

# TECTONOSOMAS DEL CRETÁCICO SUPERIOR EN LA REGIÓN DE ZIMAPÁN, HGO., MÉXICO

Mendoza-Rosales, Claudia y Silva-Romo, Gilberto  
claus@servidor.unam.mx, silvarg@servidor.unam.mx  
División de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, Facultad de Ingeniería UNAM  
Circuito Interior, Ciudad Universitaria, México D.F. 04350

## Resumen

El área de estudio se ubica en el centro de México, entre los paralelos 20°37'30'' y 20°45'00'' N y los meridianos 99°22'00'' y 99°36'00'' W; en la región conocida como Plataforma San Luis-Valles.

En las turbiditas de la Formación Mexcala se reconocieron bloques calcáreos alóctonos de grandes dimensiones, que tradicionalmente se han interpretado como pertenecientes a la Formación El Doctor (Albiano-Cenomaniano), sin embargo corresponden a desarrollos calcáreos del Turoniano con base en la presencia de *Hippurites mexicana*. Estos bloques calcáreos emplazados en forma sinsedimentaria dentro de las turbiditas, corresponden con tectonosomas con base en sus características y relaciones estratigráficas. Las manifestaciones más tempranas de la Orogenia Laramide se reconocen como del Turoniano con base en la presencia de los tectonosomas turonianos emplazados en la secuencia turbidítica turoniana.

El régimen sedimentológico de la región cambió a partir del Turoniano, la sedimentación calcárea se restringe a algunos desarrollos arrecifales en el sector meridional, los cuales constituyen la fuente de los tectonosomas identificados en las turbiditas; la sedimentación se tornó calcáreo-arcillosa y rápidamente pasó a clástica de carácter turbidítico con notable influencia volcánica. Este cambio representa una migración hacia el sudeste de la posición del arco volcánico o su aproximación hacia el oriente.

## Abstract

The study area is located in central Mexico between 20°37'30" - 20°45'00" N and 99°22'00" - 99°36'00" W in the region known as the San Luis-Valles Platform.

Large calcareous allochthonous blocks found in turbidites of the Mexcala Formation have previously been interpreted as belonging to the El Doctor Formation (Albiano-Cenomaniano), however, we have assigned them to the Turonian based on the presence of *Hippurites mexicana*. They are synsedimentary with the turbidites and the characteristics and stratigraphic relations of these calcareous blocks indicate that they are tectonosomes. These tectonosomes, emplaced in the Turonian turbidites, represent the earliest manifestations of the Laramide Orogeny.

The Turonian marks a change in the sedimentary regime of this region. The calcareous sedimentation was restricted to the development of some reefs in the southern sector, which represent the source of the tectonosomes identified in the turbidites. Sedimentation became calcareous-clayey, and clastic turbidites with a notable volcanic influence developed rapidly. This change represents a southeastern migration or eastern movement of the volcanic arc.

## Introducción

La Sierra Madre Oriental (SMO) constituye una provincia geológica producto de la deformación de la columna mesozoica marina del oriente de México. Sus características y comportamiento tectónico esta condicionado por su evolución geológica. Eguluz-de Antuñano *et al.* (2000) dividen a la SMO en cinco sectores: San Pedro del Gallo, Huayacocotla, Transversal de Parras, Saliente de Monterrey y Valles. En este trabajo analizaremos particularmente el Sector Huayacocotla, específicamente las condiciones tectosedimentarias del Turoniano.

El presente trabajo tiene como objetivo redefinir la paleogeografía del centro de México durante el Turoniano, así como la evolución geológica con base en el concepto de tectonosoma.

El área de estudio se ubica en los límites de los estados de Querétaro e Hidalgo, en el centro de México, entre los paralelos 20°37'30'' y 20°45'00'' de latitud norte y los meridianos 99°22'00'' y 99°36'00'' de longitud oeste; en la región conocida como Plataforma San Luis-Valles.

Diversos autores han descrito para la SMO un basamento variado de litologías que incluyen desde gneises precámbricos hasta esquistos (Carrillo, 1961, 1965; Córdoba, 1965; Viniegra, 1963), cubiertos por una secuencia continental conglomerática seguida por una secuencia transgresiva jurásica-cretácica en la parte oriental

(Eguiluz, 1985) asociado a una margen pasiva; mientras que en el occidente se acumulaba una secuencia volcanosedimentaria con su correspondiente cubierta calcárea (Chauve et al., 1985) en el marco de un arco volcánico.

