

Geología de la Región Norte y Noreste de México

(Hoja Monterrey, Noreste de la hoja Chihuahua, Norte de la hoja México y Noreste de la hoja Guadalajara)



2. Geología de la Región Norte y Noreste de México

2.1. Generalidades

Para describir la región norte-noreste de México se tomaron como límites naturales, al oeste, la Sierra Madre Occidental; al este, la costa del golfo de México, y hacia el sur, el límite norte del Eje Neovolcánico.

La región comprende, según la división fisiográfica de la DGG (ver Fig. 1.1), a las provincias de Sierras y Llanos del Norte, Sierra Madre Oriental, Gran Llanura de Norteamérica, Mesa del Centro y Llanura Costera del Golfo Norte. Sin embargo, la división que aquí se hace se basa fundamentalmente en los elementos paleogeográficos del Mesozoico en esta porción de México. De cualquier forma, estos elementos tienen cierta correspondencia con las provincias fisiográficas anteriormente mencionadas, sobre todo si se parte del principio de que las formas del relieve son una expresión particular del tipo de fenómenos geológicos que las generan.

Los climas de toda la región varían por lo general de cálidos a semicálidos y regularmente llevan implícito un régimen de lluvias de verano. Por otro lado, las precipitaciones revelan que estos climas varían de secos a semisecos en el occidente de esta zona, y de húmedos a subhúmedos en la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte.

2.2. Área de Chihuahua

2.2.1. Geología general

El área correspondiente al estado de Chihuahua se caracteriza —sobre todo en la parte oriental— por la presencia de montañas plegadas formadas por las secuencias marinas mesozoicas. Estas montañas constituyen prominencias topográficas que se encuentran separadas por grandes llanuras que surgieron al rellenarse fosas tectónicas con sedimentos continentales y algunos derrames lávicos, todo lo cual dio origen a las cuencas endorreicas locales de los llamados "bolsones". Las secuencias sedimentarias plegadas desaparecen hacia la margen occidental del estado, en un límite transicional, debajo de la cubierta ignimbrítica de la Sierra Madre Occidental.

Las rocas sedimentarias plegadas que afloran en la mayor parte del área evolucionaron sobre un basamento paleozoico y precámbrico que aflora en algunas localidades, el cual también ha sido reportado en pozos petroleros de PEMEX. En el área de la Sierra

del Cuervo, Mauger y colaboradores (1983) obtuvieron una edad (K-Ar), correspondiente al Grenvilliano, para un bloque metamórfico incluido en una secuencia pérmica. Quintero y Guerrero (1984), por otra parte, reportaron el afloramiento de una unidad metamórfica similar al sur de la Mina Plomosas, en la que podría ser el afloramiento del basamento precámbrico en Chihuahua.

Las rocas paleozoicas que afloran ampliamente en territorio de Texas, tienen en México muy restringidos afloramientos por lo que resulta difícil reconstruir los elementos paleogeográficos de aquella era (Fig. 2.1). R. González (1976) considera que los afloramientos de calizas y dolomías del Paleozoico Inferior de Chihuahua reflejan un ambiente de plataforma similar a las facies desarrolladas sobre el Cratón de América del Norte, por lo cual considera lógica la continuación de este elemento hacia México; por otro lado, señala que en el intervalo Pensilvánico-Pérmico el patrón sedimentológico presentaba condiciones más contrastadas por la acción de los fallamientos en bloques, que dieron origen a plataformas y cuencas intracratónicas sobre las que se depositaron carbonatos y sedimentos terrígenos, respectivamente. De este periodo data la formación de la Plataforma del Diablo, cuyo borde suroeste constituye un marcado lineamiento que coincide aproximadamente con el trayecto del Río Bravo en un tramo situado entre Ciudad Juárez y Ojinaga. Este rasgo tectónico ha mantenido su influencia sobre los eventos sedimentológicos y deformacionales del Mesozoico y aun del Cenozoico. De Ford (1969) hace notar que la desaparición súbita, en la frontera de México, del cinturón Ouachita, constituido de sedimentos terrígenos deformados del Paleozoico, hace suponer que aquél continúa debajo de la secuencia mesozoica de Chihuahua al este de los afloramientos calcáreos del Paleozoico de placer de Guadalupe (Mina Plomosas); sin embargo, no descarta que este cinturón pase al oeste de la localidad anterior, ya que en el área de Aldama se ha reportado la presencia de una considerable secuencia de limolitas de color gris oscuro, semejantes a las que afloran en el flanco norte del cinturón Ouachita, en territorio de Texas. La dificultad para definir los elementos tectónicos del Paleozoico en Chihuahua estriba en que los afloramientos son muy escasos y que en esta región confluyen el Cratón de América del Norte, el cinturón Ouachita y el Miogeosinclinal del Geosinclinal Cordillerano, en una relación hasta ahora confusa.

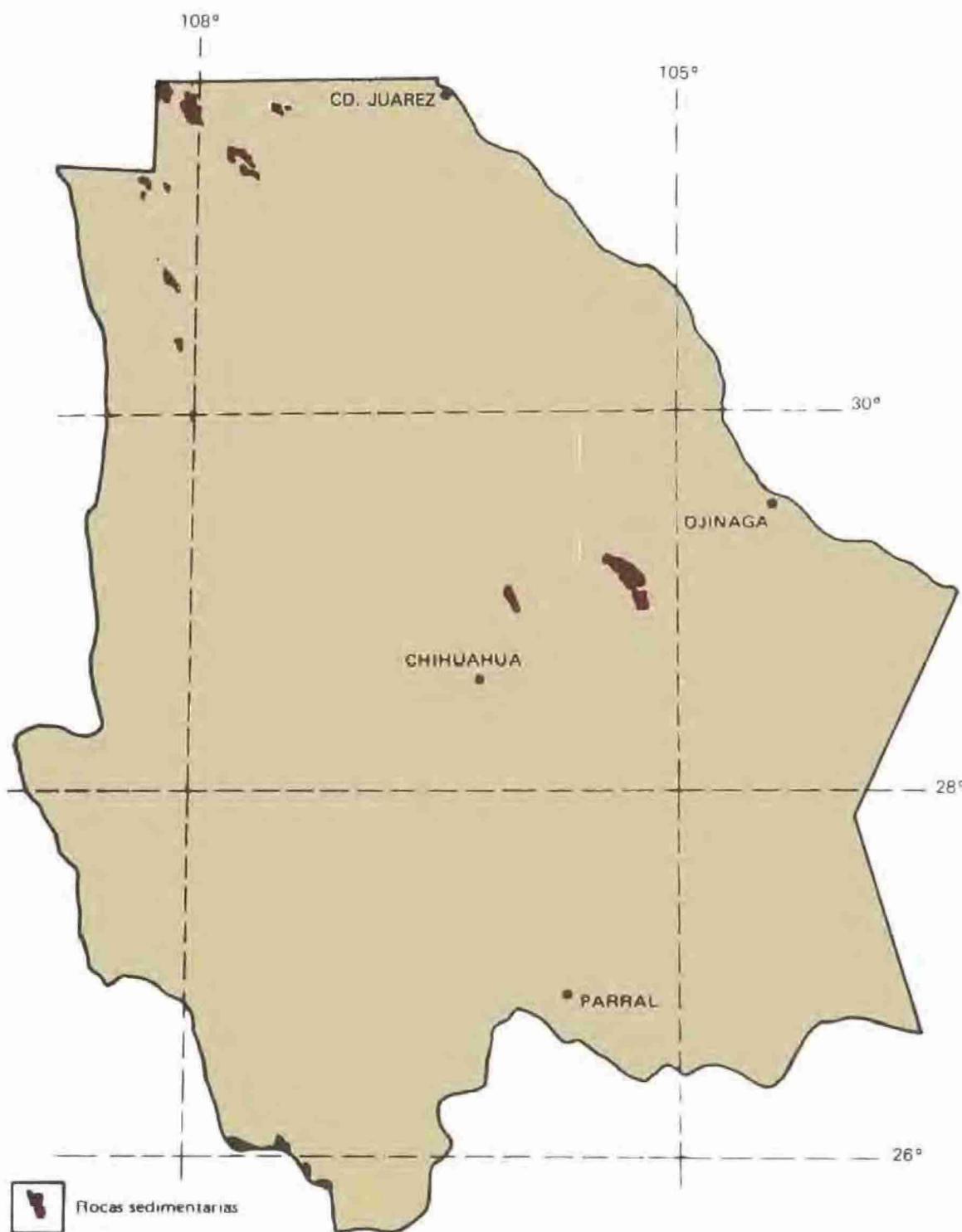
Los principales afloramientos paleozoicos de Chihuahua los forman las secuencias expuestas en el área de la Mina Plomosas (calizas), al noreste de Chihuahua; Aldama (limolitas), al norte de Chihuahua, y en varias localidades de la esquina noroeste del estado, en donde aparecen secuencias de calizas y dolomías de plataforma. En los pozos petroleros Moyotes No. 1 y Chinos No. 1 se cortaron secuencias paleozoicas; en este último se alcanzaron rocas del Orovítico, Cámbrico e incluso rocas metamórficas del Precámbrico (Navarro y Tovar, 1970).

