

RELACIONES ESTRUCTURALES ENTRE EL ANTICLINORIO DE PARRAS Y EL ANTICLINORIO DE ARTEAGA (SIERRA MADRE ORIENTAL), EN LA REGION DE AGUA NUEVA, COAHUILA

*Dranoel Quintero-Legorreta¹
y Mario Aranda-García²*

RESUMEN

Entre las salientes de la parte transversal de la Sierra Madre Oriental, una formada por el Anticlinorio de Parras y la otra por el Anticlinorio de Arteaga, se encuentra el Receso de Agua Nueva, localizado al S-SW de Saltillo, Coahuila. El levantamiento geológico de esta área (1,000 km²) y el análisis tectónico de la región circundante permitieron interpretar la existencia de dos cobijaduras mayores que se presentan superpuestas entre sí en esta región.

El Anticlinorio de Arteaga está formado en la Cobijadura de Arteaga y se extiende desde el poblado de Agua Nueva hasta Monterrey. El Anticlinorio de Parras se desarrolló en la Cobijadura de Parras y se extiende desde el poblado de Parras hasta Agua Nueva; de ahí continúa hacia el oriente cabalgando sobre la parte meridional de la Cobijadura de Arteaga.

El análisis tectónico regional reveló que la trayectoria de la Sierra Madre Oriental se debe al control que ejercieron los elementos paleogeográficos de la región, que fueron la Plataforma de Coahuila y el Golfo de Sabinas, sin conocer la magnitud del corrimiento a lo largo de las cabalgaduras maestras. Las evidencias de campo recabadas hasta ahora no permiten corroborar la existencia de fallas grandes de desplazamiento lateral y tampoco la consideración alóctona de las rocas del Grupo Difunta al norte del frente septentrional de la Sierra Madre Oriental.

ABSTRACT

Between the salients of the transversal part of the Sierra Madre Oriental, which are the Parras and the Arteaga anticlinoria, lays the Agua Nueva recess, located to the S-SW of Saltillo, Coahuila.

The geologic mapping of this area (1,000 km²), together with the tectonic analysis of the surrounding region allowed to interpret the existence of two major thrust sheets which are superimposed on each other in this region.

The Arteaga Thrust Sheet is in which the Arteaga Anticlinorium is developed and it extends from Agua Nueva to Monterrey. The Parras Anticlinorium is formed in the Parras Thrust Sheet, and it extends from Parras to Agua Nueva and from there it continues to the east as being thrust over the southern parts of the Arteaga Thrust Sheet.

The tectonic analysis revealed that in this region the trend of the Sierra Madre Oriental was controlled by the paleogeographic elements of the Coahuila Platform and the Sabinas Gulf; however, the magnitude of the displacement that occurred along the sole-thrust is unknown. The field evidence so far obtained does not support the existence of major transcurrent faults nor the allochthonous nature of the Difunta Group to the north of the northern front of the Sierra Madre Oriental.

INTRODUCCION

Este estudio se llevó a cabo en tres etapas: gabinete, campo y gabinete. Durante la primera, se consultó la bibliografía existente tanto del área de estudio como de las regiones vecinas, con el objeto de tener una idea general de sus condiciones geológicas. En esta misma etapa se interpretaron las fotografías aéreas verticales con escala de 1:25,000 que fueron prestadas gentilmente por DETENAL. En ellas se marcaron la posición de los centros de cada fotografía aérea, contactos geológicos entre unidades litoestratigráficas, posición e intensidad de la inclinación de los estratos observados y tendencias estructurales de los afloramientos. Con estos datos se construyó un mapa fotogeológico preliminar que, junto con los mapas topográficos de DETENAL, fue utilizado en la siguiente etapa de trabajo.

En el campo se llevó a cabo un recorrido general del área que sirvió para conocer la región estudiada dentro del contexto geológico regional.

Finalmente, se hicieron muestreos de las diferentes unidades reconocidas durante los caminamientos, marcándolos en las fotografías aéreas verticales y en los mapas topográficos. Asimismo se corrigió y modificó, según el caso, el mapa preliminar y se procedió a construir las secciones estructurales de acuerdo a la interpretación en el campo de los afloramientos. El mapa geológico final así logrado se basa un 30 % en fotogeología y un 70 % en geología levantada en el campo, y con respecto al mapa geológico, publicado por de Cserna (1956), la información contenida en nuestro mapa es un 80 % más completa.

La Sierra Madre Oriental, formando un arco convexo hacia el sur, muestra un cambio de dirección entre las ciudades de Monterrey y Saltillo y las sierras que lo constituyen desaparecen paulatinamente hacia el poniente en la dirección de la llanura en donde están asentadas las ciudades de Saltillo y Ramos Arizpe (Figura 1). Por otra parte, las Sierras Trans-

¹ Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510 México, D. F.

² PEMEX-DFNE, Boulevard Lázaro Cárdenas s/n, Reynosa, Tamps.

versas se localizan al sur de este arco y se extienden al poniente hacia la región de Torreón, donde nuevamente cambian de dirección.

Tardy y colaboradores (1975) señalan que la Sierra Madre Oriental tiene la traza de una cobijadura (*La Nappe de Parras*) y que ésta presenta tres avances espectaculares, uno cerca del Puerto de La Peña, otro cerca de Saltillo y el tercero junto a Aramberri, delimitada por fallas de desplazamiento lateral.

