

# EFFECTO EN LA DEFORMACIÓN CENOZOICA DE UN DIFERENCIAL BATIMÉTRICO CRETÁCICO: EL CASO DEL SISTEMA DE FALLAS TAXCO-SAN MIGUEL DE ALLENDE, MÉXICO

**Susana A. Alaniz-Álvarez**

*Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Apdo. Postal 1-742, 76001 Querétaro, Qro., México, alaniz@geociencias.unam.mx*

**Angel Francisco Nieto-Samaniego**

*Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Apdo. Postal 1-742, 76001 Querétaro, Qro., México, afns@geociencias.unam.mx*

## INTRODUCCION

En el centro de México se encuentra el sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende, un lineamiento NNW-SSE que separa varias provincias geológicas (Figura 1); es la única estructura conocida que atraviesa la Faja Volcánica Transmexicana, la cual es el arco volcánico más joven de México. En este trabajo se da una explicación sobre la localización de este sistema de fallas, el cual es inusual ya que corta los sistemas predominantes regionales, la actividad de las fallas varía en el tiempo y la magnitud de los desplazamientos varía en el espacio.

## CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE FALLAS TAXCO-SAN MIGUEL DE ALLENDE

Demant (1978) nombró “lineamiento Taxco-San Miguel de Allende” a un rasgo estructural que cruza la FVTM con una orientación NNW-SSE. Él propuso que esta estructura tuvo un movimiento lateral derecho durante el Mioceno, basado en el desplazamiento aparente de la FVTM al ser cruzada por esta estructura. En la última década se han aportado una gran cantidad de datos sobre este lineamiento y no obstante que se prolonga más allá de los sitios que originalmente se consideró, se decidió mantener Taxco y San Miguel de Allende en el nombre de esta estructura por lo conocida que es en la comunidad geológica mexicana. De esta manera, se le llama sistema de fallas Taxco-San Miguel de Allende (SFTSMA) al conjunto de fallas con orientación *ca.* N-S, NNW-SSE que atraviesan el centro de México y que divide bloques corticales con diferentes historias geológicas, espesores de la corteza y topografía distintos (Alaniz-Alvarez, *et al.*, 2002a). Su principal manifestación geofísica es una anomalía magnética significativa (Molina-Garza y Urrutia-Fucugauchi, 1993).

Estudios recientes sobre el SFTSMA muestran que su longitud es de más de 450 km de largo, abarcando desde más al norte de la Sierra de Catorce, S.L.P. hasta el estado de Guerrero, y llega a tener hasta 30 km de ancho (Alaniz-Alvarez *et al.*, 2002a) (Figura 2). El SFTSMA incluye fallas con longitudes que van de 15 a 50 km. La cinemática, desplazamiento y edad de las fallas mayores de este sistema han sido cuidadosamente documentadas por diversos autores: Las fallas del graben de Villa de Reyes (Tristán-González, 1986), la falla San Miguel de Allende en la Mesa Central (Nieto-Samaniego y Alaniz-Alvarez, 1994); las fallas San Bartolomé, Tlacote y Querétaro, en la transición de la Mesa Central y la FVTM (Alaniz-Alvarez *et al.*, 2001); las fallas La Cuesta y Lagunillas – Huimilpan (Dávalos, 2004), Epitacio Huerta y Perales en la FVTM (Suter *et al.*, 1995); el sistema de pilares y fosas tectónicas al sur del Nevado de Toluca en la parte meridional de la FVTM (García-Palomo *et al.*, 2000); y las fallas Taxco, San Gregorio, Coapango y Acamixtla (Alaniz-Alvarez *et al.* 2002b) y la cabalgadura Teloloapan (Cabral-Cano *et al.*, 2000) en la parte septentrional-central de la Sierra Madre del Sur.

