

ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA DE LA PARTE CENTROORIENTAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO

Miguel Carrillo-Martínez*

RESUMEN

Se presenta una sinopsis de la geología regional de la Sierra Madre Oriental en la parte centrooriental del Estado de Querétaro y áreas vecinas.

En la mayor parte del área, se manifiesta una secuencia pelítico-carbonatada, carbonatada y terrígena, depositada sin *hiatus* ni discordancias, desde el Jurásico Tardío hasta el Cretácico Tardío. En la parte occidental, entre Higueras y Bernal, el Jurásico es volcanosedimentario y en su seno se distingue, en apariencia, dos secuencias: la más occidental consiste en filita, grauvaca de textura fina y pedernal con radiolarios del Jurásico Medio o Tardío, mientras que al oriente dominan las rocas clásticas de textura gruesa, como brecha, conglomerado, arcosa, arenisca, toba y lutita pizarrosa, con amonites del Jurásico Tardío. También, entre Higueras y Bernal, el Cretácico Inferior exhibe cambios de facies: lechos rojos, en Bernal, y conglomerado, caliza clástica con ostreas, arenisca y lutita con amonites del Jurásico Tardío (?)-Neocomiano, en el flanco occidental del anticlinal El Chilar. En el flanco oriental de esta estructura, el Cretácico Inferior también es de litología transicional entre conglomerado y lutita y caliza arcillosa; el espesor total de estos dos últimos tipos de estratos es más homogéneo y más desarrollado, conteniendo amonites pequeños y abiertos del Neocomiano. Esta última asociación de macrofacies se extiende hacia el oriente, por todo el resto del área estudiada, debajo de las formaciones carbonatadas.

La geometría estructural se caracteriza como un clásico cinturón de pliegues y cabalgaduras laramídico, con direcciones axiales paralelas hacia el norponiente, que marcan un sentido de compresión perpendicular a ellas. La franja angosta de filita, grauvaca y pedernal, del Jurásico Medio o Superior, acusa, parcialmente, un crucero estrechamente espaciado, con dirección actual hacia el NW e inclinación de 0-40° hacia el SW, al cual se sobrepone un fallamiento laramídico y sustenta, con discordancia angular, al Cretácico Inferior. Mientras que en el resto del área el crucero es más abierto en su separación y está vinculado a la deformación laramídica, el Cretácico Inferior sobreyace, con discordancia paralela o progresiva, al Jurásico Superior.

Las consideraciones anteriores sugieren que en el núcleo del anticlinal El Chilar estaría yuxtapuesto, tectónicamente, un conjunto occidental volcanosedimentario jurásico, asociado a un arco magmático, contra otro, parcialmente contemporáneo, perteneciente al borde occidental de la plataforma de América del Norte.

Palabras clave: estratigrafía, tectónica, Sierra Madre Oriental, Querétaro, México.

RESUMÉ

L'article présenté est une synopsis de la géologie régionale de la Sierra Madre Orientale dans le centre-orient de l'État de Querétaro et des provinces voisines.

Dans la plus grande partie de ce secteur, affleure une séquence pélitique-carbonatée, carbonatée et terrigène qui s'échelonne sans hiatus et discordances sur le Jurassique Supérieur au Crétacé Supérieur. Vers l'ouest, entre Higueras y Bernal, le Jurassique est volcano-sédimentaire. On peut y distinguer deux grands ensembles. Le premier, en position occidentale, est constitué de phyllites, de grauwaques à texture fine et de radiolarites d'âge Jurassique Moyen ou Tardif. Le second, en position orientale, on a matériel de detritique plus grossier: conglomérat, arkose et de grès, à intercalations des schiste et de tuf à ammonites du Jurassique Supérieur. Dans la même région, le Crétacé Inférieur présente également des variations latérales des facies: à l'ouest, couches rouges près de Bernal, conglomérat, calcaire detritique à huîtres, grès et argiles à ammonites du Jurassique Tardif?-Neocomien dans le flanco occidental de l'Anticlinal El Chilar. A l'est, dans le flanco oriental de cette structure, le Crétacé Inférieur est aussi à lithologie variable, conglomératique, argileuse et calcaire-argileuse. Toutefois, il est plus homogène et plus épais et renferme des petites ammonites déroulées du Néocomien. Cette formation s'étend vers l'est dans tout le reste du secteur où elle est présente, sous les formations carbonatées crétacées.

La géométrie structurale est caractérisée par une succession de plis et de chevauchements laramiens parallèles, orientés NNE-SSW. Toutefois, l'étroite bande de phyllite, de grauwaque et de radiolarite du Jurassique Moyen et Supérieur montre une schistosité pénétrative de direction NW-SE penchée jusqu'à 40° vers le SW, sur laquelle s'est superposée la fracturation laramienne. Ceci, joint aux caractères lithologiques particuliers du Jurassique de ce secteur, et de l'apparente discordance angulaire du Crétacé Inférieur sur le Jurassique à l'ouest de l'Anticlinal El Chilar, suggèrent une juxtaposition tectonique de l'ensemble volcano-sédimentaire contre la bordure occidentale du craton Nordaméricain (collage).

Mots clés: stratigraphie, tectonique, Sierra Madre Orientale, Querétaro, Mexique.

* Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 D. F.

INTRODUCCIÓN

En este artículo, se presenta la sinopsis de una serie de estudios geológicos regionales, efectuados en el centro de México (Figura 1), con el fin de proporcionar una visión global del área, donde existen afloramientos de excelente calidad y, en forma hipotética, forman el lugar de coalescencia de la frontera occidental de la Sierra Madre Oriental y de las rocas volcanosedimentarias mesozoicas, que han sido interpretadas como otro dominio paleogeográfico, característico de arcos magmáticos y cuencas asociadas.