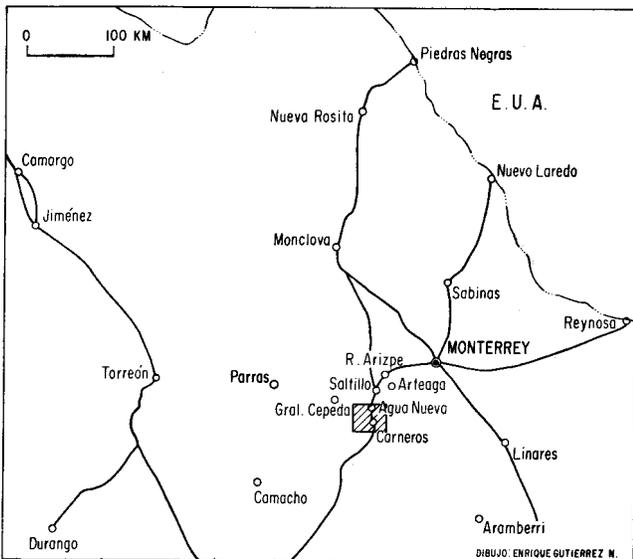


Figura 1.- Localización geográfica del área de estudio.

En este artículo se demuestra que la solución propuesta por Tardy y colaboradores (*op. cit.*) para la región de Saltillo no es correcta, a la vez que se propone una solución distinta, por medio de cabalgaduras imbricadas que separan dos entidades estructurales independientes: el Anticlinorio de Parras y el Anticlinorio de Arteaga.

La región estudiada geográficamente está ubicada aproximadamente 25 km al surponiente de la ciudad de Saltillo, Coahuila y delimitada por los paralelos 25°00' y 25°15' N por los meridianos 100°20' y 101°00' W.

En relación con la geología de esta región, cabe mencionar que Imlay (1936, 1937) estudió la Sierra de Parras estableciendo de una manera formal su estratigrafía.

Humphrey (1949, 1956) llevó a cabo dos estudios geológicos, uno en la Sierra de Los Muertos y otro de carácter regional con énfasis en la tectónica del noreste de México. De Cserna (1956) publicó su estudio sobre la tectónica de la Sierra Madre Oriental entre Torreón y Monterrey; más tarde, Rogers y colaboradores (1961) presentaron un estudio mayor sobre los yacimientos de fosfatos en esta región. Garza-González (1973) elaboró un modelo sedimentario del Albiano-Cenomaniano de la región colindante por el norte con la descrita en el presente artículo. Tardy y colaboradores (1975) hicieron una síntesis y nuevas interpretaciones tectónicas sobre la Sierra Madre Oriental entre Aramberri y Parras. Alfonso-Zwanzinger (1978) publicó una síntesis sobre el marco sedimentario de la Formación Cupido, mientras que Quintero-Legorreta y Aranda-García (1978) estudiaron en semidetalle la región circundante de Agua Nueva, Coahuila.

ESTRATIGRAFIA

Las rocas sedimentarias que afloran en esta región, cuyo alcance estratigráfico es del Jurásico Superior-Cretácico Superior, en su mayoría son calcáreas; aunque también existen rocas clásticas que se formaron en el inicio de la gran transgresión marina del Mesozoico y a partir de la retirada de los mares del Cretácico Tardío.

La secuencia estratigráfica consta de 12 formaciones, de las cuales tres pertenecen al Jurásico Superior, cinco al Cretácico Inferior y cuatro al Cretácico Superior (Figura 2). Estas formaciones han sido definidas formalmente en publicaciones anteriores y aquí sólo se mencionarán sus características más importantes, ya que este artículo está enfocado hacia la geología estructural.

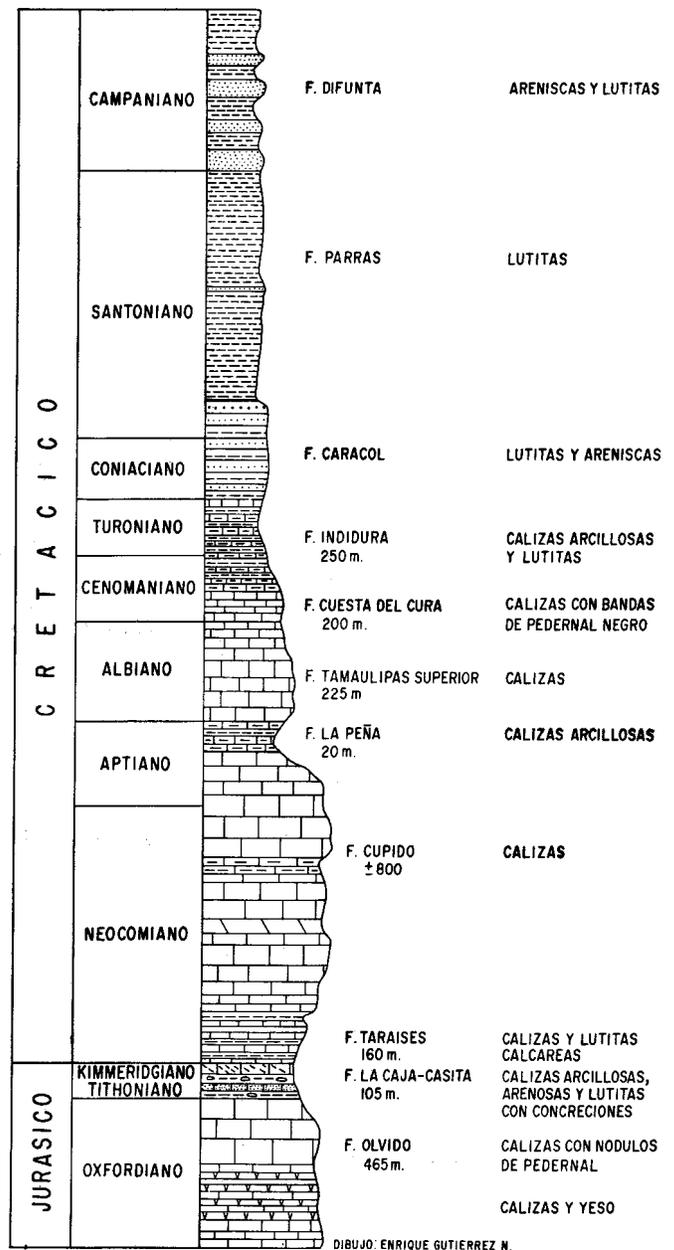


Figura 2.- Columna estratigráfica de la secuencia sedimentaria de la región de Agua Nueva, Coahuila.