Dentro de la Faja Volcánica Transmexicana, la presencia del SFTSMA es evidenciada por fallas normales transversales al sistema principal de fallas Chapala-Tula en las regiones de Querétaro, Acambay, El Oro, y Toluca (Flores, 1920), y por el alineamiento de 12 volcanes poligenéticos en la traza de esta estructura (Alaniz-Alvarez *et al.*, 1998). Este sistema continúa hacia el norte de la ciudad de San Luis Potosí formando el límite de una gran depresión tectónica que constituye la prolongación

norte del graben de Villa de Reyes hasta el norte de la Sierra de Catorce (Moreira-Rivera *et al.*, 1996). Hacia el sur, el límite poniente de la Plataforma Guerrero-Morelos lo constituye una serie de fallas N-S a las que pertenece la cabalgadura Teloloapan, las cuales limitan la secuencia volcanosedimentaria marina mesozoica del Complejo Metamórfico Tierra Caliente, poniéndola en contacto con la secuencia mesozoica marina carente de material volcánico de la Plataforma Guerrero-Morelos (Cabral-Cano *et al.*, 2000; Salinas-Prieto, *et al.* 2000) (Figura 1A).

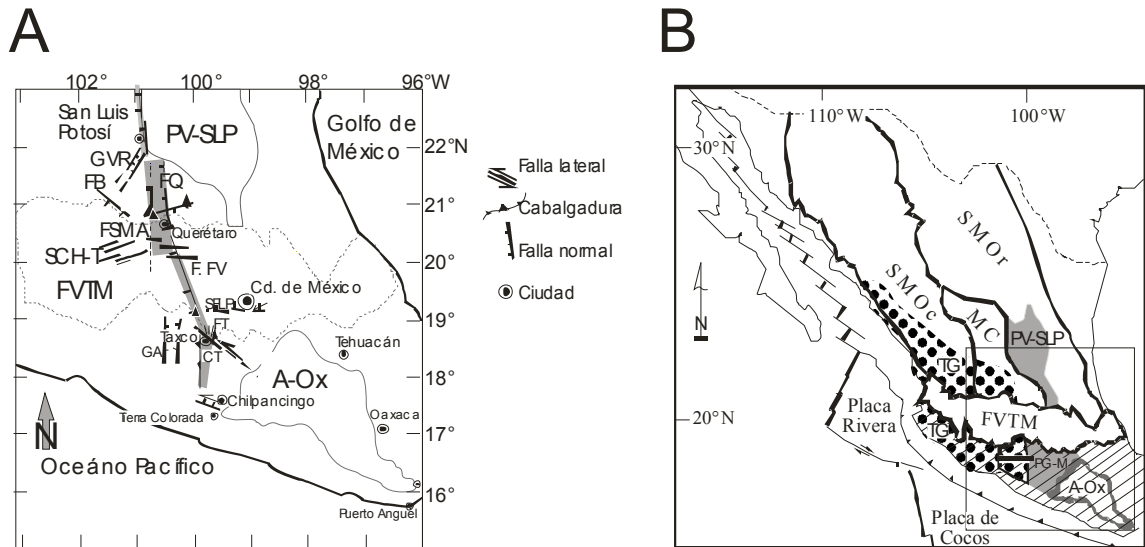


Figura 1A. Esquema que muestra la localización del Sistema de Fallas Taxco san Miguel de Allende (en gris) y de algunos otros sistemas de fallas del centro de México. GVR: Graben de Villa de Reyes, FB: Falla del Bajío, SCH-T: Sistema de fallas Chapala-Tula, SFLP: sistema de fallas La Pera, CT: Cabalgadura Teloloapan, FQ: fallas en Querétaro, F.FV: Fallas en la FVTM, FT, Fallas en Taxco. B. Provincias fisiográficas del centro de México: SMOC: Sierra Madre Occidental, MC: Mesa Central, FVTM: Faja Volcánica Transmexicana, TG: secuencias volcanosedimentarias mesozoicas, CMTC: Complejo Metamórfico Tierra Caliente, PG-M: Plataforma Morelos-Guerrero, PV-SLP: Plataforma Valles-San Luis Potosí, A-Ox: bloque Acatlán-Oaxaqueño.

La cinemática y edad de las fallas del SFTSMA han obedecido a la deformación de la provincia a la que pertenecen, así en la Mesa Central y en la FVTM la componente principal de movimiento ha sido normal y ha ocurrido en dos tiempos distintos, en el Oligoceno y en el Mioceno- Reciente (Alaniz-Alvarez *et al.*, 20002a), mientras que en la región de Taxco la componente principal fue lateral, con sentidos tanto derecho como izquierdo, ya que estuvieron sujetas a dos fases de deformación distintas ocurridas en el Eoceno tardío y Oligoceno temprano (Alaniz-Alvarez *et al.*, 2002b).

