentido horario casi a 90° cuando alcanza al abanico dejado por la quebrada la fría, continuando hacia el cono-terrazza donde se asenta la ciudad de Mérida (Corredor y Dugarte 2010). En la zona de estudio, dicha traza culmina al sur de la población de Tabay donde es aprovechada por la quebrada La Mucuy para entallar el valle rectilíneo paralelo al valle del río Chama. Posiblemente la culminación de este segmento origina esfuerzos transpresivos que dan origen al relieve en forma cómica de rocas metamórficas de la Asociación Sierra Nevada y que está delimitado hacia el sur por la quebrada el Loro y hacia el norte por una depresión que contiene sedimentos cuaternarios represado conocido como La Ciénaga.

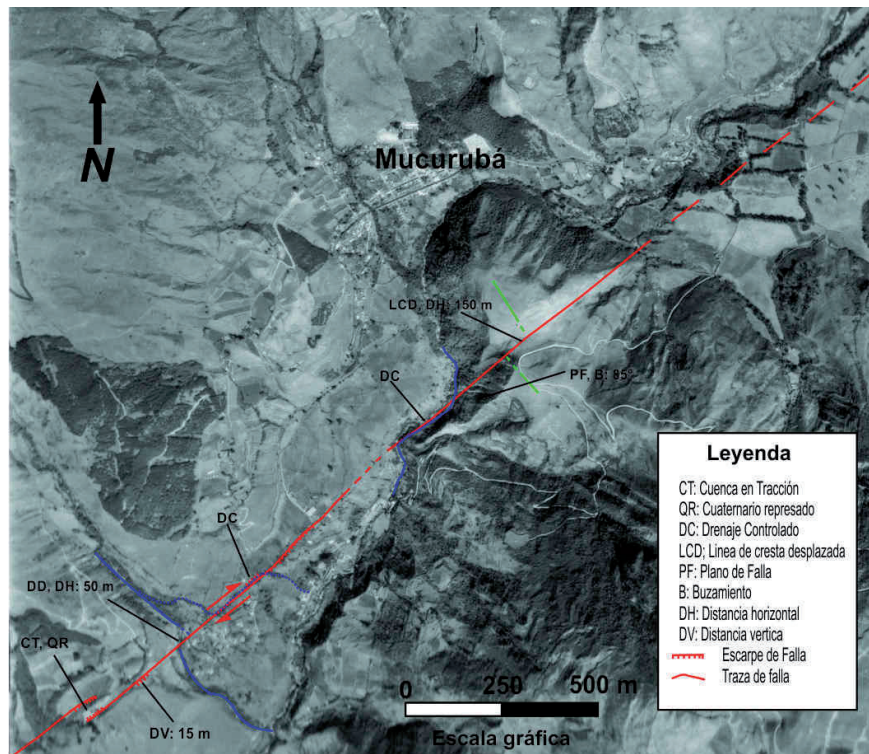


FIGURA 3. Evidencias de desplazamiento lateral dextral de la Falla de Boconó en la zona de Mucurubá. En línea verde se muestra la cresta desplazada de un cerro muy redondeado de rocas ígneas del Complejo Iglesias. Nótese también el drenaje desplazado al suroeste de Mucurubá. Fotografía aérea misión 010480 -3801.

Aspectos geomorfológicos

Para hacer una mejor descripción de los rasgos geomorfológicos de la falla ésta se ha subdividido en tres tramos. El primero que va desde la población de Tabay hasta el parque Los Aleros, el segundo desde el parque Los Aleros hasta el sector Misiguá y el tercero desde el sector Misiguá hasta la población de La Toma.

Tramo Tabay - Parque Los Aleros: este primer tramo se caracteriza principalmente por rasgos observados

sobre los cono-terrazas y abanico aluviales que se encuentran a lo largo del río Chama. En el caso del abanico originado por la quebrada La Mucuy, se evidencia un ligero quiebre de pendiente en su parte distal y un ligero desplazamiento dextral que se observa justo en el cauce de la quebrada. Hacia el noroeste de la población de Tabay existen dos cono-terrazas coalescentes originados por las quebradas San Jerónimo y La Sucia. Estos cono-terrazas han sido disectados por la falla produciendo una serie de escarpes, contra escarpes y trincheras que en algunos

casos, han sido modificados para la construcción de viviendas como es el caso del sector San Rafael de Tabay (FIGURA 4a). En las zonas menos pobladas, en el sector El Pedregal de Tabay, donde los escarpes se conservan, se ha podido medir desplazamientos verticales entre 3 y 4 m de altura. En algunos casos se generan escarpes y contra escarpes que son producidos por el desplazamiento lateral de relieves cóncavos que corta la falla (FIGURA 4b). Los contra escarpes ocasionalmente funcionan como represas de los drenajes que bajan de la vertiente norte produciendo pequeñas lagunas de falla (LF) (FIGURA 4c). Ente el