JURASICO

Formación Olvido.- Heim (1940, p. 320) utilizó el término de Formación Olvido para nombrar a una secuencia de "calizas y dolomías con arcilla verde, roja y violeta y algo de arenisca, interstratificadas que, en la región del Rancho El Olvido, al sureste del Valle de Huizachal, Tamaulipas, muestran grandes bloques de yeso". Se le asigna este nombre a una secuencia de capas de yeso alternando con calizas que, hacia el sur, es transicional a la Caliza Zuloaga (Imlay, 1938, p. 1657 y 1679), y que subyace a las capas con *Idoceras* sp. de la Formación La Casita o de la Formación La Caja.

En el área de Agua Nueva la Formación Olvido está constituida por varios intervalos evaporíticos de unos 15 m de espesor y con algunos intervalos de caliza. Esta caracterización corresponde principalmente a la sección expuesta en la Sierra Molano (Figura 3), pero lateralmente su litología,

espesor y textura presentan variaciones. Por ejemplo, en la Sierra de Buñuelos, al sur de Agua Nueva (Figura 3), algunos de los horizontes evaporíticos superiores se pierden quedando reemplazados por carbonatos que aumentan en espesor y que presentan calizas que corresponden a la Caliza Zuloaga.

La Formación Olvido contiene una brecha de espesor variable que probablemente se formó por la disolución de las evaporitas. Esta brecha se observa en la ladera oriental de la Sierra Chorrera en las orillas del poblado de Carneros; en la ladera septentrional de la Sierra de Buñuelos, cerca del poblado del mismo nombre y en la parte septentrional de la Sierra La Carroza (Figura 3). La Formación Olvido aflora en las sierras de El Fraile, de Buñuelos, La Carroza, de Los Angeles, Molano y en el núcleo de la Sierra Chorrera (Figura 3). Cabe mencionar que en los estudios publicados con anterioridad, las calizas del Jurásico Superior (Oxfordiano) fueron cartografiadas como Caliza Zuloaga.

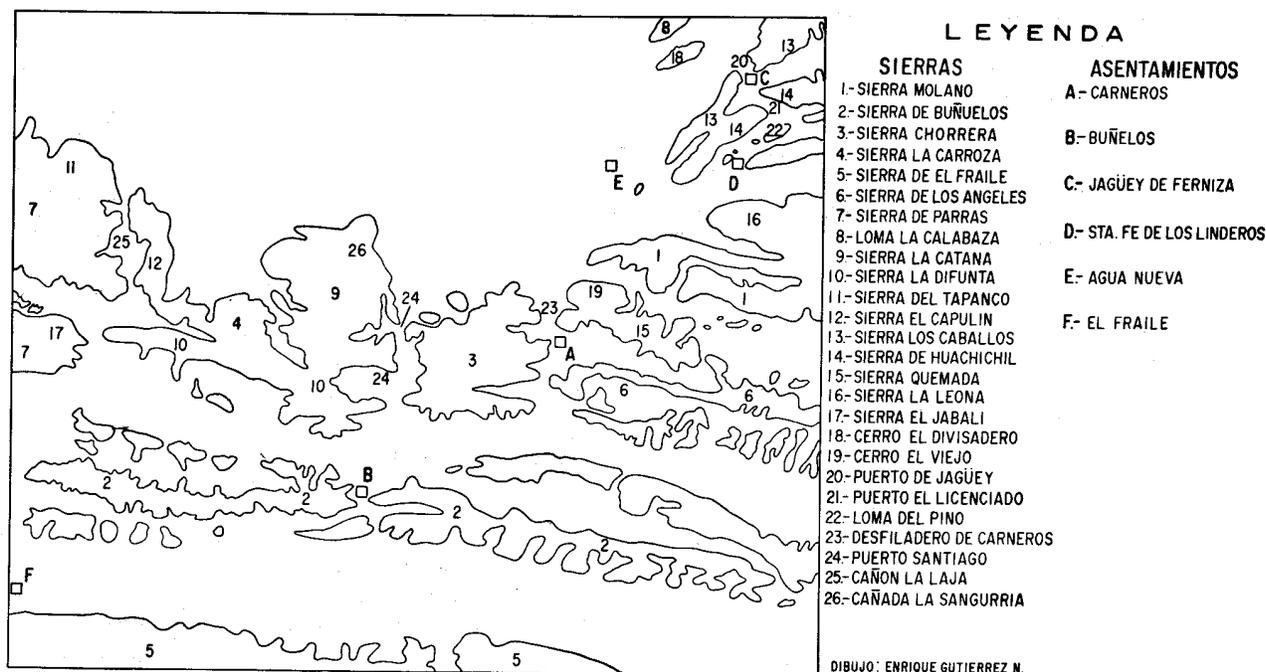


Figura 3.- Mapa de localización y nomenclatura de las sierras y otros rasgos topográficos, así como los principales asentamientos que se mencionan en el presente artículo.

Formación La Casita.- Este nombre fue utilizado por Imlay (1937, p. 600) en la Sierra de Parras. En el área de estudio fue observada en una loma sin nombre, que se encuentra al sur del Cerro de La Calabaza y la Sierra Molano.

Junto a su contacto inferior con la Formación Olvido se presentan lutitas de color rosado y violáceo intercaladas con calizas arenosas fosilíferas. Desde el punto de vista estratigráfico, encima de estas calizas se encuentran estratos gruesos de areniscas de grano grueso con pelecípodos, así como areniscas conglomeráticas con horizontes arcillosos de color negro y rosado.

En la Sierra Molano, hacia la cima de la formación, aparecen lutitas y calizas con fosforitas; esta litología es típica de la Formación La Caja que es transicional con la Formación La Casita, aunque aquí sólo aparece como un miembro dentro de la misma Formación La Casita.