MARCO GEOLÓGICO

El área de las sierras comprende, en su mayor parte (Figuras 1-3), la configuración típica de la Sierra Madre Oriental, caracterizada por depósitos marinos progresivos, que se escalonan del Jurásico Superior al Cretácico Superior, deformados, esencialmente, durante la orogenia laramídica, en forma de un clásico cinturón de pliegues y cabalgaduras (Suter, 1987).

En la parte más occidental, aflora una secuencia jurásica volcanosedimentaria, complejamente deformada, en el interior de la cual han sido distinguidos dos subconjuntos jurásicos, separados por el lineamiento El Frontón, cuyas diferencias más notables son las siguientes:

- Al occidente del lineamiento El Frontón, las lutitas y tobas están filitizadas parcialmente y exhiben un crucero trenzado, con espacios estrechos, de dirección NW e inclinación 0-40° hacia el SW; sostiene, con aparente discordancia angular, a las rocas del Cretácico Inferior.

- Al oriente del lineamiento El Frontón, las rocas jurásicas yuxtapuestas muestran un metamorfismo que, a lo sumo, es pizarroso o nulo; el crucero es plano, con espacios abiertos; como en el resto del área, estas rocas jurásicas y cretácicas exhiben un crucero vinculado a la deformación laramídica. Además, no se ha podido determinar alguna discordancia angular cartografiada. Las relaciones en el interior de este conjunto son desconocidas; sólo a través de estudios de reconocimiento se ha podido obtener algunas diferencias cualitativas que permiten diferenciarlo en dos sectores: el más occidental es interpretado como una secuencia depositada en una cuenca profunda, adyacente a un arco magmático y, las rocas volcanosedimentarias yuxtapuestas, como pertenecientes al borde occidental del cratón de América del Norte.

SÍNTESIS ESTRATIGRÁFICA

Los estudios de Wilson y colaboradores (1955), Simmons y Mapes-Vázquez (1956), Segerstrom (1961a, 1961b), Martínez-Hernández (1979), Ward (1979), Carrillo-Martínez y Suter (1982), Chauve y colaboradores (1985) y González-Arreola y Carrillo-Martínez (1986), permiten extraer las siguientes columnas sintéticas (Figura 2).

En la parte occidental del anticlinal El Chilar y en San Antonio, afloran filita, horizontes volcanosedimentarios, grauvaca de textura fina y pedernal con radiolarios, cuya edad podría ser del Jurásico Medio o del Jurásico Tardío, de acuerdo con la siguiente asociación fósil: *Pseudodictyomitra* sp., *Acanthocircus carinatus* Foreman, formas del tipo Hagiastriidae Patulabraciidae y *Mirifusus* sp., que dan una edad del Jurásico Medio-Jurásico Tardío. Con un espesor difícil de precisar por

la deformación intensa, estas rocas han sido asignadas a la Formación San Juan de la Rosa.

En la parte oriental del anticlinal El Chilar (Figura 1), la Formación San Juan de la Rosa está constituida por una secuencia de brechas volcánica y sedimentaria, conglomerado, arcosa, grauvaca, toba, arenisca y lutita apizarrada, de varios cientos de metros de espesor, conteniendo amonites de la familia Perisphinctidae, subfamilia Lithacoceratinae, género *Subplanites* Spath 1925 emend. Zeiss 1968, cuyo alcance estratigráfico va del Kimeridgiano al Titoniano inferior. Esta litología también se encuentra en las cercanías de Higuera (Figura 1) y, en menor cantidad, en el núcleo del anticlinal Bonanza, en forma lenticular.

El Jurásico Superior, al oriente del sinclinal San Lorenzo, está representado por lutita, marga y caliza arcillosa, cuyo espesor mínimo aflorante es de 1 km, con amonites del Kimeridgiano-Titoniano y del Valanginiano-Hauteriviano (Segerstrom, 1961a, 1961b; González-Arreola y Carrillo-Martínez, 1986), asignada a la Formación Las Trancas.

En San Antonio (Figura 1), la Formación San Juan de la Rosa está en contacto tectónico con una secuencia de aproximadamente 100 m de espesor, de lutita y arenisca roja, con lentes tobáceas.

Al poniente del anticlinal El Chilar, la Formación San Juan de la Rosa subyace, con discordancia angular probable, a capas de conglomerado, caliza con ostreas, arenisca, lutita, marga y caliza con microfauna y amonites del Jurásico Superior (?)-Neocomiano; tiene un espesor muy variable, desarrollado con mayor amplitud al norte de Toluca.

En el oriente del anticlinal El Chilar afloran, también con espesores variables, conglomerado, arenisca y, en forma más constante, como unos 200 m de espesor de lutita y caliza arcillosa, con amonites pequeños y abiertos del Neocomiano. Esta secuencia, que descansa en discordancia paralela sobre la Formación San Juan de la Rosa, ha sido asignada a la Formación La Peña Azul, al igual que la secuencia con ostreas y amonites y los lechos rojos.

La parte superior del Cretácico Inferior está representada por las formaciones carbonatadas El Doctor, El Abra, Tamabra y Tamaulipas, correspondientes, respectivamente, a las facies de las plataformas El Doctor y Valles-San Luis Potosí, de talud de esas plataformas y de cuenca (Figura 2).