Las deformaciones orogénicas del Geosinclinal Marathon-Ouachita, en el intervalo Misisípico-Pensilvánico, y los fallamientos normales de la porción sur del Cratón de América del Norte, fueron seguidos de un prolongado periodo de emersión (Pérmico-Jurásico Medio) durante el cual se depositaron capas rojas en el marco de un fallamiento normal intenso. Este episodio de depósito continental es ampliamente conocido, sobre todo en la región vecina de Torreón y el norte de Zacatecas.

A partir del Kimeridgiano, la porción oriental de Chihuahua actúa como una cuenca marina, como consecuencia de la transgresión iniciada en ese periodo (De Ford, 1969). Esta cuenca se encontraba limitada al noroeste por la Plataforma del Diablo, al suroeste por la Península de Aldama y al este por la Península o Isla de Coahuila (ver Fig. 2.4). R. González (1976) cita un trabajo inédito de R. Garza (PEMEX) en donde se sugiere que la Península de Aldama y la Isla de Coahuila pudieran haber constituido un solo elemento positivo, con lo que la Cuenca de Chihuahua tendría comunicación a través del Golfo de Sabinas, en Coahuila. Las primeras etapas de la transgresión marina del Jurásico Superior, sobre la Cuenca de Chihuahua, dieron origen al depósito de evaporitas que actualmente se manifiestan en estructuras diapíricas de sal y yeso, ubicadas al sur de Ojinaga y Cd. Juárez, así como en hallazgos de los pozos petroleros de PEMEX en la Sierra de Cuchillo Parado (De Ford, 1969). Los principales afloramientos del Jurásico Superior presentan secuencias arcillo-arenosas y calcáreas, y se localizan principalmente entre Cd. Juárez y Chihuahua, sobre todo en el norte de la Sierra de Samalayuca, en la Sierra de la Alcaparra, en la Sierra El Kilo y en la Sierra La Mojina.

A principios del Cretácico, durante el Neocomiano, la sedimentación marina continuó en la Cuenca de Chihuahua sobre todo

Figura 2.1



Rocas sedimentarias del Paleozoico de Chihuahua.

con depósitos de caliza y yeso de la Formación Alcaperra, así como de lutitas y areniscas de la Formación Las Vigas. Para esta época permanecía aún emergida la Isla de Coahuila, y la Península de Aldama era cubierta por una transgresión marina. A finales del Neocomiano e inicios del Aptiano los mares inician una transgresión muy importante sobre la Isla de Coahuila y los terrenos internos de Sonora y Sinaloa (Rangin, 1976). En la Cuenca de Chihuahua se desarrolla y deposita una considerable secuencia, fundamentalmente calcárea, que incluye a la Formación Cuchillo y el Grupo Chihuahua (Formación Benigno, Formación Lágrima, Caliza Finlay y Formación Benavides), (Córdoba, 1970). Esta transgresión sobre los elementos positivos alcanza su máximo desarrollo en el intervalo Albiano-Cenomaniano, durante el cual se desarrollaron sobre la Plataforma de Aldama importantes facies arrecifales (Franco, 1978). Durante el Cretácico Superior la sedimentación terrígena en la región de Chihuahua marca el levantamiento y la actividad volcánica de la porción occidental de Méxi-

co. Estos depósitos terrígenos constituyen el Grupo Ojinaga, reconocido en el área de la ciudad homóloga, que refleja un ambiente deltáico, y que marca para el Campaniano el avance de la línea de costa al oriente (R. González, 1976). La ausencia de sedimentos del Cretácico Superior, en el área de la Península de Aldama, sugiere que esta porción permaneció emergida durante la mayor parte del Cretácico Superior.

El término de la era Mesozoica está marcado por el plegamiento de la carpeta mesozoica (Fig. 2.2), como resultado de un "décollement" o desprendimiento a nivel de la secuencia evaporítica de la base. Por otra parte, los ejes de las estructuras presentan generalmente una orientación noroeste-sureste. Las recumbencias con fallas inversas en sentidos opuestos, en ambos flancos de la cuenca, han sido interpretadas como un arqueamiento de la banda central a nivel del basamento, lo que originó el deslizamiento hacia la Plataforma del Diablo y la Plataforma de Aldama (Gries y Haenggi, 1970).

En la Era Cenozoica la región de Chihuahua evolucionó como una zona emergida que fue parcialmente cubierta, sobre todo en la porción occidental, por emisiones ignimbríticas del Oligoceno-Mioceno. Mc Dowell y Clabaugh (1979) señalan que las rocas volcánicas del oriente de Chihuahua (Fig. 2.12) tienen diferencias químicas con las áreas vecinas y constituyen una provincia intermedia entre las series calcoalcalinas de la Sierra Madre Occidental (oeste de Chihuahua) y las series alcalinas de la Provincia de Trans-Pecos en Texas. La tectónica de distensión del Terciario Superior origina la formación de grabens, así como el depósito de importantes espesores de sedimentos continentales.

2.2.2. Yacimientos económicos

Según el plano de Provincias Metalogénicas de la República Mexicana (Salas, 1975), el estado de Chihuahua se encuentra dentro de la Provincia Metalogénica de la Sierra Madre Oriental, los principales yacimientos de esta región los constituyen los depósitos hidrotermales de plata, plomo, zinc y oro que se localizan principalmente en la banda central del estado, y pueden seguirse por gran parte del eje de la República Mexicana (ver Fig. 2.3). Los distritos mineros de Santa Eulalia, Naica, Hidalgo del Parral, Santa Bárbara y San Francisco del Oro pertenecen a esta banda central del estado de Chihuahua. Según Clark et al. (1980), durante el final del Mesozoico y gran parte del Cenozoico ocurrió una migración hacia el este, en tiempo y espacio, y un posterior retorno de los arcos magmáticos relacionados con la margen convergente que se desarrollaba en el borde occidental del país. Los episodios de mineralización hidrotermal de los distritos mineros anteriormente mencionados, ocurrieron hace 40 a 28 millones de años (Clark, et al., 1980). Estos episodios están relacionados con la actividad magmática, la cual es producto de la fusión parcial de la Placa Paleopacífica debajo de la corteza continental de México, en el tiempo que ocurría un retorno de la migración de los arcos magmáticos hacia el oeste.