Formación La Caja.- Imlay (1938, p. 1659) empleó el nombre de Formación La Caja para una secuencia de limolitas calcáreas, lutitas y calizas de estratificación delgada.

A pesar de su reducido espesor, esta formación se encuentra ampliamente distribuida en el área cartografiada formando puertos de erosión suave, casi siempre expuesta en la totalidad de las sierras donde aflora la Formación Olvido o la Caliza Zuloaga; tal es el caso de las sierras La Catana, Chorrera, Quemada, de Los Angeles, La Difunta, La Carroza, de Buñuelos y de El Fraile.

Está formada por calizas de estratificación delgada fosfatadas, con estructura laminar e intercaladas con limolitas calcáreas y lutitas de color gris que tienen abundantes concreciones calcáreas, ocasionalmente con amonitas.

Descansa concordantemente sobre la Formación Olvi-

do o la Caliza Zuloaga y está cubierta, también concordantemente, por la Formación Taraises.

El material fosilífero colectado tanto en la Formación La Caja como en la Formación La Casita por otros autores es numeroso y le asignan una edad kimeridgiano-titoniana.

CRETACICO

Formación Taraises.- La Formación Taraises, definida por Imlay (1936, p. 1111), en el área del presente estudio está compuesta por calizas con bioclastos, alternando en su parte inferior con capas delgadas de limolita calcárea de color gris claro. La parte superior está constituida por calizas de estratificación delgada y mediana que presentan algunos nódulos de pedernal negro y también incluye limolitas calcáreas de estratificación delgada; hacia la cima, justo antes del contacto con la Formación Cupido, existe un horizonte de limolitas calcáreas de color gris claro de aproximadamente 50 m de espesor.

La Formación Taraises aflora en todas las sierras donde las formaciones La Caja o La Casita están presentes; su fauna es indicativa del Berriasio-Hauteriviano.

Formación Cupido.- En el área estudiada, la Formación Cupido (Imlay, 1937, p. 606) fue cartografiada de acuerdo a la redefinición lograda por Alfonso-Zwanzinger (1978), con base en los datos recabados por geólogos de Petróleos Mexicanos. En el área se encuentra ampliamente distribuida, constituyendo los cuerpos principales de las sierras El Tapanco, El Capulín, La Carroza, La Catana, Chorrera, Los Caballos, Huachichil, Quemada, La Leona y El Jabalí, así como las laderas de las sierras de Buñuelos y de El Fraile (Figura 3).

Litológicamente presenta miembros de caliza separados por un horizonte arcillo-calcáreo. El miembro calizo inferior está compuesto por calizas de estratificación mediana a gruesa, con nódulos y lentes de pedernal de color gris oscuro y negro, nódulos de hierro y concreciones de pirita y marcasita; tiene además delgadas intercalaciones de lutitas de color gris amarillento.

El horizonte arcillo-calcáreo está formado por caliza recristalizada que alterna con dolomita y lutita de color gris, también de estratificación delgada.

El miembro calizo superior está compuesto de calizas y horizontes de calizas coquiníferas con corales, algas y rudistas. Este miembro no fue observado en las sierras de Buñuelos y de El Fraile, ya que en ellas cambia de facies.

Formación La Peña.- La Formación La Peña (Imlay, 1936, p. 1119; Humphrey, 1949) está constituida por calizas arcillosas, lutitas y limolitas calcáreas, en parte fosilíferas, de color rosado y café rosado que intemperizan en un color amarillento y tonos pardos.

Esta formación sobreyace a la Formación Cupido y su fauna es indicativa del Aptiano tardío.

Formación Tamaulipas Superior.- En algunas sierras del área de estudio aflora una unidad de calizas gris oscuras, de estratificación mediana y gruesa, con algunos nódulos de pedernal negro que sobreyace a la Formación La Peña y subyace a la Formación Cuesta del Cura. Esta unidad es equivalente a una parte de la Formación Aurora, pero litológicamente es diferente, por lo que se decidió denominarla Formación Tamaulipas Superior, a pesar de que esta unidad no se ha definido formalmente en publicación alguna, pero que sí es utilizada ampliamente en la literatura geológica petrolera del noreste de México.

Hacia el sur del área cartografiada, esta unidad va re-

duciendo su espesor, de tal manera que desaparece en las sierras de Buñuelos y de El Fraile y la Formación Cuesta del Cura sobreyace directamente a la Formación La Peña.

Formación Cuesta del Cura.- Imlay (1936, p. 1125) definió con este nombre a una secuencia de caliza gris oscura de estratificación ondulante con intercalaciones de pedernal negro.

En el área estudiada está compuesta por calizas de estratificación mediana con estructura de *boudinage* y numerosos lentes de pedernal negro, alternando con calizas arcillosas formadas por láminas de estratificación delgada, con bandas de pedernal negro que aumentan hacia la cima.

Esta formación sobreyace a la Formación Tamaulipas Superior con una transición, marcada por el aumento del espesor de los estratos y la abundancia de pedernal. Subyace a la Formación Indidura en un contacto transicional de unos cuantos metros, marcándose el contacto en donde desaparecen las bandas de pedernal. Junto con la Formación Tamaulipas Superior, podría representar el intervalo entre el Albiano y Cenomaniano medio.

Formación Indidura.- La Formación Indidura (Kelly, 1936, p. 1028; Imlay, 1938, p. 1692) está constituida litológicamente por lutitas arenosas y calizas arcillosas formadas por láminas de estratificación mediana, con pequeños lentes de pedernal negro. En algunos lugares presenta delgadas capas de yeso y en otros bentonita. Su edad es del Turoniano ya que contiene *Inoceramus labiatus*.