El ancho del SFTSMA es variable, dependiendo del número de fallas que acomodan la deformación. En la región de Querétaro la zona de falla tiene su máximo ancho con cerca de 30 km, abarca desde la falla San Miguel de Allende hasta la falla Querétaro, mientras que en las otras localidades es más angosto.

## EL SFTSMA COMO LÍMITE DE PROVINCIAS GEOLÓGICAS

Se ha mencionado que el SFTSMA se encuentra en el límite entre dos bloques corticales con distinta topografía, espesor de la corteza y distintas características geológicas (Alaniz-Alvarez *et al.* 2002a). Regionalmente, está entre la Mesa Central y la Sierra Madre Oriental; entre dos sectores de la FVTM con distintas características estructurales y tipo de volcanismo, y entre el Complejo Metamórfico Tierra Caliente y la Plataforma Guerrero-Morelos.

Hay un elemento paleogeográfico mayor de edad Cretácica que se localiza sobre el SFTSMA, el cual es el límite occidental de las plataformas marinas Valles – San Luis Potosí y Guerrero-Morelos. El límite de afloramientos de las secuencias volcanosedimentarias marinas que coincide con el SFTSMA se encuentra únicamente desde San Miguel de Allende hasta el sur de Teloloapan. En San Miguel de Allende se encuentra el contacto entre la Formación Soyatal, del Turoniano Medio (Hernández-Jáuregui *et al.*, 2000) y la secuencia volcanosedimentaria; sin embargo el volcanosedimentario se encuentra aflorando nuevamente al oriente en la Sierra de los Cuarzos, localizada al norte de la ciudad de Querétaro, entre las fallas San Miguel de Allende y Querétaro (Alaniz-Alvarez *et al.*, 2001). A partir de la sierra de los Cuarzos, 20 km al norte de la ciudad de Querétaro, los afloramientos de las rocas volcanosedimentarias mesozoicas se desvían hacia el noroeste (Centeno-García y Silva-Romo, 1997); sin embargo el límite de la plataforma Valle-San Luis Potosí continúa hacia el norte siguiendo la traza del SFTSMA.

En la región de Tlalpujahua y en el Oro, Mich. afloran las rocas volcanosedimentarias marinas mesozoicas en el lado poniente de la traza del SFTSMA (Flores, 1920), siendo éste el único afloramiento del basamento dentro de la FVTM. Al sur de la FVTM, Cabral-Cano *et al.* (2000) estudió la historia de deformación del Complejo Metamórfico Tierra Caliente, entre Arcelia y Teloloapan, para determinar la naturaleza de su límite oriental con la Plataforma Guerrero-Morelos. Ellos concluyen que el contacto forma parte de una serie de cabalgaduras de rumbo N-S generadas durante una deformación contractiva ocurrida a fines del Cretácico y por lo tanto correlacionable con la Orogenia Laramide. La cabalgadura de Teloloapan no presenta rasgos de una deformación mayor, como pudiera ser la presencia de metamorfismo de alta presión o bien de intensa deformación frágil. Cabral-Cano *et al.* (2000) concluyen que la cabalgadura de Teloloapan no es un límite entre bloques corticales sino la manifestación de un relieve antiguo sujeto a deformación compresiva.

## CONCLUSIONES

La traza del SFTSMA sigue el límite poniente de las plataformas continentales Valles-San Luis Potosí y Guerrero-Morelos (Figura 1). La traza norte-sur del SFTSMA coincide con el sitio de transición entre una zona de plataforma continental y una de mayor batimetría, el cambio de pendiente y las diferencias en espesores corticales existentes para el Cretácico, son el origen que nosotros proponemos para la discontinuidad con orientación norte-sur noroeste-sureste que controló la localización del fallamiento del SFTSMA durante el cenozoico.

**AGRADECIMIENTOS.** –*Este trabajo se hizo con financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Proyecto 41044-F y del Programa de Apoyo a la Investigación Científica de la UNAM, proyecto – IN102602.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alaniz-Alvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F., Ferrari, L., 1998, Effect of the strain rate in the distribution of monogenetic and polygenetic volcanism in the Transmexican Volcanic Belt: *Geology*, 26, 591-594.