Los yacimientos hidrotermales de manganeso, contenidos generalmente en rocas ignimbríticas, conforman también un cinturón de yacimientos dentro de los cuales se encuentran los de las localidades de Talamantes, Terrantes y Casas Grandes.

Los yacimientos de hierro, del este de Chihuahua, conforman un cinturón asociado al retorno hacia el oeste del magmatismo, relacionado a la migración de los arcos (Clark et al., op. cit.). Los principales yacimientos se encuentran en las minas de La Perla y Hércules, en la vecindad con Coahuila.

Los depósitos uraníferos volcanogénicos de Chihuahua están vinculados a la migración del magmatismo, hacia el este, y se relacionan con lavas riolíticas y traquíticas de hace 40 millones de años. La principal localidad de este tipo de yacimientos es la Sierra de Peña Blanca, ubicada al norte de Chihuahua.

Por lo que respecta a los yacimientos petroleros, las rocas calcáreas paleozoicas que muestran facies de plataforma, sobre



Vista panorámica que muestra un perfil de la Sierra de Santa Lucía, Chih., en donde afloran las formaciones Finlay (cresta superior), Lágrima (parte media) y Benigno (parte inferior izquierda).

Foto: Cecilia Caballero UNAM

todo las que afloran en la porción noroeste del estado de Chihuahua, cuentan a profundidad con posibilidades, ya que muestran gran porosidad y se asemejan a las rocas productoras del oeste y centro de Texas (R. González, 1976). La información de los pozos petroleros ha revelado posibilidades para el Jurásico de Chihuahua, ya que se han cortado secuencias calcáreo-arcillosas con alto contenido orgánico, que pueden servir como rocas generadoras, así como algunas secuencias porosas de facies de plataforma que pueden ser almacenadoras (R. González, op. cit.).

Las secuencias del Albiano-Cenomanjano, desarrolladas sobre el sector chihuahuense de la Plataforma de Coahuila, pueden ser objetivos petroleros atractivos, debido a la alta porosidad ocasionada por las gruesas secciones de dolomias y bancos arrecifales (R. González, op. cit.).

2.3. Coahuila y Nuevo León

2.3.1. Geología general

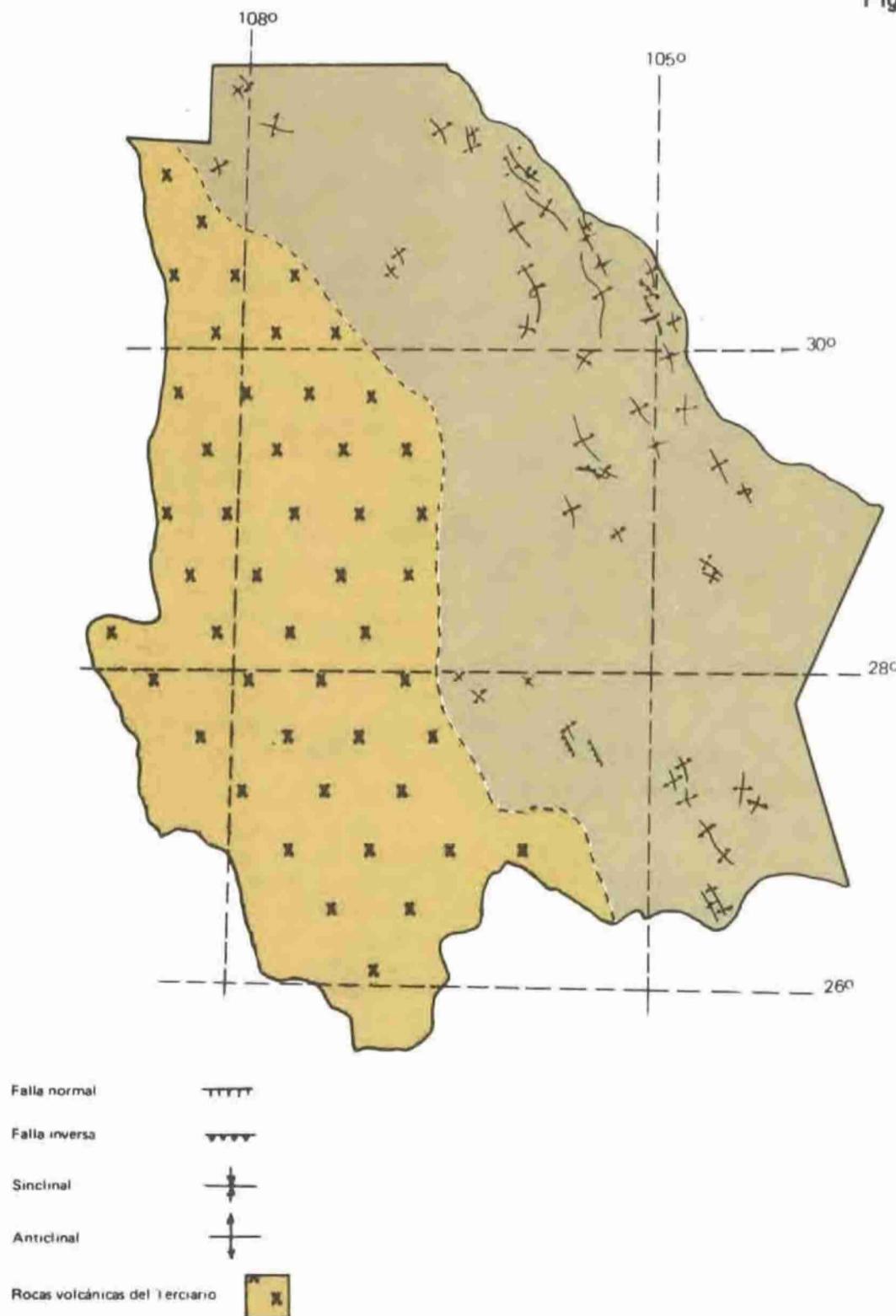
Esta región se caracteriza por la presencia predominante de rocas sedimentarias mesozoicas plegadas, que descansan sobre un basamento paleozoico y precámbrico. El rasgo fisiográfico más significativo lo constituye la flexión que sufre la Sierra Madre Oriental a la altura de Monterrey, a partir de la cual adquiere una orientación general E-O. Al norte de esta flexión los elementos orográficos se vuelven más espaciados, y las estructuras geológicas menos estrechas; además, el relieve disminuye gradualmente al oriente, hasta constituirse en la Llanura Costera del Golfo.

El basamento paleozoico sobre el que evolucionó la secuencia mesozoica de esta región ha sido interpretado como una continuación del cinturón Ouachita del sureste de Estados Unidos. Denison (1970) ha señalado que los esquistos grangeno del Cañón de la Peregrina guardan una gran similitud con las zonas internas orientales del cinturón Ouachita; esta afirmación parece ser corroborada por el basamento metamórfico reportado en los pozos petroleros de los estados de Nuevo León y Tamaulipas. Por otro lado, los sedimentos detríticos del Pérmico, reportados en el área de Delicias Acatita, son similares a los de la faja frontal oriental del Geosinclinal Ouachita.