Formación Caracol.- Imlay (1937, p. 616) fue el primero en usar el término Formación Caracol. La formación consiste de areniscas y lutitas de estratificación media, que alternan con bentonita verde pistache, grauvacas y tobas desvitrificadas. Sobreyace a la Formación Indidura en la región meridional del área estudiada. Esta posición estratigráfica y los escasos fósiles colectados por Rogers y colaboradores (1961) le confieren una edad coniaciano-santoniana.

Lutita Parras.- La Lutita Parras (Imlay, 1936, p. 1132) consta de una secuencia de lutitas negras con intercalaciones aisladas de areniscas calcáreas que sobreyace a la Formación Indidura y, a su vez, en los alrededores de Saltillo subyace a la Formación Cerro del Pueblo del Grupo Difunta. La edad de esta formación es esencialmente santoniana (Imlay, 1944, p. 1030).

Grupo Difunta.- Imlay (1936, p. 1133) dio este nombre a una secuencia expuesta en la región occidental de la Sierra de Parras. Boyd (1959) dividió en siete unidades a esta formación y más tarde Murray y colaboradores (1962) les asignaron nombres formales. Aflora en el extremo nororiental de esta área y forma lomas de bajo relieve cercanas al poblado El Derramadero.

El Grupo Difunta consiste de una secuencia de lutitas que alterna con limolitas y areniscas de estratificación gruesa. Su posición estratigráfica sobre la Formación Parras sugiere una edad campaniano-maestrichtiana.

DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS Y SUS RELACIONES

En la región estudiada se encuentra la unión de dos cadenas montañosas pertenecientes a la Sierra Madre Oriental, denominadas por de Cserna (1956, p. 34-39) Anticlinorio de Parras y Anticlinorio de Arteaga (Figura 4).

En la parte nororiental de la región estudiada se localiza la terminación del Anticlinorio de Arteaga, estando repre-

sentado por cuatro sierras que a su vez son la continuación de siete sierras que se extienden al noreste fuera del área de estudio, donde topográficamente llegan a tener elevaciones de 3,000 m.s.n.m.

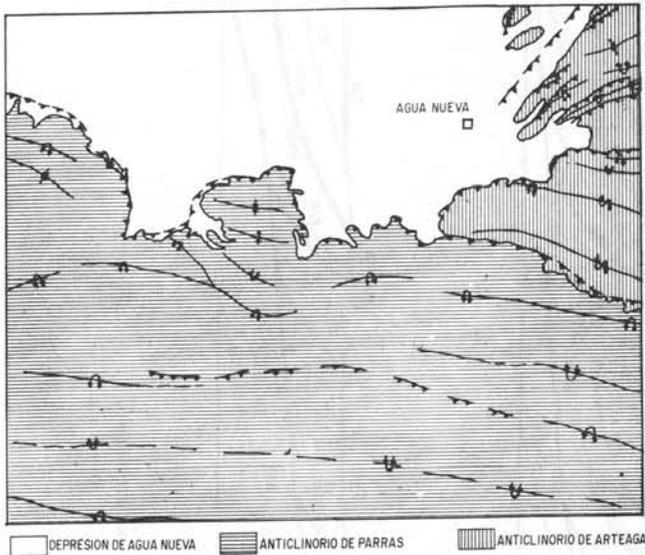


Figura 4.- Mapa de las principales unidades tectónicas de la región estudiada.

En las partes meridional y suroccidental de la región, las demás sierras presentan una dirección E-SW y W-NW, aunque de modo general puede considerarse tan solo E-W. Estas sierras pertenecen al Anticlinorio de Parras y son comúnmente denominadas Sierras Transversas (Raisz, 1964).

En la región septentrional del área se encuentra la amplia llanura denominada por de Cserna (1956, p. 38) Depresión de Agua Nueva (Figura 5), que se extiende al norte, hacia los afloramientos más septentrionales del Grupo Difunta.

ANTICLINORIO DE ARTEAGA

Sinclinal de Zapaliname. - Esta estructura (Figuras 6 y 7) está representada por la fosa y el flanco meridional de un gran sinclinal de topografía invertida, constituido en su mayor parte por la Formación Cupido, aunque están presentes también las formaciones Taraises, La Casita y Olvido.

Sobre este sinclinal se formaron dos cerros: el Cerro de La Calabaza y el Cerro El Divisadero. Esta estructura tiene una orientación N 45° E aproximadamente y recostamiento hacia el norponiente; aparentemente buza, pero este aparente buzamiento está interrumpido por una cabalgadura, ya que en su flanco nororiental la Formación Cupido cabalga sobre la Lutita Parras (Figuras 6, 8 y 9; Sección Estructural A-A').

Esta cabalgadura se observa desde la carretera de Saltillo a Concepción del Oro a la altura del cruce del ferrocarril,



Figura 5.- Vista hacia el NE de la Depresión de Agua Nueva. La sierra de la izquierda está formada por el Grupo Difunta; la de la derecha es la Sierra de Zapaliname, de la Sierra Madre Oriental.

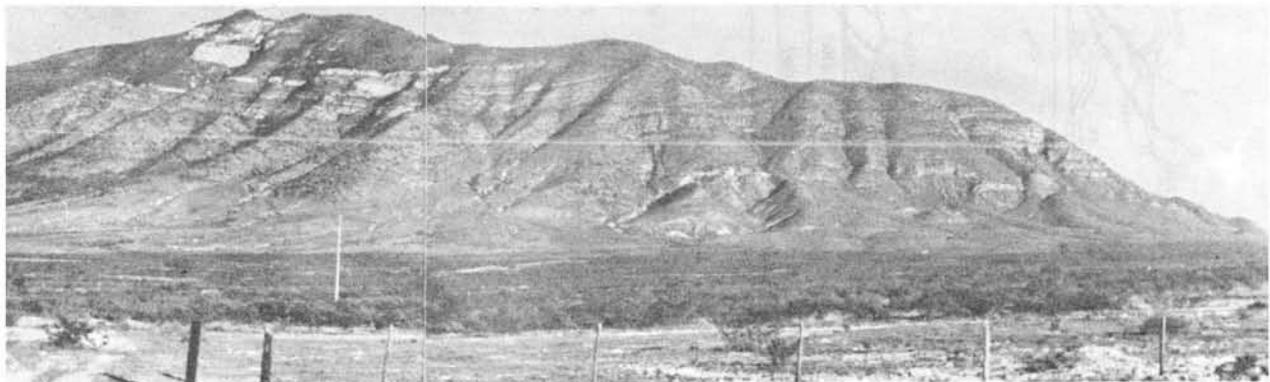


Figura 6.- Sinclinal del Zapaliname buzando hacia el SW y cabalgando a la Lutita Parras.