sector El Pedregal de Tabay y Cacute, las expresiones geomorfológica dejados por la falla se encuentra menos continuas sin embargo, existen algunos marcadores que muestran su trayectoria principal. Los más resaltante son un segmento del río Chama controlado por la falla, dos trincheras de falla seguidas, situadas en el margen izquierdo del río, donde se pudo determinar que en una de ellas existe una laguna de falla y es donde actualmente se encuentra el Parque Los Aleros (FIGURA 4d). La otra con menor tamaño se puede observar claramente cómo se alinea a la primera (FIGURA 5a).



FIGURA 4. Escarpes (EF) y contra escarpes de falla (CE) encontrados en depósitos cuaternarios. **a)** En la zona de San Rafael de Tabay se puede observar el CE de aproximadamente 3 m de altura, **b)** CE y EF producido por el movimiento lateral de la superficie del cono-terrazza que presenta forma cóncava, **c)** Laguna de falla (LF) producida por el represamiento de aguas de escorrentías detrás de un EF, **d)** EF de aproximadamente 3 m de alturas justo paralela a la carretera del páramo. La falla está orientada en sentido noroeste (NE) –suroeste (SO).

Tramo Parque Los Aleros - Sector Misiguá: este tramo se caracteriza por presentar escarpes sobre depósitos sedimentarios cuaternarios como el encontrado justo al este del parque Los Aleros donde se presenta en forma de cono-terrazza. En esta zona el escarpe tiene aproximadamente 2 m de altura y es parcialmente cubierto por un pequeño cono que se depositó sobre el cono-terrazza. En el sector Mesa Libre, nuevamente en la vertiente derecha del río Chama, existe un remanente de depósito en forma de terraza topográficamente más alto que los antes mencionados, ese depósito se encuentran claramente cortado por la falla produciendo una gran trinchera. (FIGURA 5b). Al noreste de Mesa Libre la quebrada Cacute se encuentra desplazada

50 m en forma dextral al igual que un drenaje intermitente contiguo a esta quebrada. Probablemente el rasgo más notorio por su tamaño es un cuerpo granítico del complejo iglesias cuya topografía es de montaña en forma de loma, cortada y desplazada dextralmente. Aquí se puede observar claramente un plano de falla cuyo ángulo aproximadamente es de 85° y desplazamiento lateral aproximadamente de 150 m (FIGURA 5c). Antes de llegar a la zona de Misiguá justo al suroeste a la población de Mucuchíes, se siguen presentando evidencias como el control del cauce del río Chama y quebradas afluentes, escarpes en depósitos sedimentarios cuaternarios, pequeñas trincheras de falla y algunas ensilladuras de falla (FIGURA 2).