Los periodos de emersión y fallamiento normal ocurridos durante el Triásico y parte del Jurásico, preparan la Paleogeografía de la parte superior del Mesozoico y dan lugar al depósito de capas rojas continentales que han sido reportadas, sobre todo en y al sur del sector de las sierras transversas Monterrey-Torreón.

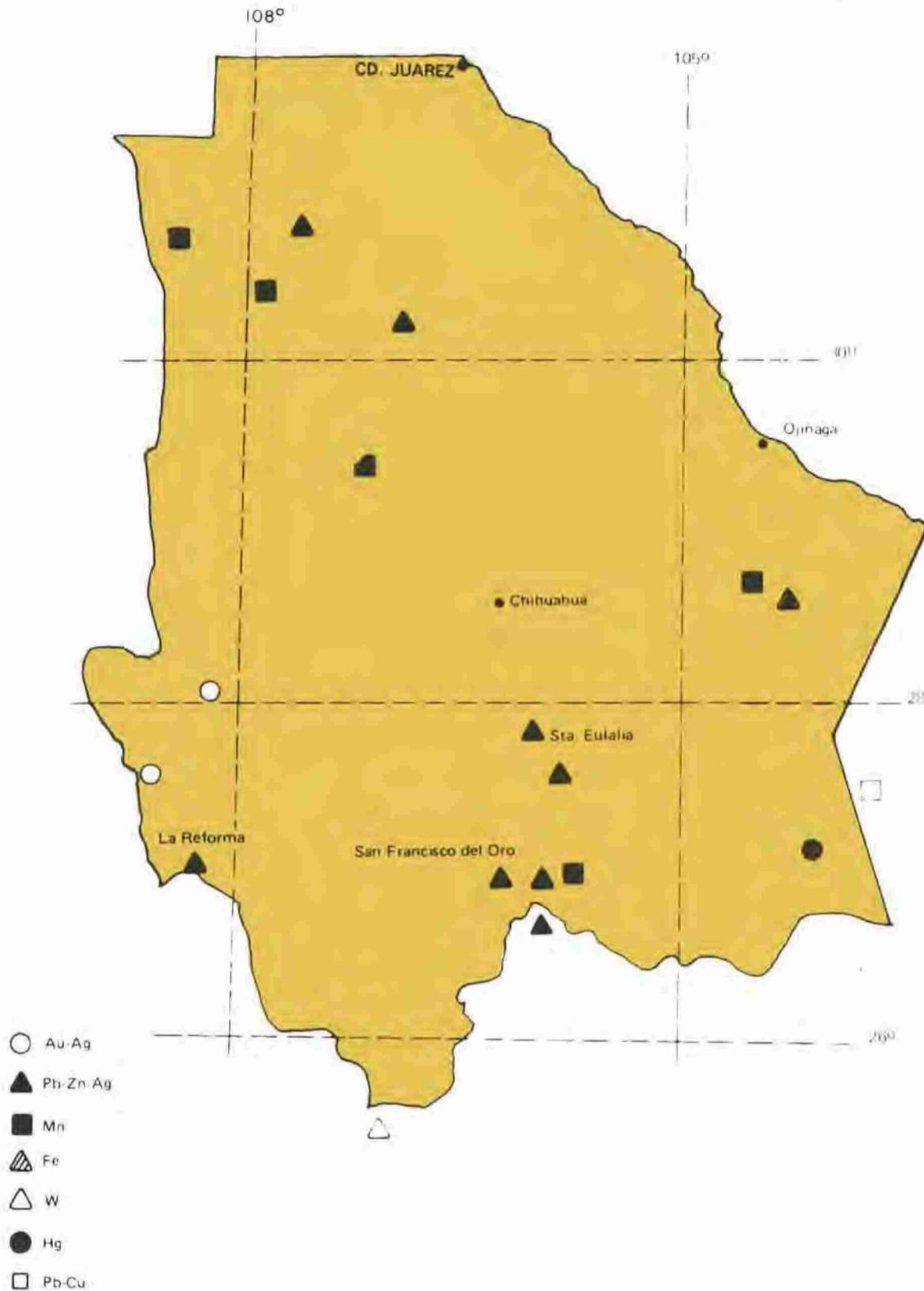
En el Jurásico Superior actúa una transgresión al noreste de México que da lugar a la formación del Golfo Sabinas, la Isla de Coahuila y la Península y Archipiélago de Tamaulipas (ver Fig. 2.4). Este fenómeno ha sido relacionado por varios autores con la apertura del extremo occidental del Mar de Tethys, en el inicio de la disgregación del supercontinente Pangea. De esta manera queda

Figura 2.2



Estructuras en rocas Mesozoicas de Chihuahua.

Figura 2.3



Distribución de los principales yacimientos minerales conocidos del estado de Chihuahua (tomado del mapa metalogénico de la República Mexicana, Guillermo P. Salas, 1975).

definida en el Oxfordiano el Paleogolfo de Sabinas, que presenta las características de una cuenca intracratónica desarrollada en la porción sur del Cratón de América, más estable tectónicamente. En las primeras etapas de la transgresión se desarrollaron en el Golfo de Sabinas depósitos evaporíticos, terrígenos y calcáreos, en el marco de una fuerte evaporación (R. González, 1976), sobre todo en el Oxfordiano (ver Fig. 2.5). A esta época corresponden las formaciones Minas Viejas, Novillo, Olvido, Zuloaga y La Gloria; estas dos últimas representan, respectivamente, las facies extralitoral y cercana, a costa del Oxfordiano Superior (Roger et al., 1961). Con el avance de la transgresión marina, durante el Kimmeridgiano y Tithoniano, se crearon los depósitos de mar abiertos, de las formaciones La Caja y Pi-

mienta, constituidas de secuencias calcáreo-arcillosas, con horizontes carbonosos, así como los depósitos detríticos del grupo La Casita (ver Fig. 2.6).

Durante el inicio del Cretácico Inferior continuó la transgresión marina del Jurásico Superior, lo cual dio lugar al depósito, durante todo el Neocomiano, de una secuencia heterogénea que comprende varias formaciones. La Arcosa-San Marcos constituye una facie litoral y continental de gran parte del Neocomiano, simultáneamente a la cual se depositaron diversas formaciones. La configuración de La Arcosa-San Marcos permite observar intercalaciones de ésta, entre formaciones depositadas simultáneamente en ambientes marinos de plataforma, ya que varios lentes se alejan del litoral de la Isla

de Coahuila en diferentes niveles estratigráficos. La Formación Menchaca está formada por una secuencia de calizas y algunas intercalaciones de margas y lutitas; esta formación constituye la base de la secuencia de plataforma del Neocomiano que está representada hacia arriba por las lutitas y areniscas de la Formación Barril Viejo, las calizas y lutitas de la formación Padilla, la secuencia calcáreo-arcillosa de la Formación La Mula, y las calizas, dolomias y evaporitas de la Formación la Virgen. En el sector sureste del Golfo de Sabinas se depositaron las calizas arcillosas de la Formación Taraises durante el intervalo Berriásiano-Hauteriviano.