3 km al norte del área de estudio (Figura 6). La traza de la cabalgadura se proyecta al sur y en el Cerro de La Calabaza puede apreciarse la fosa del sinclinal recostado hacia el norponiente cabalgando sobre la Lutita Parras; la fosa del sinclinal está formada por la Caliza Cupido (Figura 8).

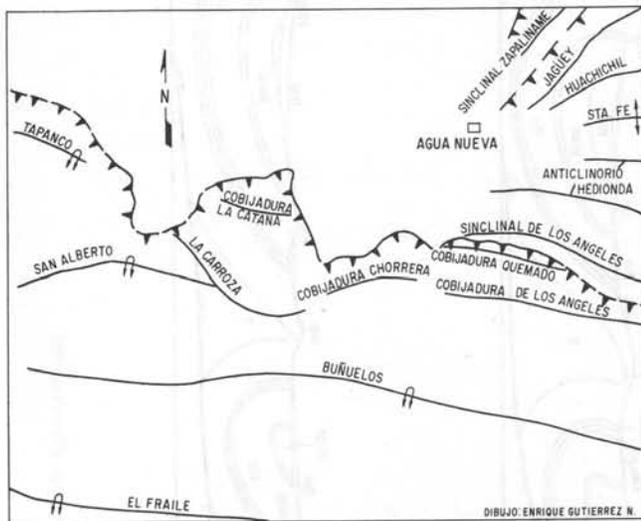


Figura 7.- Mapa de nomenclatura y localización de las estructuras que se mencionan en el texto.

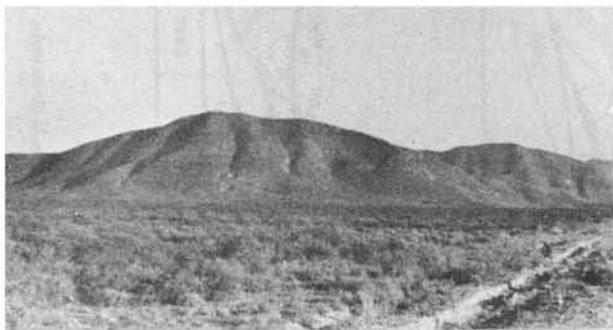


Figura 8.- Loma de La Calabaza. Esta gráfica muestra la terminación SW del Sinclinal de Zapaliname cabalgando a la Lutita Parras.

Anticlinales de Jagüey y de Huachichil.- Las estructuras de Jagüey y de Huachichil (Figuras 3 y 7) constituyen dos anticlinales cuya expresión fisiográfica corresponde a dos sierras sin nombre en las cartas topográficas, pero que aquí se denominan como Sierra de Los Caballos, la septentrional, y Sierra Huachichil la que se encuentra inmediatamente al sur.

Las sierras convergen y se extienden hacia el poblado de Agua Nueva, con dirección al surponiente. De Cserna (1956, p. 42) denominó a estas estructuras como Anticlinal de Jagüey y Anticlinal de Huachichil.

El *Anticlinal de Jagüey* se encuentra recostado hacia el norte, definido por la Formación Taraises, aunque están presentes también las formaciones Cupido, Peña y Tamaulipas Superior.

Hacia el nororiente del poblado de Jagüey de Ferniza se pueden apreciar dos cabalgaduras en las que están involu-

cradas las formaciones Taraises y Cupido (Figuras 9 y 10, Secciones Estructurales A-A' y B-B'); sobre la Formación Cupido cabalga la Formación Taraises, mientras que en la otra, la misma Formación Cupido cabalga sobre la Formación Taraises (Figura 11). Ambas formaciones tienen una inclinación aproximada de 30° hacia el sur y es probable que la cabalgadura que sobrepone a la Caliza Cupido encima de la Formación Taraises no tenga un corrimiento muy grande.

Estas sierras convergen hacia el poblado de Agua Nueva y la Sierra de Los Caballos exhibe en su parte septentrional la traza de las cabalgaduras. Entre el Cerro Potrerillos y Jagüey de Ferniza la Formación Cupido está sobrepuesta a las formaciones Taraises y Cupido mediante una de las cabalgaduras, mientras que por la otra, la Formación Taraises sobre la Formación Cupido.

Cerca de Agua Nueva existe un pequeño afloramiento de la Formación Tamaulipas Superior que corresponde a la continuación suroccidental del Anticlinal de Jagüey.

El *Anticlinal de Huachichil* exhibe en su núcleo a la Formación Cupido y en sus flancos presenta las formaciones La Peña, Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura. Esta estructura está recostada hacia el norte en la zona de su culminación; pero al poniente adopta una posición asimétrica, con su flanco meridional en posición vertical y el septentrional inclinado hacia el norte.

Anticlinal de Santa Fe.- Esta estructura forma una sierra sin nombre que termina inmediatamente al oriente de Santa Fe de los Linderos (Figuras 1 y 10). El pliegue está abierto en la zona de culminación en la Formación Cupido; pero dentro del área estudiada buza ligeramente hacia el surponiente (de Cserna, 1956, p. 42). Su trayectoria es levemente convexa hacia el norte.