## **Estratigrafía**

A lo largo del Río Moctezuma se observan cordones serranos de laderas escarpadas que corresponden a calizas del Albiano-Cenomaniano correspondientes con la **Formación El Doctor** (Wilson *et al.* 1955), consisten de calizas wackestone con rudistas y gasterópodos en estratos de 40 cm a 2 m, de color gris medio; la unidad incluye estratos de packstone de miliólidos; se caracteriza por su abundante contenido de *Nummuloculina heimi*. Frecuentemente se le observa recristalizada, sobre todo en los límites tectónicos. Se estima un espesor total de más de 1000 m. Las relaciones de superposición que se observan son tectónicas; subyace en forma concordante a las rocas de la Formación Soyatal. Las características paleontológicas y litológicas de la unidad indican un ambiente de plataforma lagunar en la cual se desarrollaron bancos de rudistas y gasterópodos.

Wilson *et al.* (1955) designan como **Formación Soyatal** a una secuencia de calizas y calizas arcillosas intercaladas con lutitas calcáreas. Los afloramientos se extienden ampliamente en la porción septentrional del área. Consiste en general de una alternancia rítmica de estratos delgados de calizas mudstone gris oscuro con estratos delgados de lutitas calcáreas negras. Se le asigna una edad correspondiente al Turoniano con base en su contenido fósil *Inoceramus labiatus*; sobreyace de manera transicional a las calizas de la Formación El Doctor. Subyace discordantemente al Conglomerado El Morro y a las rocas volcánicas cenozoicas.

Hacia el sur se observan areniscas de grano fino a medio con cementante calcáreo con numerosas estructuras primarias (laminaciones paralelas, festoneadas y cruzada, gradación, marcas de corriente y en algunos estratos el desarrollo de secuencia bouma), esta unidad no corresponde propiamente con las características descritas para la Formación Soyatal, presentando una mejor afinidad con la **Formación Mexcala** descrita para el sur de México.

Con base en sus características físicas se interpreta que la secuencia se acumuló en un ambiente de depósito cercano a la costa con abundante aporte de terrígenos; en el marco de un cambio drástico en el régimen sedimentológico que inhibió paulatinamente la sedimentación calcárea, hasta que se tornó clástica turbidítica.

Sobreyaciendo discordantemente a las secuencias calcáreas del Cretácico se observa un conglomerado polimíctico de clastos subangulosos a subredondeados, mal clasificados de calizas, areniscas y andesitas, en una matriz limo-arenosa y con cementante calcáreo, que Simons y Mapes (1957) describieron como **Conglomerado El Morro**. Su edad puede corresponder al Paleoceno con base en su contenido litológico, ya que González-Caver y Jaimes-Martínez, obtuvieron una edad de 62.6 m.a. por Rb/Sr para las rocas ígneas del área de Zimapán. Por otra parte, se reconoció una relación estructural por cabalgadura de rocas mesozoicas sobre El Morro, relación que sugiere una edad más temprana que la asignada por Simons y Mapes (op cit.).

## **Tectonosomas**

De acuerdo con Pini (1999) los criterios básicos para distinguir entre olistostromas y tectonosomas son la composición y edad de las rocas involucradas, valores diferentes en la distribución de los bloques y la presencia de una matriz brechada.

Los tectonosomas están estructuralmente ordenados, de modo que los bloques muestran una orientación más o menos paralela y preferencial a los planos de estratificación; pueden ser subdivididos en varias unidades de rocas típicas, cada una de las cuales es definida con base en sus propias características y edad. Sus dimensiones van de decenas de metros a varios kilómetros y; las edades de las rocas que los contienen son muy similares.

El término olistostroma es generalmente utilizado para indicar secuencias de rocas muy diversas con una distribución caótica; varían en tamaño desde unos cuantos milímetros hasta unos cuantos metros; presentan formas muy variadas con tendencia isodiamétrica.

Los tectonosomas derivan de polifases de deformación de unidades litoestratigráficas en una secuencia marina. La interrupción de los estratos que se observa puede deberse a 1) Plegamiento y boudinage de sedimentos no consolidados asociada a una deformación tectónica somera o a un deslizamiento gravitacional; o 2) Deformación frágil o cizalla simple, relacionada a boudinage, transposición de estratos y cabalgamiento.

Los olistostromas tienen un origen asociado a avalanchas de detritos o flujos de detritos, es decir, de origen sedimentario.