Desde el Hauteriviano hasta el Aptiano se formaron en todo el noreste de México depósitos calcáreos que constituyen diferentes facies. En gran parte del Golfo de Sabinas se depositaron las calizas de la formación Cupido, en un ambiente de plataforma. Se desarrolló, además, un alineamiento arrecifal que corre de Laredo a Monterrey y de ahí al oeste hacia Torreón, el cual es considerado como parte integral de la Formación Cupido. Finalmente, fuera del margen arrecifal que limita esta formación se desarrollaron facies de mar abierto correspondientes a la Formación Tamaulipas Superior. (ver Fig. 2.7).

En el límite Aptiano-Albiano sobreviene un aporte generalizado de terrígenos finos al Golfo de Sabinas que dan lugar a la Formación La Peña. Este aporte pudo haber ocurrido como resultado de un levantamiento epeirogénico de los elementos positivos o un descenso eustático del nivel del mar (Smith, 1970; Charleston, 1973).

Durante el intervalo Albiano-Cenomaniano una importante transgresión marina que cubre incluso los elementos hasta entonces positivos, originó el desarrollo de gruesas secuencias carbonatadas en todo el noreste de México. Sobre las Plataformas del Burro (Península de Tamaulipas) y Coahuila (Isla de Coahuila) se depositaron secuencias de facies someras y evaporíticas gracias a la presencia de arrecifes que bordeaban los elementos. A este intervalo pertenecen las formaciones Aurora, Acatita y Tamaulipas Superior (ver Fig. 2.8).

En el Cretácico Superior se depositaron en toda la región sedimentos fundamentalmente terrígenos provenientes de la porción occidental de México, que sufrió deformaciones orogénicas al principio de esta época y un levantamiento general posterior. Con la retirada gradual de los mares hacia el oriente se desarrollaron sucesivas líneas de costa y deltas con los depósitos detríticos consecuentes (ver Fig. 2.9). En las cuencas de La Popa y Parras el hundimiento lento dio lugar a la acumulación de gruesos espesores de lutitas y areniscas. A las secuencias del Cretácico Superior pertenecen las formaciones Del Río, Buda, Indidura, Eagle Ford, Caracol, Austin, Parras, Upson, San Miguel, Olmos, Escondido y Difunta. Los sedimentos que constituyen esta última formación han sido considerados por Tardy et al. (1974) como depósitos flysch que preceden las deformaciones orogénicas.

Las deformaciones de la Orogenia Laramide se desarrollaron principalmente en la parte inferior del Cenozoico. A este episodio pertenecen las estructuras anticlinales y sinclinales tan características del paisaje coahuilense. El estilo de deformación del área del Golfo de Sabinas es de menor intensidad que el que se observa en el frente del Parras donde las recumbencias y cobijaduras tienen un desarrollo muy importante. Los pliegues son poco estrechos y sólo se llega a observar recumbencias y cabalgamientos hacia los elementos en los límites del paleogolfo. Sobre los antiguos elementos positivos las estructuras son aún más suaves y llegan a observarse en forma de grandes periclinales. A partir de estas deformaciones orogénicas se inicia la evolución continental de la región, con importantes depósitos continentales favorecidos por el fallamiento normal ocurrido en el Cretácico Superior.

Durante el Cenozoico ocurrieron eventos aislados de actividad ígnea en esta región del país, sobre todo en el Oligoceno, cuando fueron emplazados intrusivos de sienita nefelínica (Bloomfield y Cepeda, 1973). K. Clark y colegas (1980) consideran estos cuer-

pos ígneos como parte de una banda ígnea alcalina que se prolonga hacia México desde Nuevo México. Estos autores consideran que este magmatismo alcalino fue inducido por el fenómeno de subducción que ocurría en el occidente de México y que constituye la manifestación más alejada de la paleotrinchera que se encontraba a 1000 km de distancia. También existen para el Oligoceno manifestaciones volcánicas semejantes a las rocas silíceas del este de Chihuahua, además de pequeños derrames basálticos del Pliocuaternario.

2.3.2 Yacimientos económicos

El área del Paleogolfo de Sabinas y las áreas de las plataformas de Coahuila y Tamaulipas han sido objeto de exploración petrolera muy importante, ya que reúnen buenas características para el desarrollo de yacimientos y, además, se ha obtenido abundante producción comercial en áreas vecinas. Los niveles estratigráficos con mayores posibilidades son el Jurásico Superior y el Cretácico Inferior, ya que en ellos se encuentran rocas con características generadoras y almacenadoras. Petróleos Mexicanos ha perforado algunos

pozos exploratorios y ha encontrado importantes manifestaciones de hidrocarburos en el área del Paleogolfo de Sabinas.

La zona carbonífera de Sabinas está formada por yacimientos sedimentarios alojados en la secuencia deltáica del Cretácico Superior. Concretamente pertenecen a la Formación Olmos del Maestrichtiano, depositada en un ambiente predominantemente palustre. Esta zona es la principal productora de carbón en el país y la de mayores reservas (ver Fig. 2.13).

También existen numerosos yacimientos de fluorita y barita distribuidos en una franja de orientación general noroeste-sureste, en posición sensiblemente paralela a las franjas de mineralización desarrolladas en el norte de México, como consecuencia del magmatismo asociado al fenómeno de subducción que ocurrió en el occidente. Estos filones son vetas hidrotermales que encuentran generalmente a las calizas del Cretácico Inferior como roca encajonante. Esta zona es la principal productora de fluorita en México.