Entre el Anticlinal de Santa Fe y el Anticlinal de Huachichil se encuentran alineados unos lomeríos con elevaciones menores a los 200 m sobre el nivel del valle, constituidos, en su mayor parte, por la Formación Tamaulipas Superior (Figura 9, Sección Estructural A-A'), aunque también está presente la Formación Cuesta del Cura. Estos lomeríos representan la fosa de un sinclinal que se extiende hacia el oriente formando un valle angosto.

La fosa del sinclinal puede observarse en la Loma del Pino, donde se ve claramente que se trata de un sinclinal recostado hacia el norte con buzamiento hacia el poniente.

Las fallas que afectan a los anticlinales de Jagüey y de Huachichil se desvanecen hacia la zona de culminación de estas estructuras plegadas, donde los valles están formados por los sinclinales en forma de abanico.

Anticlinorio de Hedionda.- De Cserna (1956, p. 42) empleó el nombre de Anticlinal de Hedionda para designar las estructuras que forman las sierras del Muerto, La Leona, Molano y Chorreadero del presente artículo.

Aquí hemos adoptado el nombre de Anticlinorio de Hedionda, ya que en realidad son dos estructuras anticlinales separadas por un sinclinal que ocupa el Cañón Durazno hacia el oriente.

El anticlinal septentrional que forma la Sierra del Muerto comprende en su núcleo a la Formación Olvido, y en su zona de culminación al norte del poblado de Hedionda Grande, toda la secuencia estratigráfica está presente. Los estratos que forman el flanco septentrional se encuentran invertidos e inclinados hacia el sur. En la ladera septentrional que corresponde a la Sierra La Leona, justo al sur de Santa Fe de

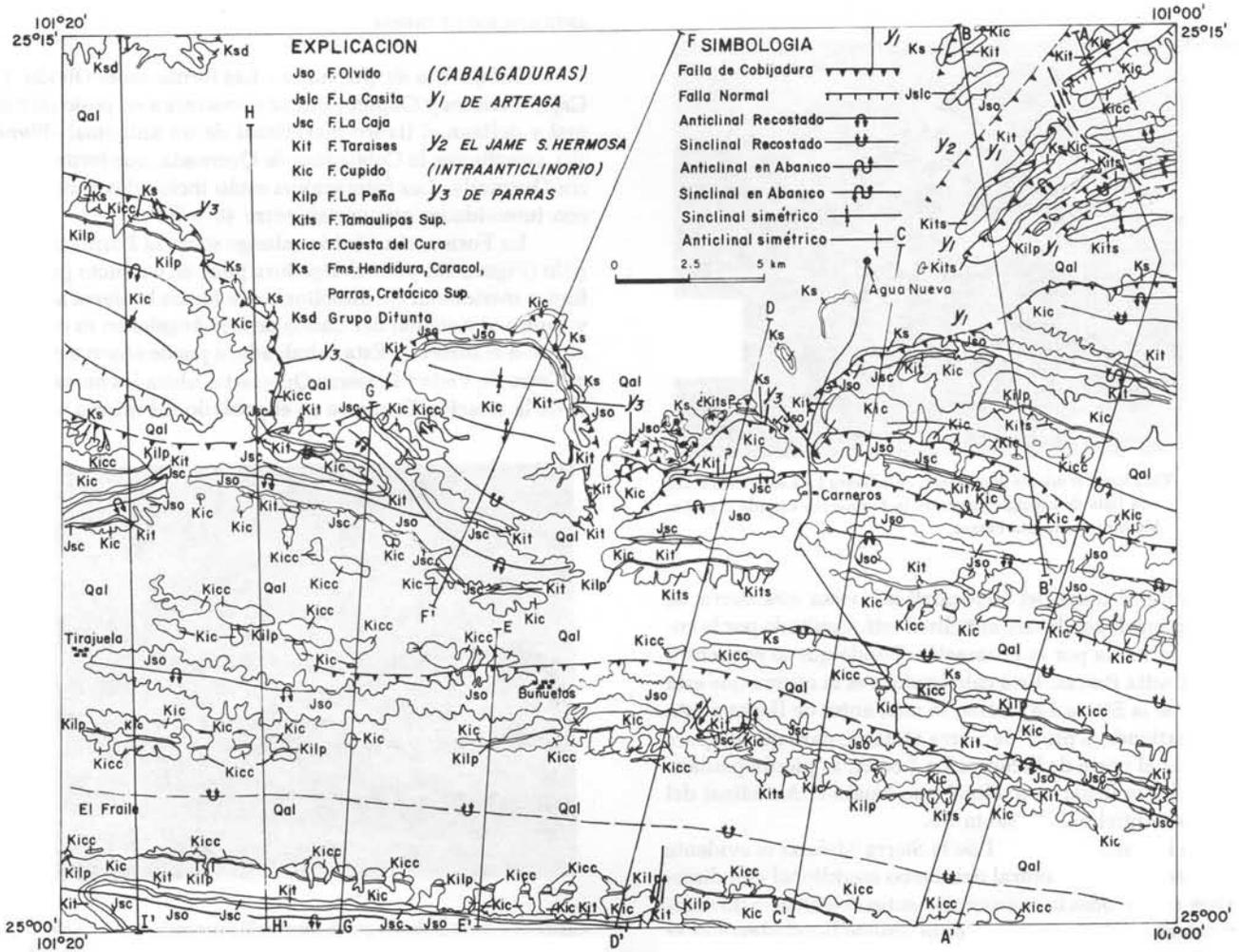


Figura 10.- Mapa geológico de la región de Agua Nueva, Coahuila.