Las Formaciones El Doctor y El Abra están caracterizadas por caliza micrítica con miliólidos, en estratos de 0.70 m de espesor en promedio y caliza bioclástica, con abundancia de rudistas y gasterópodos del borde de las plataformas. Se calcula que el espesor total promedio sea de 1,500 m.

La Formación Tamabra, que aflora en gran parte de los flancos del anticlinal El Chilar, en el flanco occidental del anticlinal El Piñón y en el flanco oriental del anticlinal Bonanza, consiste en caliza de textura arenosa, en parte dolomitizada, con nódulos de pedernal, cuyo espesor total es variable.

La Formación Tamaulipas está formada por caliza micrítica, con nódulos y lentes de pedernal, en estratos de delgados a gruesos, que representan a los depósitos de cuenca. En el sector de estudio, se ha denominado "paleocuenca de Zimapan" a la depresión cretácica epicontinental situada entre las plataformas El Doctor y Valles-San Luis Potosí (Figuras 1 y 2; Carrillo-Martínez y Suter, 1982).

Las Formaciones Tamabra y Tamaulipas descansan, con discordancia angular ligera, sobre la Formación La Peña Azul,

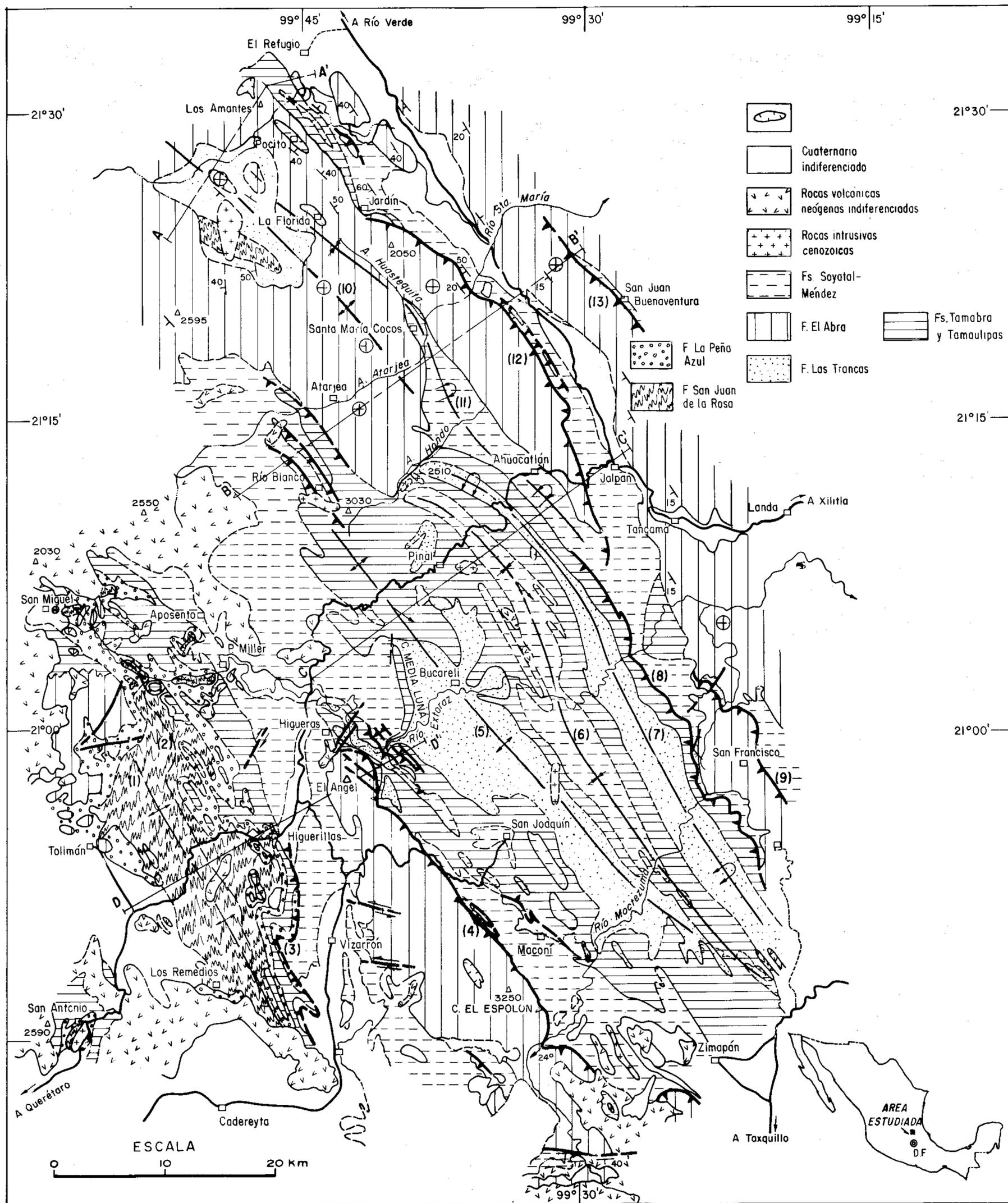


Figura 1.- Mapa geológico del área estudiada y mapa de localización. Los números indican los siguientes rasgos estructurales: (1) anticlinal El Chilar, (2) lineamiento El Frontón, (3) cabalgadura Higuerrillas, (4) cabalgadura El Doctor, (5) anticlinorio El Piñón, (6) sinclinal El Aguacate, (7) pliegue-napa Bonanza, (8) cabalgadura El Volantín, (9) cabalgadura de Jiliapan, (10) anticlinal La Yesca, (11) sinclinal Ahuacatlán, (12) cabalgadura Puente de Dios, (13) cabalgadura San Juan Buenaventura.