Alaniz-Alvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F., Reyes-Zaragoza, M.A., Orozco-Esquivel, M.T., Ojeda-García, A.C., Vasallo-Morales, L. F., 2001, Estratigrafía y deformación de la región San Miguel de Allende-Querétaro: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 18, 129-148.

Alaniz-Alvarez, S.A., Nieto-Samaniego, A.F., Orozco-Esquivel, M.T., Vasallo-Morales, L. F., Xu, S.S., 2002a, El Sistema de Fallas Taxco-San Miguel de Allende: Implicaciones en la deformación post-Eocénica del centro de México: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 55, 12-29.

Alaniz-Alvarez, S. A., Nieto-Samaniego, A. F., Morán-Zenteno, D. J., Alba-Aldave, L., 2002b, Rhyolitic volcanism in extension zone associated with strike-slip tectonics in the Taxco region, Southern México: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 118, 1-14.

Cabral-Cano, E., Draper, G., Lang, H.R., Harrison, C.G.A., 2000, Constraining the late Mesozoic and Early Tertiary tectonic evolution of southern Mexico: structure and deformation history of the Tierra Caliente region, southern Mexico: *Journal of Geology*, 108, 427-446.

- Centeno-García, E., Silva-Romo, G., 1997, Petrogénesis and tectonic evolution of central Mexico during Triassic-Jurassic time: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 14, pp. 244-260.
- Dávalos-Alvarez, 2004, Evolución de las Fallas Mayores del Neógeno-Cuaternario en la Región de Huimilpan, Querétaro, San Luis Potosí, México, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Ingeniería, tesis de licenciatura.
- Demant, A., 1978, Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, *Revista*, 2, 172-187.
- Flores, T., 1920, Estudio Geológico Minero de los distritos de El Oro y Tlalpuhahua, *Boletín del Instituto de Geología*, 37, 40pp.
- García-Palomo, A., Macías, J.L. y Garduño, V.H., 2000, Miocene to Recent structural evolution of the Nevado de Toluca volcano region, central México: *Tectonophysics*, 318, pp. 281-302.
- Hernández-Jauregui, R., Valencia-Islas, J.J., González-Casildo, V. (2000). Facies turbidíticas relacionadas a movimientos orogénicos en el centro oriente del Estado de Querétaro, México. *Geos*, Vol., 20, pp. 156.
- Molina-Garza, R., Urrutia-Fucugauchi, J., 1993, Deep crustal structure of central Mexico derived from interpretation of Bouguer gravity anomaly data: *Journal of Geodynamics*, 17, pp. 181-201.
- Moreira-Rivera, F., Martínez-Rodríguez, L., Palacios-García, R., Maldonado-Lee, J.M., Olvera-Campos, A., Mata-Pérez, F., Pérez-Benavidez, A., González-Monsivais, P. (1996). Carta geológico-minera Matehuala F14-1, escala 1:250,000: Pachuca, Hidalgo, México, Consejo de Recursos Minerales, 1 mapa.
- Nieto-Samaniego, A. F., Alaniz-Alvarez, S. A. (1994). La Falla de San Miguel de Allende: características y evidencias de su actividad cenozoica (resumen), en *Tercera Reunión Nacional de Geomorfología*, Sociedad Mexicana de Geomorfología, Guadalajara, Jal., México, pp. 139-142.
- Salinas-Prieto, J.C., Monod, O., Faure, M. (2000). Ductile deformations of opposite vergence in the eastern part of the Guerrero Terrane (SW Mexico). *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 13, pp.389-402.
- Suter, M., Quintero, O., López, M., Aguirre, G., y Farrar, E. (1995). The Acambay graben: Active intraarc extension in the trans-Mexican volcanic belt, Mexico., *Tectonics*, Vol. 14, pp. 1245-1262.
- Tristán-González, M. (1986). Estratigrafía y tectónica del Graben de Villa de Reyes en los Estados de San Luis Potosí y Guanajuato, México: Univ. Autón. San Luis Potosí, Instituto de Geología, *Folleto Técnico* Vol. 107, 91pp.