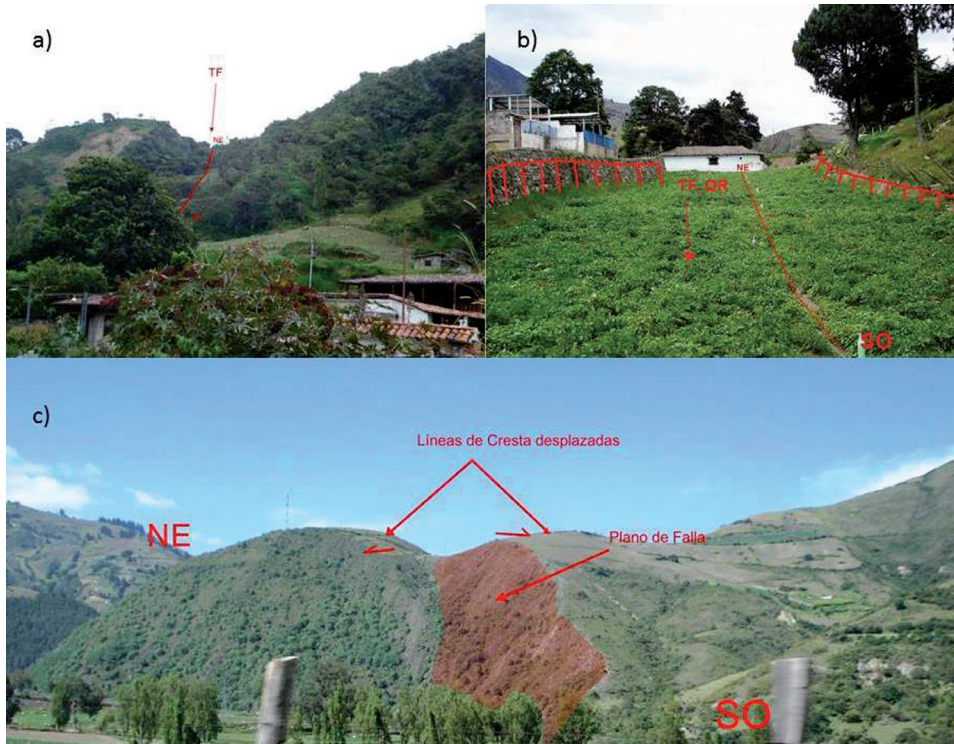


FIGURA 5. **a)** trinchera de falla (TF) que se encuentra al SO de Los Aleros, **b)** Trinchera de falla en el sector Mesa Libre. El sector que se encuentra cultivado son sedimentos cuaternarios que se encuentra represado (QR) dentro de la trinchera. La tendencia de la falla se demarca con una línea roja. **c)** Plano de falla (sombreado en rojo) que se encuentra expuesto en un domo granítico del Complejo Iglesias.

Tramo Misiguá - La Toma: esta zona es el punto de inicio de la cuenta en tracción de Macuchíes (Schubert 1980). Sobre los depósitos sedimentarios dejados por la quebrada La Musuy, se observa un escarpe que va en una dirección casi paralela a la quebrada, parcialmente tapado por un pequeño cono que se originó sobre la ladera de la vertiente derecha (FIGURA 6a). En este punto la traza cambia su dirección a unos 30° aproximadamente en un sentido horario para luego tomar un rumbo este-oeste. La cresta que limita la quebrada La Musuy y el cono-terrazza de Macuchíes, presenta un pequeño colapso topográfico como producto de una pequeña cuenca de tracción (FIGURA 6a y 6b). La traza continua hacia el este y corta la parte media del cono-terrazza donde se encuentran la población de Mucuchíes originando un contra escarpe trasversal al cono terrazza. Producto de este contra escarpe, se forma un desnivel topográfico que sirve como presa de las aguas de escorrentía haciendo una gran ciénaga (FIGURA 6c). La traza continua hacia el este donde los rasgos principales son una trinchera de falla y un lomo de obturación hasta llegar al gran abanico dejado por la quebrada La Toma donde nuevamente produce un gran escarpe.

Hacia el sur de la población de Macuchíes, una segunda traza con dirección este-oeste, origina un cuello de falla sobre la misma cresta divisoria de la quebrada La Musuy y el cono-terrazza Macuchíes (FIGURA 6d). Siguiendo hacia el este, esta traza hace un pequeño salto sinistral originando un pequeño lomo de presión, luego prosigue al pie del cono terrazza de Macuchíes donde controla parcialmente el cauce del río Chama proyectándose hacia el este.

La cuenca en Tracción de Macuchíes ha sido mapeada desde Mucuchíes hasta Los Zerpas (Soulas 1985, Audemard *et al.* 1999) donde las dos trazas cortan depósitos glaciares y evidencian movimientos rumbos deslizante dextrales.

DISCUSION

La zona de estudio se caracterizó por presentar una traza continua bien definida, cuyos rasgos geomorfológicos permitieron establecer una cinemática con componente principalmente transcurrente dextral y con dirección similar al sistema de fallas de Boconó, el cual según Schubert (1982) y Rod *et al.* (1958) tiene un rumbo aproximado de N 45° E, atravesando de forma oblicua Los Andes venezolanos (FIGURA 2).