en el flanco occidental del anticlinal El Chilar y en San Antonio, mientras que en el flanco oriental de esta unidad estruc-

tural se aprecia sólo discordancias erosionales, debido a la presencia de algunos horizontes conglomeráticos que, dicho sea

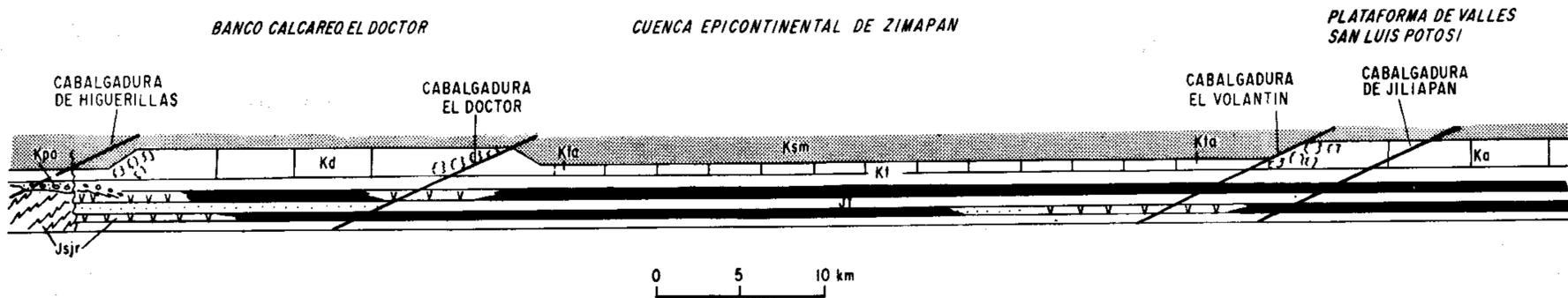


Figura 2.- Sección palinspástica-paleogeográfica del área estudiada. Ksm = Formaciones Soyatal-Méndez, Kt = Formación Tamaulipas, Kta = Formación Tamabra, Ka = Formación El Abra, Kd = Formación El Doctor, Kpa = Formación La Peña Azul, Jt = Formación Las Trancas, Jsjr = Formación San Juan de la Rosa.