PALEOGEOGRAFIA JURASICO SUPERIOR

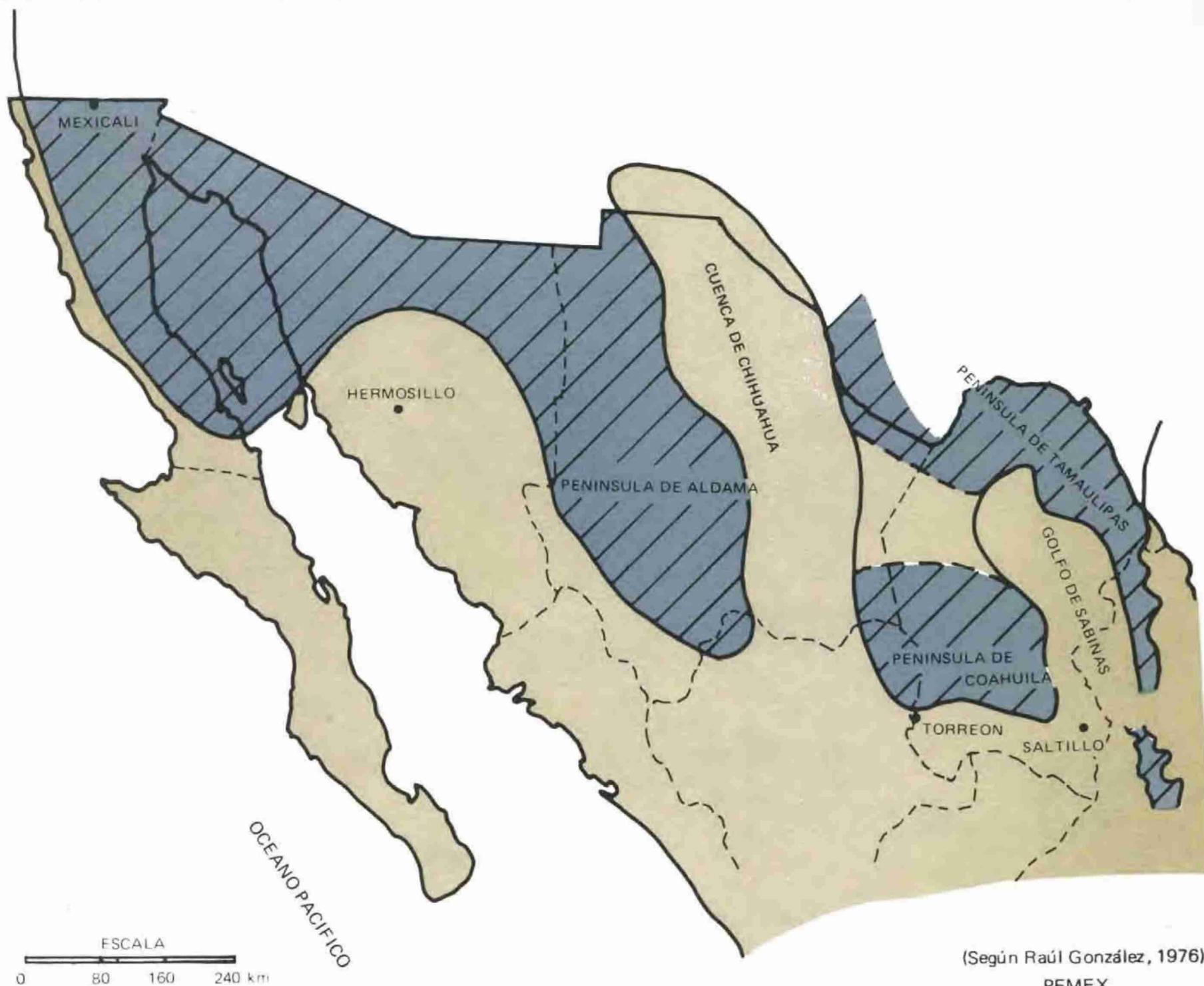
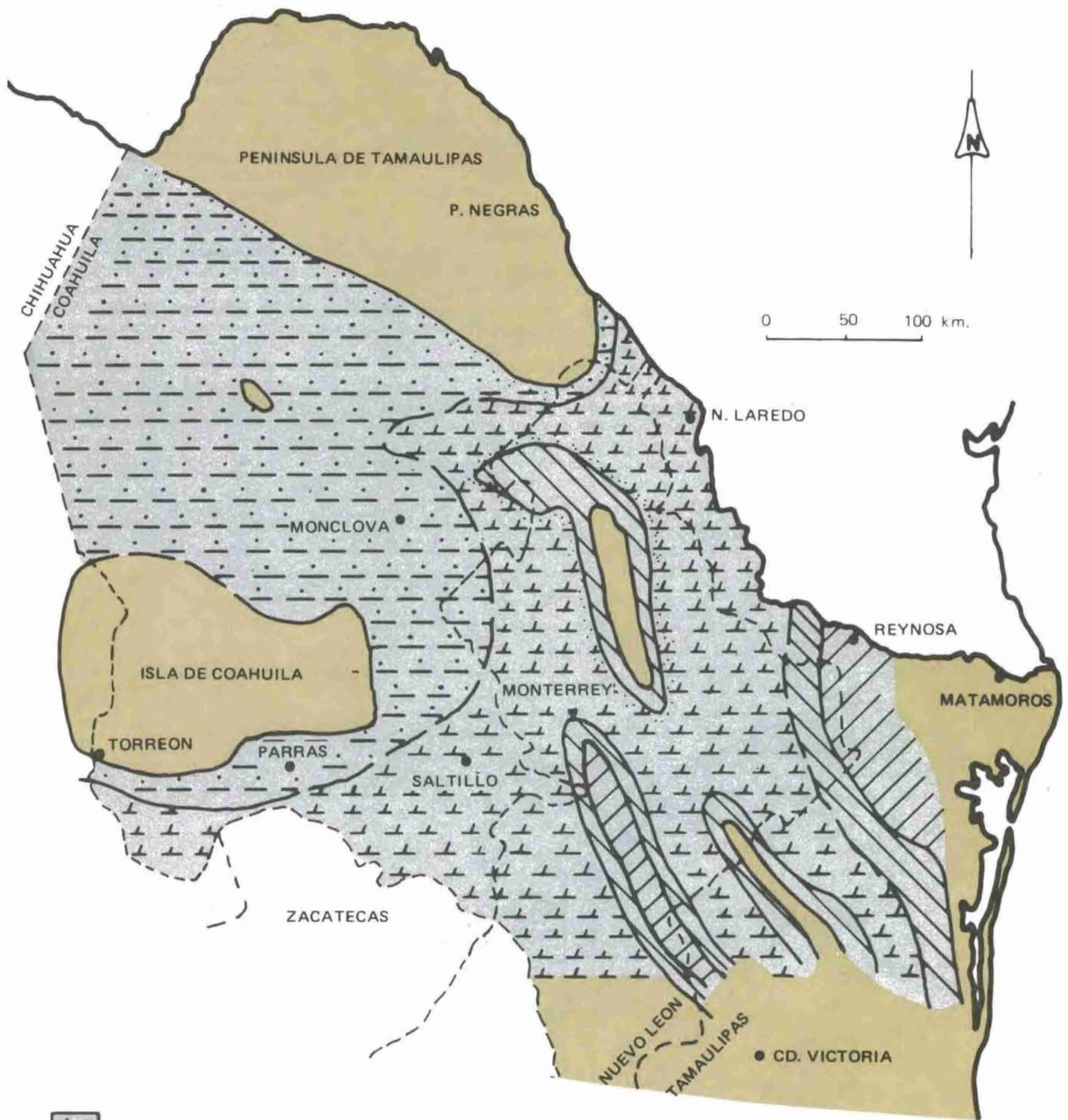


Figura 2.