### Los Tectonosomas de Zimapán

En las turbiditas de la Formación Mexcala se intercalan esporádicos horizontes conglomeráticos de líticos de caliza. Igualmente se reconocieron unos bloques calcáreos alóctonos con gasterópodos y rudistas, algunos de grandes dimensiones y que tradicionalmente se han interpretado como pertenecientes a la Formación El Doctor (Suter, M. 1987; Carrillo-Martínez, M. 1997) sin embargo corresponden a desarrollos calcáreos del Turoniano con base en la presencia de *Hippurites mexicana* los cuales pueden correlacionarse con las rocas de la Formación Cuautla que afloran en la región de Apaxco.

Estos bloques calcáreos alóctonos emplazados en forma sinsedimentaria dentro de la secuencia turbidítica corresponden con tectonosomas con base en sus características y relaciones estratigráficas; se denominaron El Picacho, Santa Inés, Xajhá y Puerto El Colero, su ubicación puede observarse en la Figura 1:

- *Tectonosoma El Picacho*: Bloque calcáreo con hipurítidos, reconocido al noroeste de Mesa de León con una longitud aproximada de 6.5 Km, 1 Km de ancho en su extremo norte y de 700 m en el sur; el espesor estructural aproximado es de 150 m, su rumbo es NW45°SE. El flanco noreste se encuentra sobrepuesto tectónicamente a la Formación El Morro, en su flanco sudoeste se observa una relación discordante con la Formación Soyatal.
- *Tectonosoma Santa Inés*: Se localiza al sudoeste de Mesa Santa Inés, mide 1.5 Km por 700 m de ancho con un espesor estructural aproximado de 100 m, su límite oriental es abrupto con la secuencia Soyatal-Mexcala; aparece cubierto por las secuencia conglomerática cenozoica.
- *Tectonosoma Xajhá*: Ubicado al noroeste del poblado de Xajhá mide 5.3 Km de largo y 1 Km de ancho, con rumbo NW45°SE y un espesor estructural de 250 m. La secuencia calcárea de este tectonosoma tiene un rumbo de N10°W 40°(NE). El límite sudoeste está definido por la falla normal Moctezuma, mientras que su límite noreste presenta una discordancia con la secuencia turbidítica, esta última tiene un rumbo N50°W 50°(NE). El límite es estratigráfico y no tectónico como lo han reportado Carrillo y Suter (1982) y Chauve et al. (1985), de tal forma la traza de la Cabalgadura El Doctor, cartografiada por dichos autores, termina en la margen noroccidental del Río Moctezuma (al norte del área).
- *Tectonosoma Puerto El Colero*: Se ubica al poniente de Mesa de León, sus dimensiones son aproximadamente 3 Km de largo por 1 Km de ancho con una orientación NW30°SE, se encuentra dislocado en su flanco occidental por una falla normal, la cual se expresa como una brecha silicificada. Su límite oriental también es tectónico, sobreyace por falla inversa a la secuencia Soyatal-Mexcala.

En la región se han identificado tres fases tectónicas de deformación principales, una compresiva asociada a la Orogenia Laramide y posteriormente dos distensivas. La fase compresiva se expresa en las cabalgaduras y los pliegues secundarios de la secuencia Soyatal-Mexcala. De Cserna (1956) considera que esta deformación se inicia en el Eoceno, mientras Suter (1984) fecha esta deformación como del Maestrichtiano tardío – Paleoceno temprano con base en la edad de la unidad más joven involucrada en la deformación y con el fechamiento K/Ar de un intrusivo postorogénico de 62.2 m.a.

En este trabajo consideramos que las manifestaciones más tempranas de la Orogenia Laramide comienzan en el Turoniano con base en la presencia de los tectonosomas turonianos emplazados en la secuencia turbidítica turoniana.

## **Evolución geológica**

El área se encuentra aproximadamente en el límite entre los dominios Cordillerano y Mesogeano expuestos al occidente y al oriente respectivamente. El primero asociado a una margen convergente y expresado en el área de Toluca, Qro., por la secuencia volcanoclástica metamorfoseada de la Formación San Juan de la Rosa y su cubierta clástica y calcárea de la Formación Peña Azul (Chauvé et al., 1985). En tanto que en el dominio Mesogeano de margen pasiva, está expresado por un basamento de afinidad grenvilliana, un conjunto de rocas clásticas triásico-jurásicas asociadas posiblemente a un aulacógeno y su cubierta transgresiva marina jurásico-cretácica.