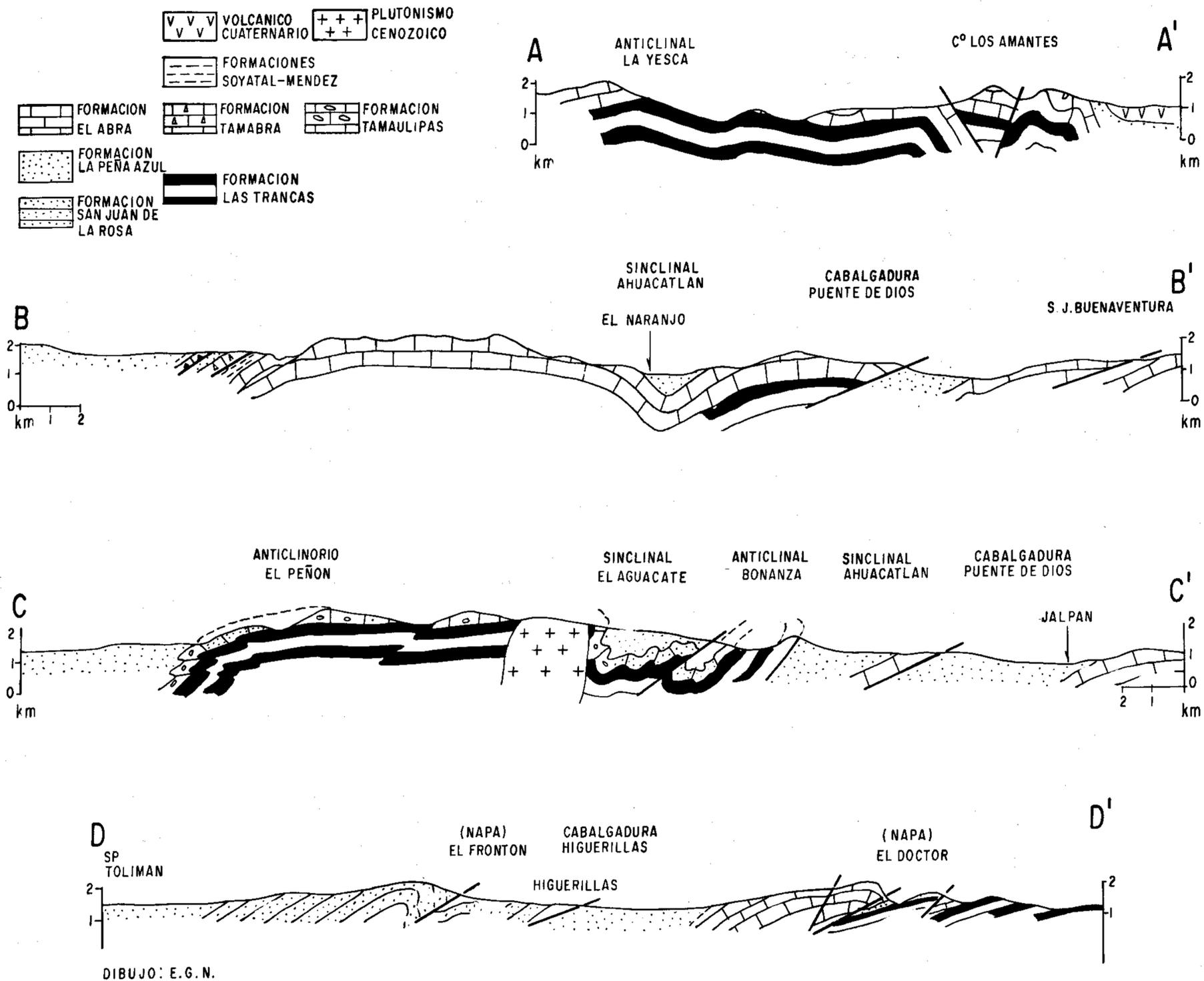


Figura 3.- Secciones estructurales a través de la Sierra Madre Oriental, en el centro de México. Secciones AA' y BB', modificadas ligeramente de Carrillo-Martínez (en prensa).

de paso, parecen estar relacionados con fallamiento normal sinsedimentario. En el resto del área estudiada, las calizas Tamabra y Tamaulipas descansan sobre la Formación Las Trancas, en aparente concordancia.

El contacto inferior de la Formación El Doctor no aflora; en cambio, la Formación El Abra descansa sobre la Formación Las Trancas, en el área de Buenavista (Figura 1).

Finalmente, el Cretácico Superior está representado por las Formaciones Soyatal-Méndez, de aproximadamente 1,000

m de espesor; de ellos, desde 0 hasta 200 son de caliza pelágica y lutita subordinada, en su base, y en el resto predominan lutita, marga y arenisca de textura fina.

SÍNTESIS TECTÓNICA

DEFORMACIÓN LARAMÍDICA

Conforme a la descripción de la geometría estructural, documentada por Carrillo-Martínez y Suter (1982), Suter

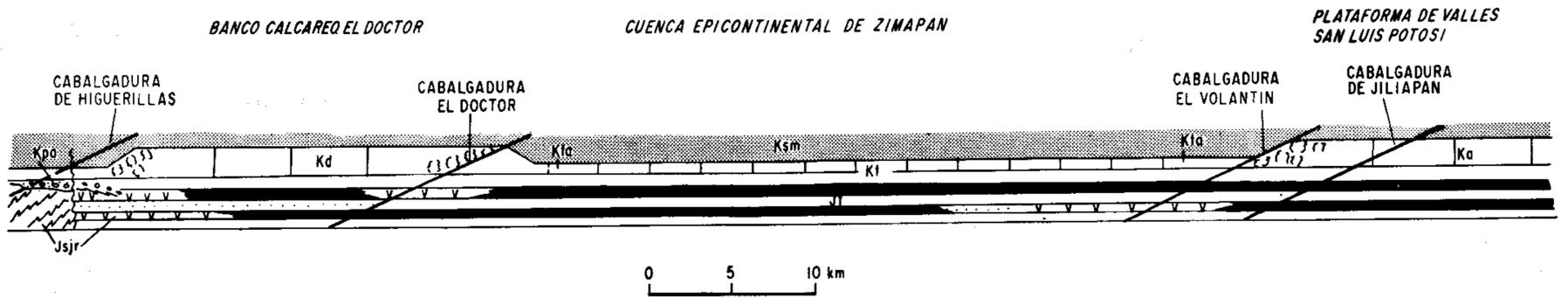


Figura 2.- Sección palinspástica-paleogeográfica del área estudiada. Ksm = Formaciones Soyatal-Méndez, Kt = Formación Tamaulipas, Kta = Formación Tamabra, Ka = Formación El Abra, Kd = Formación El Doctor, Kpa = Formación La Peña Azul, Jt = Formación Las Trancas, Jsjr = Formación San Juan de la Rosa.