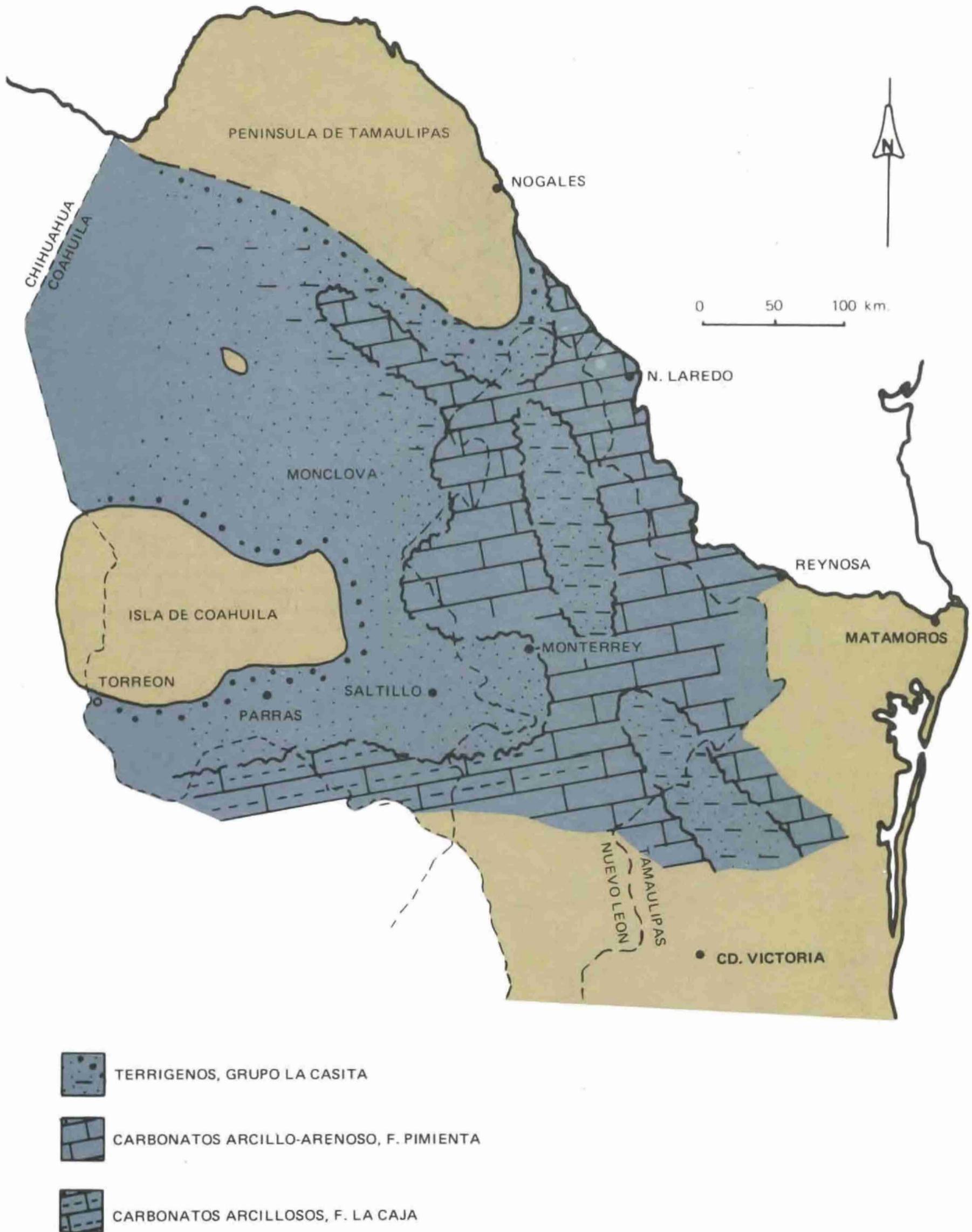


-  PLATAFORMA CARBONATOS EVAPORITAS, F. OLVIDO-NOVILLO
-  BORDO BANCOS OOLITICOS, GPO. ZULOAGA (?)
-  PLATAFORMA CLASTICOS, F. LA GLORIA
-  MAR ABIERTO CALIZAS ARCILLOSAS, F. (?)

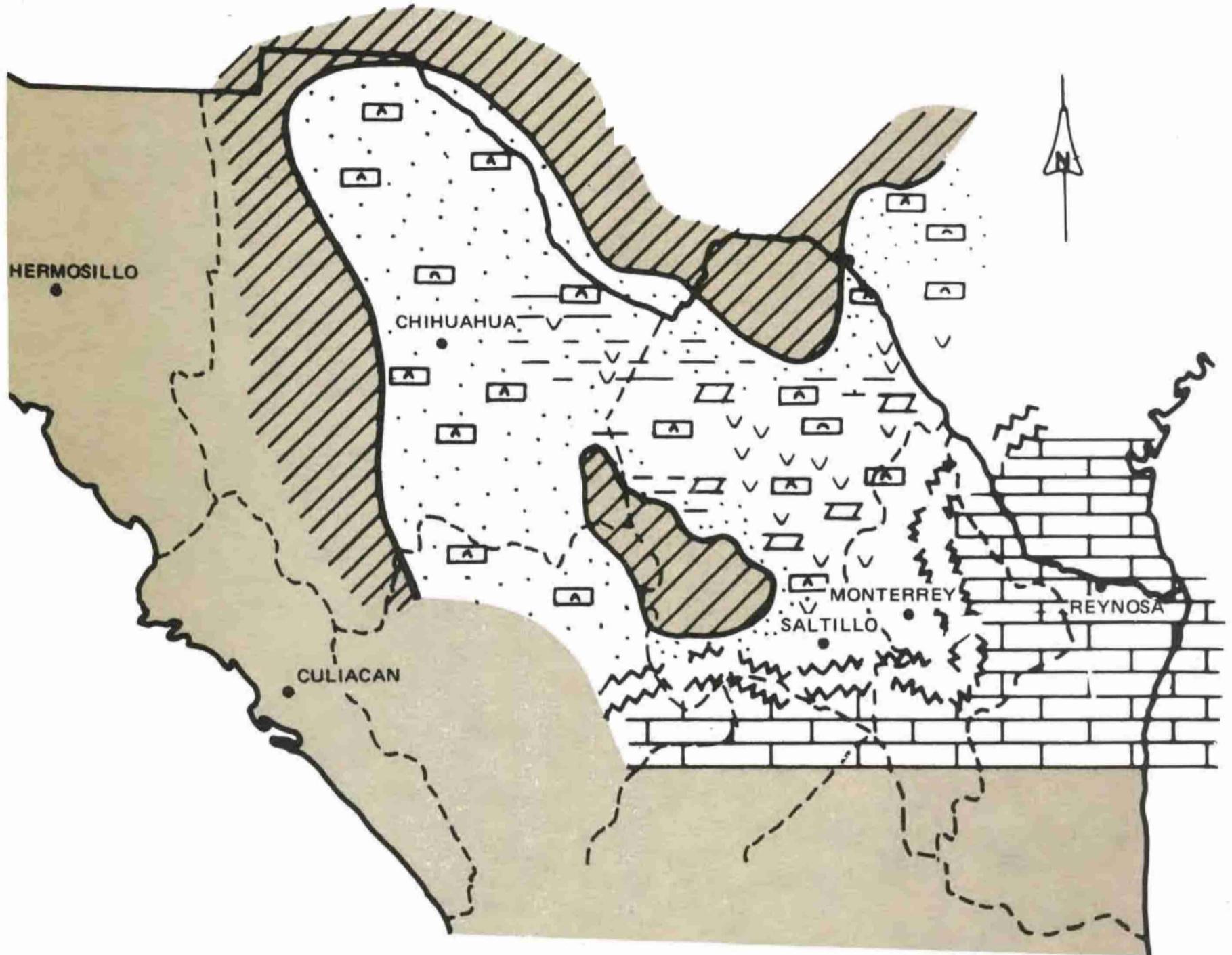
(Según J. Alfonso Zwanziger, 1978)

DISTRIBUCION PALEOGEOGRAFICA DEL NORESTE DE MEXICO DURANTE EL KIMMERIDGIANO Y EL TITHONIANO

Figura 2.6



(Según J. Alfonso Zwanziger 1978)