Los primeros sedimentos marinos mesozoicos aparecen en el Triásico Superior (Silva-Romo et al., 2000) en el sector Transversal de Parres de la SMO. Están representados por una amplia franja de rocas turbidíticas derivadas de un área cratónica sin influencia de arco volcánico. Durante el Jurásico tardío y Cretácico temprano, Eguiluz-de Antuñano *et al.* (2000) señalan el depósito y superposición de otro cinturón turbidítico al ya mencionado ahora con influencia volcánica el cual se acumuló en una cuenca de trasarco; mientras que en el oriente se desarrollaba una secuencia de lechos rojos, evaporitas y carbonatos mioclinales.

Durante el Albiano se desarrolló una plataforma calcárea (Banco El Doctor) cuyos límites no se conocen con precisión. El marco sedimentológico regional se completa con la acumulación de turbiditas calcáreas y brechas intraformacionales, acumuladas en un canal paleogeográfico entre las plataformas El Doctor y de Actopan (continuación meridional de la Plataforma Valles-San Luis).

El régimen sedimentológico de la región cambió a partir del Turoniano, la sedimentación calcárea se restringe a algunos desarrollos arrecifales en el sector meridional, los cuales constituyen probablemente la fuente de los tectonosomas identificados en la secuencia turbidítica (Figura 2); la sedimentación se tornó calcáreo-arcillosa y rápidamente pasó a clástica de carácter turbidítico con notable influencia volcánica. Este cambio representa una migración hacia el sudeste de la posición del arco volcánico o su aproximación hacia el oriente.

## **Bibliografía**

- Carrillo B. J. 1961. Geología del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina al noroeste de Ciudad Victoria, Tamps. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, V. 13, p. 1-98.
- Carrillo B. J. 1965. Estudio geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, V. 17, p. 73-96.
- Carrillo, M.M. y Suter, M. 1982. Tectónica de los alrededores de Zimapán, Hidalgo y Querétaro. Sociedad Geológica Mexicana, Libro Guía de la excursión geológica a la región de Zimapán, p. 1-20.
- Carrillo-Martínez, M. 1997. Hoja Zimapán 14Q-e(7) con resumen de la geología de la Hoja Zimapán, estados de Hidalgo y Querétaro. Instituto de Geología, UNAM. Carta geológica de México, serie de 1:100,000.
- Chauve, P. Fourcade E. et Carrillo, M. 1985. Les rapports structuraux entre les domaines cordillerain et Mesogean dans la partie centrale du Mexique. C.R. Aca. Sc. Paris. T. 301 serie II N°5.
- Córdoba, D. A. 1965. Hoja Apizolaya 13R-19 con resumen de la Geología, estados de Zacatecas y Durango. Instituto de Geología, UNAM serie 1:100,000. Mapa con texto.
- De Cserna, Z. 1956. Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México entre Torreón y Monterrey. XX Congreso Geológico Internacional. Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales de México.

- Eguiluz-de Antuñano, S. 1985. Posibilidades Petroleras en el Mar Mexicano. Revista Ingeniería Petrolera. V. 25 N°8 p. 39-62.
- Eguiluz A., S., Aranda G., M. y Marte, R. 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LIII, N°1, p. 1-26.
- Pini, G. A. 1999. Tectonosomes and olistostromes in the argille scagliose of the Northern Apennines, Italy. Geological Society of America, Special Paper 335, 70 pp.
- Simons, F. and Mapes, V.E. 1957. Geology and ore deposits of Zimapan mining district. State of Hidalgo: U.S. Geological Survey, Prof. Paper 284 128 pp.
- Silva-Romo, G., Arellano-Gil, J., Mendoza-Rosales, C.C. and Nieto-Obregón, J.2000. A submarine fan in the Mesa Central, México. Journal of South American Earth Sciences 13 (2000) 429-442.
- Suter, M. 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 N°12.
- Suter, M. 1987. Structural traverse across the Sierra Madre Oriental Fold thrust belt in East-Central Mexico. Geological Society of America Bulletin, V. 98 N°3 p. 249-264.
- Viniegra F. 1963 Geología del Macizo de Teziutlán y de la Cuenca Cenozoica de Veracruz. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, V. 15, p. 145-171.
- Wilson B.W., Hernández, 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, Vol. 18 N° 1, pp. 1-10.