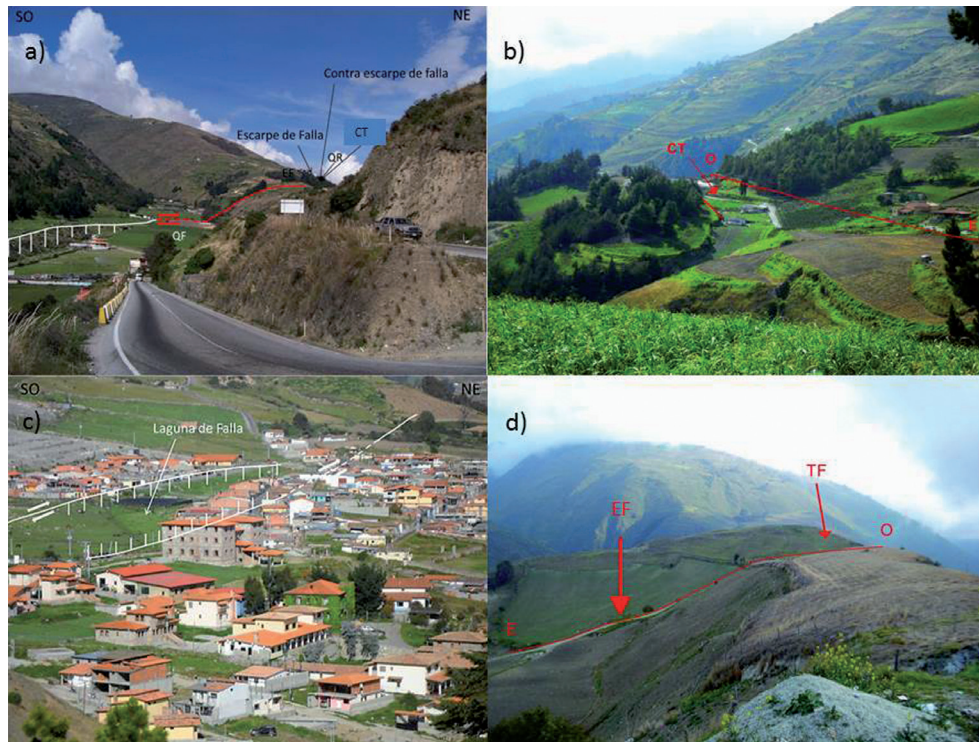


FIGURA 6. Geoformas encontradas en la zona donde comienza a formarse la cuenca en tracción de Macuchies. **a)** escarpe de falla sobre los depósitos dejado por la quebrada la Musuy (mostrado en línea blanca). Nótese también el lugar donde se encuentra una pequeña cuenca en tracción. **b)** vista de la cuenca de tracción (CT) mostrada en la FIGURA 6a, **c)** Laguna de falla encontrada sobre el conoterraza de Mucuchies, **d)** Trinchera de Falla (TF) y Escarpe de Falla (EF) que se observan en la cresta divisoria de la quebrada La Musuy y el cono-terrazza de Macuchies.

Con la cartografía a detalle de la Falla de Boconó se ha logrado establecer nuevas segmentaciones de la traza activa. Al sur de la población de Tabay, en el sector la Mucuy, se pudo observar la terminación de un segmento que se extiende desde el sur de la ciudad Mérida (Corredor y Dugarte, 2010). Esta culminación está bien marcada por el control de gran parte de la quebrada la Mucuy y el lomo de presión situado en el sector de Raíz de Agua. A esta altura, la traza hace un relevo sinestral con una traza de orientación noreste- suroeste paralela al cauce del río chama hasta llegar a la población de El Vergel donde tuerce aproximadamente 30° para producir la cuenca en tracción Mucuchies, la cual fue descrita por primera vez por Schubert (1980). Es en este punto donde la falla nuevamente se divide dos trazas principales. Una que pasa por el norte de la población de Macuchies y otra por el sur delimitando la cuenca en tracción.

La gran cantidad de sedimentos cuaternarios que se encuentran en forma de cono-terrazas y terrazas disectados por las trazas observadas, han dejado evidencias la actividad reciente de la falla. Algunas de estas evidencias se pudieron usar como marcadores para

medir movimientos verticales (escarpes que oscilan entre los 3 a 15 m) y movimientos horizontales (caso del drenaje desplazado aproximadamente 50 m al oeste de Mucurubá). Tomando en cuenta de que no existen dataciones absolutas de estos sedimentos cuaternarios, no se pudo establecer tasas de movimientos para la falla.

En el domo granítico cortado por la falla, se pudo observar que la inclinación del plano de falla es aproximadamente 85° con buzamiento al norte. Como es de esperar en una falla con cinemática predominantemente rumbo deslizando.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal que labora en la Fundación para la Prevención del Riesgo Sísmico (FUNDAPRIS) de la Universidad de Los Andes, en especial al Lic. Martin Rengifo y a la Ing. Reina Aranguren, por toda la colaboración prestada, así como a la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) por el aporte económico.