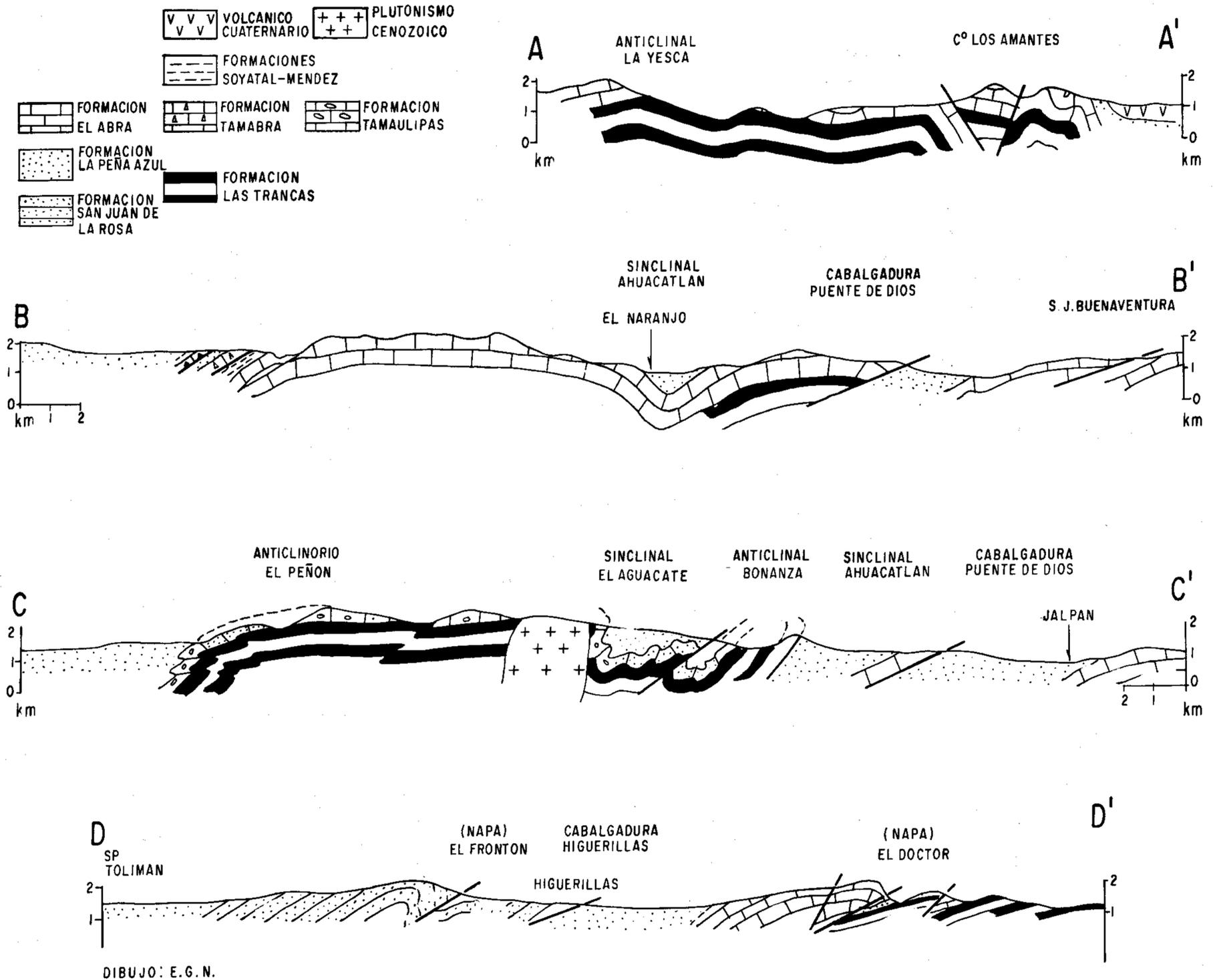


Figura 3.- Secciones estructurales a través de la Sierra Madre Oriental, en el centro de México. Secciones AA' y BB', modificadas ligeramente de Carrillo-Martínez (en prensa).

de paso, parecen estar relacionados con fallamiento normal sinsedimentario. En el resto del área estudiada, las calizas Tamabra y Tamaulipas descansan sobre la Formación Las Trancas, en aparente concordancia.

El contacto inferior de la Formación El Doctor no aflora; en cambio, la Formación El Abra descansa sobre la Formación Las Trancas, en el área de Buenavista (Figura 1).

Finalmente, el Cretácico Superior está representado por las Formaciones Soyatal-Méndez, de aproximadamente 1,000

m de espesor; de ellos, desde 0 hasta 200 son de caliza pelágica y lutita subordinada, en su base, y en el resto predominan lutita, marga y arenisca de textura fina.

SÍNTESIS TECTÓNICA

DEFORMACIÓN LARAMÍDICA

Conforme a la descripción de la geometría estructural, documentada por Carrillo-Martínez y Suter (1982), Suter

(1982a, 1982b) y Carrillo-Martínez (en prensa), se puede afirmar que el cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental, en el centro de México, se caracteriza por un estilo estructural que varía abruptamente, desde el WSW hacia el ENE, a través de los taludes de las plataformas carbonatadas. Esta actitud sistemática aparece ligada a los espesores y competencia mecánica contrastante de las rocas mesozoicas, involucradas en la deformación. Así, la característica estructural más distintiva de la deformación, que ocurrió durante el Paleoceno (Suter, 1984), la constituyen las cabalgaduras El Doctor, El Volantín y Jiliapan, que yuxtaponen, respectivamente, al banco El Doctor sobre la cuenca de Zimapán y a ésta sobre la plataforma de Valles-San Luis Potosí. La cabalgadura Higuerillas es la unidad estructural principal más interna y las cabalgaduras Puente de Dios y San Juan Buenaventura están localizadas en el interior de la plataforma de Valles-San Luis Potosí, que está en la continuación de la cabalgadura Agua Fría (Suter, 1987).

Por otra parte, en la cuenca de Zimapán prevaleció, a escala de la cartografía, un plegamiento paralelo simétrico y con tendencia al acoframiento. Los ejes axiales de los pliegues mayores tienden a elevarse, desde el SSE hacia el NNW, excepto el del sinclinal El Aguacate, en el tramo al suroriente del río Extoraz.

Un fallamiento compresivo menor también se manifiesta en las rocas de la cuenca de Zimapán; en particular, un sistema de fallas imbricadas en el autóctono relativo de la cabalgadura El Doctor; se ha interpretado un probable fallamiento transcurrente laramídico en la región de Arroyo Hondo.

DEFORMACIÓN CENOZOICA

En el Estado de Hidalgo, existen planos de falla con estrías subhorizontales que, localmente, están ligados a pliegues suaves, de gran radio de curvatura y que afectan a riolitas neógenas de la Formación Las Espinas (Suter, 1982a). También en otras localidades es posible observar fracturas o fallas con estrías subhorizontales, casi siempre en las rocas riolíticas; pero, hasta la fecha, esta fase de deformación sólo se ha documentado localmente.