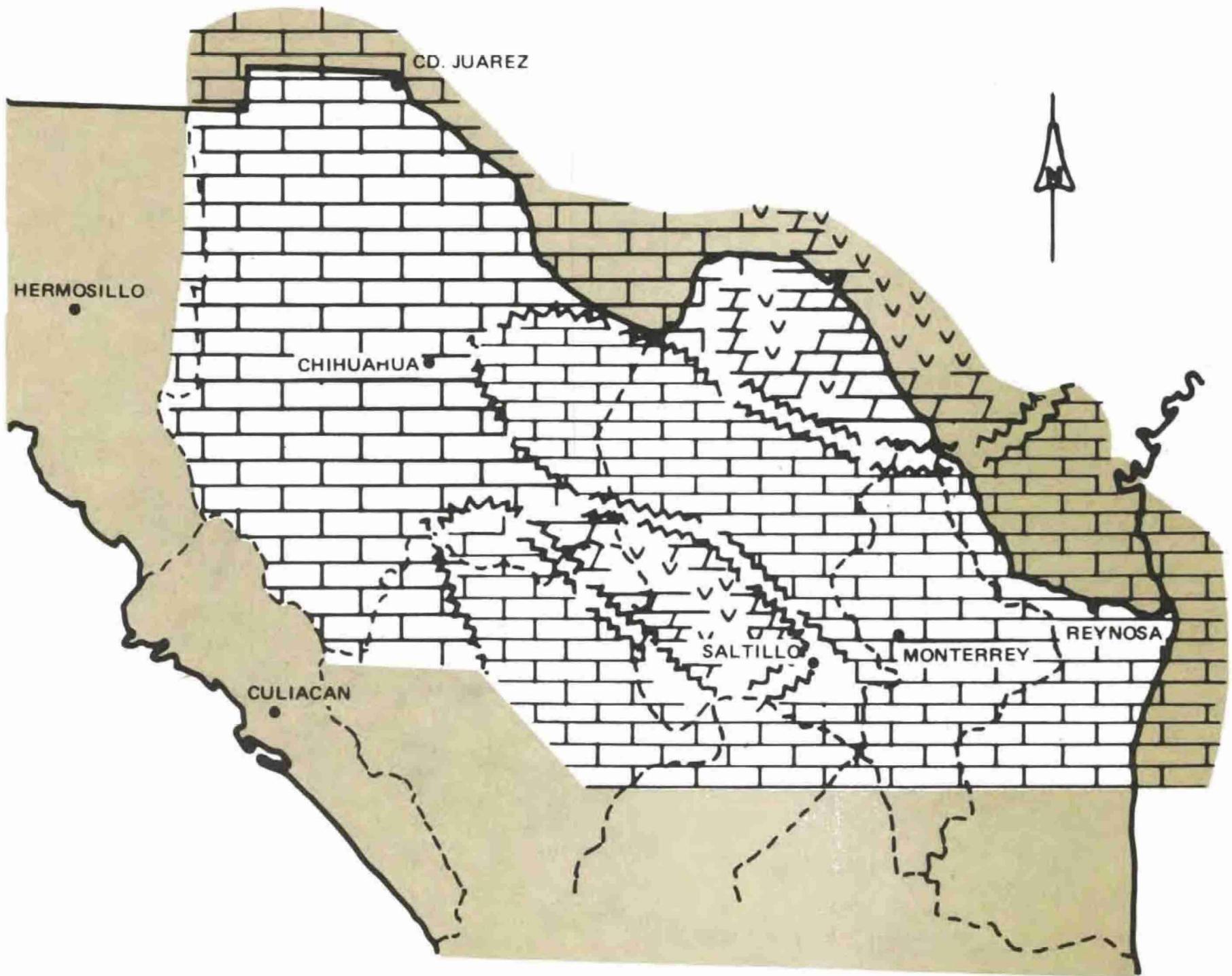
-  Terrigenos
-  Caliza Plat.
-  Dolomia
-  Arrecife
-  Caliza cuenca
-  Evaporitas
-  Continente

ESCALA
 0 100 200 km.

(Según Raúl González, 1976)
 PEMEX

PALEOGEOGRAFIA DEL ALBIANO-CENOMANIANO
 PARA EL NORTE Y NORESTE DE MEXICO

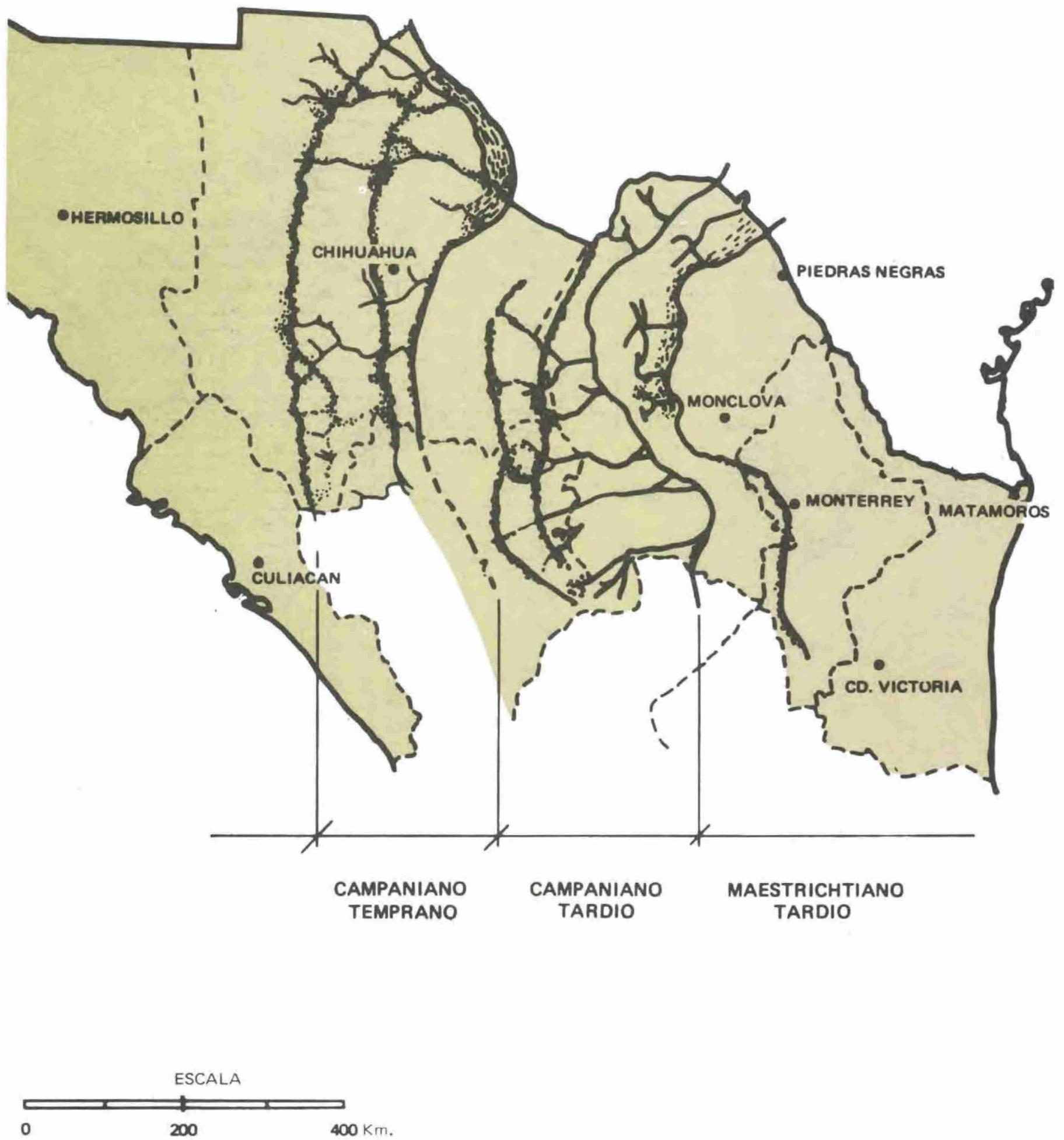
Figura 2.8



-  Plataforma
-  Anhidrita
-  Dolomia
-  Arrecife
-  Cuenca

ESCALA
 0 100 200 km

(Según Raúl González, 1976)
 PEMEX



(Según Raúl González, 1976)
PEMEX