REFERENCIAS

- Alvarado, M. 2008. Caracterización neotectónica de la cuenca de tracción la González, Mérida Venezuela. Tesis. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Venezuela.
- Audemard, F.A., y Singer, A. 1997. La Ingeniería de Fallas Activas en Venezuela: historia y estado del arte. Seminario Internacional de Ingeniería Sísmica: Aniversario del Terremoto de Caracas de 1967. Universidad, Católica Andrés Bello, Caracas, 11–27.
- Audemard, F.A., Pantosti D., Machette, M., Costa, C., Okumura, K., Cowan, H., Diederix H., y Ferrer, C. 1999. Trench investigation along Mérida section of the Boconó Fault (central Venezuela Andes), Venezuela. *Tectonophysics*, 308, 1-21.
- Audemard, F.A. 2000. Geomorphic and geologic evidence of ongoing uplift and deformation in the Merida Andes, Venezuela. *Quaternary International*, 101-102: 43-65.
- Audemard, F.E., and Audemard, F.A. 2002. Structure of the Mérida Andes, Venezuela: relations with the South America–Caribbean geodynamic interaction. *Tectonophysics*, 345: 299-327.
- Audemard, F.A. 2003. Geomorphic and geologic evidence of ongoing uplift and deformation in the Mérida Andes, Venezuela. *Quaternary International* 101-102, 43-65.
- Audemard, F.A., Romero, G., Rendón, H., and Cano, V. 2005. Quaternary fault kinematics and stress tensors along the southern Caribbean from microtectonic data and focal mechanism solutions. *Earth-Science Reviews*, 69: 181-233.
- Audemard, F.A., Ollarves, R., Bechtold, M., Díaz, G., Beck, C., Carrillo, E., Pantosti, D. and Diederix, H. 2008. Trench investigation on the main strand of the Boconó fault in its central section, at Mesa del Caballo, Mérida Andes, Venezuela. *Tectonophysics*, 459: 38–53.
- Audemard, F. 2009. Falla de Boconó. Atlas de deformaciones cuaternarias de Los Andes. Publicación Geológica Multinacional, 7: 259 – 271.
- Bell, J. 1972. Geotectonic evolution of the southern Caribbean area. *Geological Society of American, Memoir* 132, 369-386.
- Boinet, T. 1985. La frontiere meridionale de la plaque caraibe aux confins colombo-venezueliens (Norte de Santander Colombia): donnees geologiques. Ph.D. thesis, universite de Paris VI: 204.
- Corredor, Z., y Dugarte, L. 2010. El Cuaternario en el Área Metropolitana de Mérida: Una visión General Tesis para optar el título de Ingeniero Geólogo, Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería. Mérida, Venezuela.
- Ferrer, C. 1988. Una revisión sobre las características geológicas de un segmento de fallas de Boconó: Sector Tabay-Estanques, Estado Mérida. Venezuela. Tesis Para optar título de Master, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Mérida, Venezuela.
- Pindell, J., and Dewey, J. 1982. Permo- Triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the gulf of Mexico/Caribbean region. *Tectonics*, 1 (2): 179-211.
- Rod, E., Jefferson, C., Von der Osten, E., Mullen, R., and Graves, G. 1958. The determination of the Boconó fault. *Asociación Venezolana de Geología, Minas y Petróleo*, 1: 69- 100.
- Rod, E. 1956. Strike-slip fault of Northern Venezuela. *American Association of Petroleum Geologists* 40: 457-476.
- Schubert, C. 1980. Morfología neotectónica de una falla rumbo-deslizantes e informe preliminar sobre la Falla de Boconó, Andes merideños. *Acta científica venezolana*. 31: 98-111.
- Schubert, C. 1982. Neotectonics of Boconó Fault, western Venezuela. *Tectonophysics*, 85: 205-220.
- Schubert, C., y Vivas, L. 1993. El Cuaternario de la Cordillera de Mérida. Andes venezolanos. Publicación Universidad de Los Andes, talleres Gráficos Universidad de Los Andes, II edición, 344 p.
- Soulas, J.P. 1985. Neotectónica del flanco occidental de los Andes de Venezuela entre 70°300 y 71°000W (Fallas de Boconó, Valera, Piñango y del Piedemonte). VI Congreso Geológico Venezolano, Caracas 4, pp. 2690–2711.
- Soulas, J.P. 1986. Neotectónica y tectónica activa en Venezuela y regiones vecinas. VI Congreso Geológico Venezolano, Tomo 10, Caracas, pp. 6639-6656.

Sykes, L., McCann, W., and Kafka, A. 1982. Motion Caribbean plate during last 7 million years and implications for earlier Cenozoic movements. *Journal of Geophysical Research*, 87(B13): 10656-10676.

Taboada, A., Rivera, L., Fuenzalida, A., Cisternas, A., Philip, H., Bijwaard, H., Olaya, J., and Rivera, C. 2000. Geodynamics of the northern Andes: Subductions and Intracontinental deformation (Colombia). *Tectonics*, 19: 787-813.

Tricart, J. 1966. Geomorfología del Área de Mucuchies. *Revistas Geográficas*. VII: 31-42.

Trabajo recibido: mayo 22 de 2012
Trabajo aceptado: septiembre 19 de 2014