Existe un fallamiento normal cenozoico, cartografiable (Figura 1), en la confluencia de los ríos Tula y San Juan (Palacios-Nieto, 1982). Su emplazamiento podría haber ocurrido desde el Neógeno tardío, puesto que desplaza a la cima de las rocas volcánicas continentales de ese período, incluso, podría estar activo, ya que su orientación corresponde a la de un fallamiento regional activo, en la parte central de la Faja Neovolcánica Transmexicana (Suter, comunicación verbal, 1988). Al parecer, las rocas andesítico-basálticas de la mesa de León no están afectadas por el fallamiento antes citado y, por tanto, éste podría haberse desactivado antes del emplazamiento de los basaltos.

En el río Extoraz, frente al cerro El Ángel, también existe fallamiento normal sobreimpuesto a la deformación laramídica, siendo subperpendicular a la tendencia regional de ésta. Sin embargo, se desconoce su período de emplazamiento, puesto que afecta, esencialmente, a las rocas mesozoicas, pero parece ligado, cartográficamente, a derrames volcánicos del Cenozoico superior (Figura 1). Algo semejante puede decirse del fallamiento normal oblicuo sobreimpuesto en la napa El Doctor, en el cerro El Ángel.

CONCLUSIONES

En la parte centrooriental del Estado de Querétaro y regiones cercanas, el Jurásico Superior y el Neocomiano han sido divididos en dos dominios:

- El occidental, volcanosedimentario, donde la Formación San Juan de la Rosa es susceptible, al parecer, de subdividirse en dos sectores: el más occidental, caracterizado por filita, grauvaca y pedernal, y otro, ligado en el campo, constituido por brecha, conglomerado, arenisca, lutita apizarrada y toba.

- El oriental, donde la Formación Las Trancas, depositada desde el Jurásico Tardío hasta el Cretácico Temprano, consiste esencialmente en lutita y caliza arcillosa, y subordinadamente en lentes de arenisca y rocas piroclásticas.

El Neocomiano del dominio occidental está representado por la Formación La Peña Azul, caracterizada por espesores variables de conglomerado, areniscas, lutita, marga y caliza; en sus afloramientos más orientales, la parte superior de esta formación, es correlacionable con la parte superior de la Formación Las Trancas. Las relaciones entre las formaciones mesozoicas son las siguientes: La Formación La Peña Azul descansa con discordancia angular sobre la Formación San Juan de la Rosa, en el sector occidental y, en forma progresiva, en el sector oriental; en el resto del área, las formaciones mesozoicas se escalonan, sin cambios bruscos, desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior.

En cuanto a la deformación, puede diferenciarse cuatro fases fundamentales. La etapa preorogénica laramídica incluye un probable período de compresión o fallamiento transcurrente, evidenciado por el cruceo parcialmente penetrante, con dirección actual WNW e inclinación suave al SSW, de las rocas de la Formación San Juan de la Rosa, del sector occidental, el cual no se manifiesta en las rocas con la misma competencia mecánica de la Formación La Peña Azul ni en la Formación San Juan de la Rosa, del sector oriental.

La etapa laramídica es la que, en gran parte, originó la configuración estructural actual de los depósitos mesozoicos. Está caracterizada por cabalgaduras en los márgenes de las plataformas carbonatadas del Cretácico y por plegamiento, en las rocas de la cuenca cretácica de Zimapán.

El cambio de facies en las formaciones carbonatadas, en los márgenes de la cuenca Zimapán, coincide con el trazado de las cabalgaduras El Doctor y El Volantín. Esta coincidencia aparece vinculada a un sistema complejo de fallas imbricadas, en el autóctono relativo de la cabalgadura El Doctor. En las proximidades de El Jardín, las observaciones de campo indican que una franja delgada de calizas, asignada a la Formación Tamabra, yace en el autóctono relativo a la cabalgadura Puente de Dios.

El fallamiento normal cartografiable tiene una dirección aproximada de 70°, afecta a las rocas neógenas y, en particular, parece activo. Un fallamiento hipotético, con componente importante en extensión, a escala de afloramiento, probablemente esté vinculado a la orogénica laramídica, o sea anterior a ella, pues se manifiesta, sobre todo, en la Formación San Juan de la Rosa.

Desde un punto de vista paleogeográfico más regional, la secuencia volcanosedimentaria del sector occidental parece correlacionarse con las rocas jurásicas y cretácicas, más volcánicas que sedimentarias, en el oeste de México (Bonneau, 1972; Carfantán, 1986; Tardy, 1980; Tardy *et al.*, 1986) en Zocatecas y Guanajuato (Servais *et al.*, 1982, 1986), donde, además, acusan deformaciones antelaramídicas (Chiodi *et al.*,

1988), que pudieran ser nevadianas (Mullan, 1978; Quintero-Legorreta, 1989).