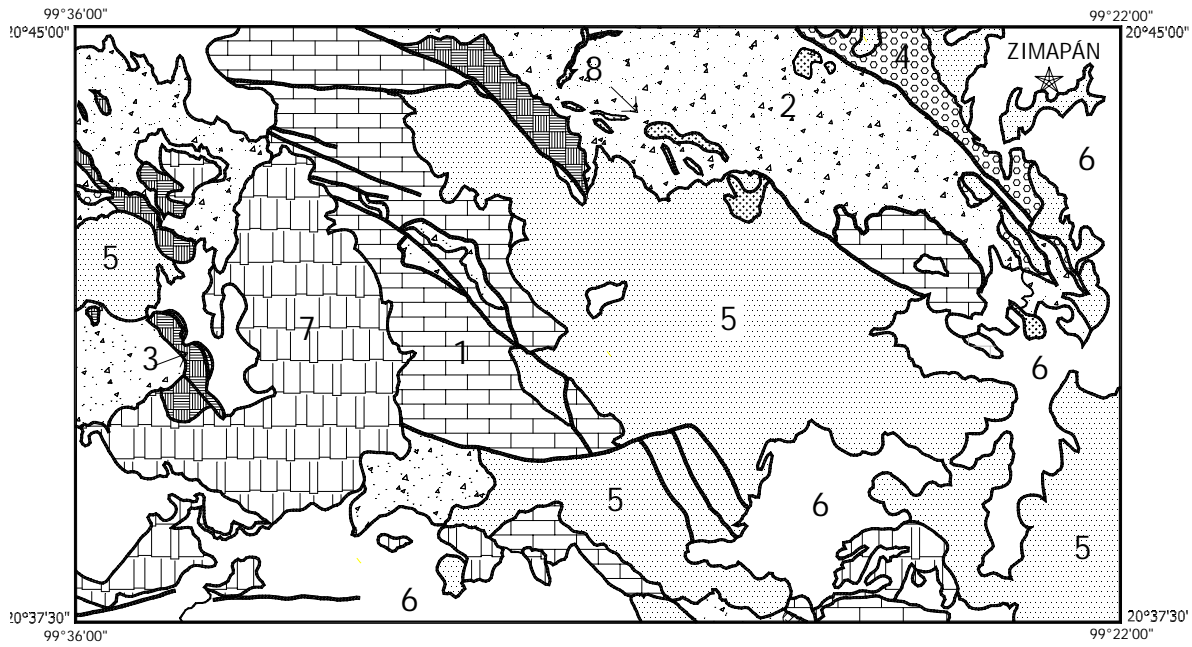


Figura 1. Mapa geológico de la región al poniente de Zimapán, Hgo.: (1) Calizas de la Formación El Doctor; (2) Formaciones Soyatal y Mexcala del Cretácico Superior; (3) Tectonosomas turonianos; (4) Conglomerado El Morro; (5) Unidades volcánicas cenozoicas indiferenciadas; (6) Unidades epiclásticas cenozoicas indiferenciadas; (7) Basaltos cenozoicos; (8) Intrusivos. Los tectonosomas mayores descritos corresponden de norte a sur y de poniente a oriente con Santa Inés, El Picacho, Puerto El Colero y Xajhá.

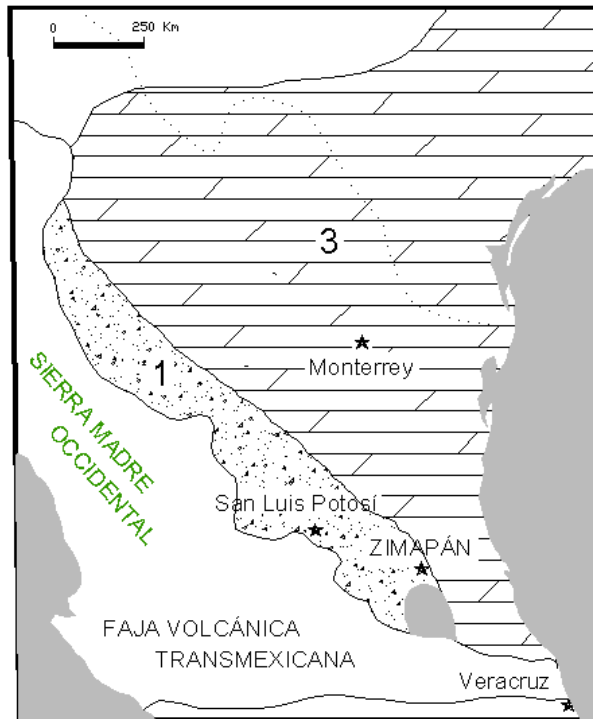


Figura 2. Distribución de elementos paleogeográficos durante el Turoniano: (1) Secuencias turbidíticas; (2) Bancos arrecifales; (3) Calizas Pelágicas. El límite occidental mostrado corresponde con los afloramientos actuales.