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce a los doctores Jean Charles Carfantan y Max Suter, las críticas constructivas al revisar y mejorar el presente artículo, y al Ing. Arturo Gómez-Caballero, el mejoramiento de la redacción del primer manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonneau, Michel, 1972, *Données nouvelles sur les séries crétacées de la côte pacifique du Mexique*: Bulletin Société Géologique de France, v. 7, p. 55-65.
- Carfantan, J. C., 1986, *Du système cordillérain nord-américain au domaine Caraïbe—Étude géologique du Mexique meridional*: Saboya, Francia, Université de Savoie, disertación doctoral, 470 p. (inérita).
- Carrillo-Martínez, Miguel, en prensa, *Geometría estructural a través de la Sierra Madre Oriental, entre Peña Miller y Jalpan, Estado de Querétaro*: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, v. 9.
- Carrillo-Martínez, Miguel, y Suter, Max, 1982, *Tectónica de los alrededores de Zimapán, Hidalgo y Querétaro*: México, D. F., Sociedad Geológica Mexicana, Libro-guía de la excursión geológica a la región de Zimapán y áreas circundantes, p. 1-20.
- Chauvé, P., Fourcade, E., y Carrillo-Martínez, Miguel, 1985, *Les rapports structuraux entre les domaines cordillérain et mésogéen dans la partie centrale du Mexique*: Comptes Rendus Acad. Sciences Paris, ser. 2, t. 301, p. 335-340.
- Chiodi, Michel, Monod, Oliver, Busnardo, R., Gaspard, D., Sánchez-González, Antonio, e Yta, Miriam, 1988, *Une discordance ante-Albienne datée par une faune d'Ammonites et de Brachiopodes de type Téthysien du Mexique-Central*: Geobios, núm. 21, fasc. 2, p. 125-135.
- González-Arreola, Celestina, y Carrillo-Martínez, Miguel, 1986, *Presencia de amonitas heteromorfas del Jurásico Superior (Titoniano superior) y del Cretácico Inferior (Hauteriviano-Barremiano) del área de San Joaquín-Vizarrón, Estado de Querétaro*: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista, v. 6, p. 171-177.
- Martínez-Hernández, Santana, 1979, *Contribución al estudio geológico de una porción del sector Vizarrón-Tolimán, Estado de Querétaro*: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, tesis profesional, 61 p. (inérita).
- Mullan, H. J., 1978, *Evolution of part of the Nevadian orogen in northwestern Mexico*: Geological Society of America Bulletin, v. 89, p. 1175-1188.
- Palacios-Nieto, Miguel, 1982, *Geología y geotecnia del Proyecto Hidroeléctrico Zimapán, Estados de Hidalgo y Querétaro*: México, D. F., Sociedad Geológica Mexicana, Libro-guía de la excursión geológica a la región de Zimapán y áreas circundantes, p. 33-42.
- Quintero-Legorreta, Odranoel, 1989, *Contribución al conocimiento de la Sierra de Guanajuato en la región de Comanja de Corona, Jalisco*: México, D. F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, tesis de maestría, 87 p. (inérita).
- Segerstrom, Kenneth, 1961a, *Geología del suroeste del Estado de Hidalgo y del noreste del Estado de México*: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, v. 13, p. 147-168.
- 1961b, *Geology of the Bernal-Jalpan area, Estado de Querétaro, Mexico*: U. S. Geological Survey Bulletin 1104-B, p. 19-85.
- Servais, Marc, Cuevas-Pérez, Ernesto, y Monod, Oliver, 1986, *Une section de Sinaloa à San Luis Potosí—Nouvelle approche de l'évolution du Mexique nordoccidental*: Bulletin Société Géologique de France, ser. 8, t. 2, p. 1033-1047.
- Servais, Marc, Rojo-Yaniz, Roberto, y Colorado-Liévano, Daniel, 1982, *Estudio de las rocas básicas y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato—Postulación de un paleogolfo de Baja California y una digitación tethysiana en México central*: Geomimet (México), n. 115, p. 53-71.
- Simmons, F. S., y Mapes-Vázquez, Eduardo, 1956, *Geology and ore deposits of the Zimapán mining district, State of Hidalgo, Mexico*: U. S. Geological Survey Prof. Paper 284, 129 p.
- Suter, Max, 1982a, *Itinerario Zimapán-Jiliapan*: Comisión Federal de Electricidad, Reunión Nacional Geotecnia y Geotermia, 4, México, D. F., Excursión geológica a la región de Zimapán y áreas circundantes, Estados de Hidalgo y Querétaro, p. 43-51.
- 1982b, *Itinerario Puerto de la Estancia-Jagüey y Colorado-Zimapán*: Comisión Federal de Electricidad, Reunión Nacional Geotecnia y Geotermia, 4, México, D. F., Libro-guía de la excursión geológica a la región de Zimapán y áreas circundantes, Estados de Hidalgo y Querétaro, p. 56-64.
- 1984, *Cordilleran deformation along the eastern edge of the Valles-San Luis Potosí carbonate platform, Sierra Madre Oriental fold-thrust belt, east-central Mexico*: Geological Society of America Bulletin, v. 95, p. 1387-1397.
- 1987, *Structural traverse across the Sierra Madre Oriental fold-thrust belt in east-central Mexico*: Geological Society of America Bulletin, v. 98, p. 249-264.
- Tardy, Marc, 1980, *Contribution à l'étude géologique de la Sierra Madre Orientale du Mexique*: París, Université Pierre et Marie Curie, tesis de doctorado de estado, 459 p. (inérita).
- Tardy, Marc, Carfantan, J. Ch., y Rangin, Claude, 1986, *Essai de synthèse sur la structure du Mexique*: Bulletin Société Géologique de France, ser. 8, t. 2, p. 1025-1031.
- Ward, J. A., 1979, *Stratigraphy, depositional environments, and diagenesis of the El Doctor platform, Querétaro, Mexico*: Binghamton, State University of New York, tesis doctoral, 172 p. (inérita).
- Wilson, B. W., Hernández, J. P., y Meave, T. E., 1955, *Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro*: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v. 18, p. 1-10.

Manuscrito presentado: 8 de agosto de 1988.

Manuscrito corregido devuelto por el autor: 13 de marzo de 1989.

Manuscrito aceptado: 15 de marzo de 1989.