Figura 11.- Anticlinal de Jagüey en las cercanías del poblado El Jagüey de Fer-niza. Puede observarse un par de fallas de cabalgadura; en una la Formación Taraises cabalga a la Formación Cupido y en otra la Formación Cupido cabalga a la Formación Taraises.

los Linderos, puede apreciarse la traza de una cabalgadura de flanco frontal (*fore-limb thrust*), mediante la cual el flanco septentrional de este anticlinal está repetido. Aquí la cobijadura está constituida por la Formación Cupido que se encuentra sobre la Lutita Parras. Sin embargo, esto no pudo ser

comprobado ya que la Formación Parras hace cambiar el relieve topográfico que está cubierto por depósitos de pie de monte. Aún así, la traza de la cabalgadura se ve claramente y en el extremo occidental de este anticlinal existe una pequeña mina de mármol, que probablemente resultó de la recrystalización de la Formación Cupido por el cabalgamiento (Figura 12).

Hacia el oriente, la traza de la cabalgadura desaparece y el sinclinal se presenta completo en la zona de culminación. Este sinclinal, que forma el Cañón Durazno, buza al oeste y en la Sierra La Leona sólo está presente la Formación Cupido que constituye la fosa del sinclinal recostado al norte.

Sobre el anticlinal que se encuentra hacia el sur se desarrollaron las sierras La Leona y Molano, así como el Cerro El Viejo, al sur de la Sierra Molano. Este anticlinal presenta diferentes posiciones estructurales.

La parte más oriental del anticlinal, que corresponde a la Sierra Molano, buza hacia el oriente propiciando la convergencia de las formaciones Taraises y La Casita así como el sepultamiento paulatino de la Formación Olvido en el núcleo con esa misma dirección. Hacia el poniente el pliegue forma un abanico, mientras que hacia el sur de la Sierra La Leona cambia su dirección hacia el surponiente, donde se vuelve recostado hacia el norponiente.

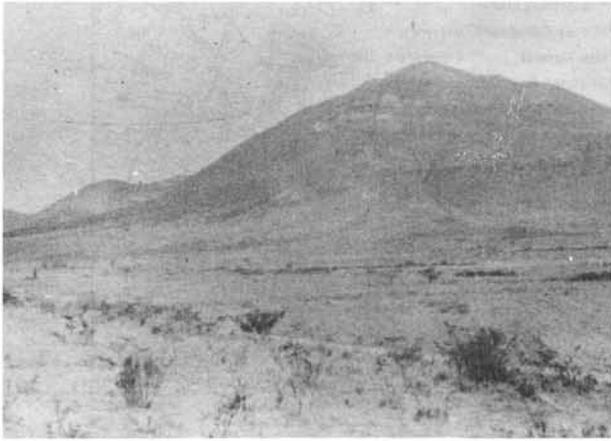


Figura 12.- Vista hacia el oriente donde aparece la Sierra La Leona. Ahi existe una falla de cabalgadura entre la Formación Cupido y probablemente la Lutita Parras.

Donde el túnel del ferrocarril atraviesa esta sierra, el flanco septentrional de este anticlinal está sepultado por la cobijadura formada por la Formación Olvido que se encuentra sobre la Lutita Parras. Esta cabalgadura es la misma que está al frente de la Sierra La Leona, la cual antes de llegar a esta sierra se extiende al pie de la Sierra Molano, para que después de bordear el norte de la Sierra La Leona, se pierda paulatinamente hasta llegar al sinclinal que separa el Anticlinal del Norte y el Anticlinal de Santa Fe.

En la parte occidental de la Sierra Molano es evidente el arqueamiento estructural del flanco meridional con dirección SW como todas las estructuras antes descritas. Esto sucede al oriente de la Loma La Mesita, donde la cabalgadura se pierde bajo el aluvión. Corroborando el cambio de dirección, existe un pequeño afloramiento de la Formación Olvido, localizado a 500 m hacia el sur de la intersección de la carretera Saltillo-Concepción del Oro y el camino que va hacia el rancho Los Angeles.

Las formaciones Olvido, La Casita, Taraises, Cupido, La Peña, Tamaulipas Superior y Cuesta del Cura componen el flanco meridional de esta estructura y es probable que en el subsuelo del Cañón de Los Angeles se encuentren las formaciones Indidura y Parras.

Sinclinal de Los Angeles.- Esta estructura se manifiesta en el Cañón de Los Angeles y forma la estructura más meridional del Anticlinorio de Arteaga en el área de estudio, buza en dirección del Cerro Viejo, tomando una dirección al surponiente.

Al sur del camino que va hacia el rancho Los Angeles, existen dos lomas constituidas por la Formación Cupido, con los estratos inclinados hacia el sur entre 45 y 54°, que estando invertidos forman el flanco meridional del sinclinal. Aquí, el Sinclinal de Los Angeles tiene la forma de abanico debido a que los estratos del flanco septentrional están inclinados hacia el norte.

Al sur de estas dos lomas hay un puerto topográfico en el que no aflora formación alguna y más al sur está la Sierra de Los Angeles que se extiende desde el poblado de Carneros hacia el oriente, más allá del rancho Los Angeles. Esta sierra está constituida por la Formación Olvido cuyos estratos en general tienen una inclinación de aproximadamente 53° hacia el sur.

ANTICLINORIO DE PARRAS

Cobijadura de Quemada.- Las formaciones Olvido, La Caja, Taraises y Cupido, que se encuentran en posición normal y definen el flanco meridional de un anticlinal (Figura 10), constituyen la Cobijadura de Quemada, que forma la Sierra Quemada. Las formaciones están inclinadas hacia el sur con intensidades que varían entre 40 y 50°.

La Formación Olvido cabalga sobre la Formación Cupido (Figura 13) y la cabalgadura pone en contacto parte del flanco meridional del anticlinal, que forma la Sierra Molano, y trunca al sinclinal del Cañón de Los Angeles en su curvatura hacia el suroeste. Esta cabalgadura puede observarse entre el Cerro El Viejo y la Sierra Quemada, ubicados hacia el norte de la estación Carneros en el poblado del mismo nombre.

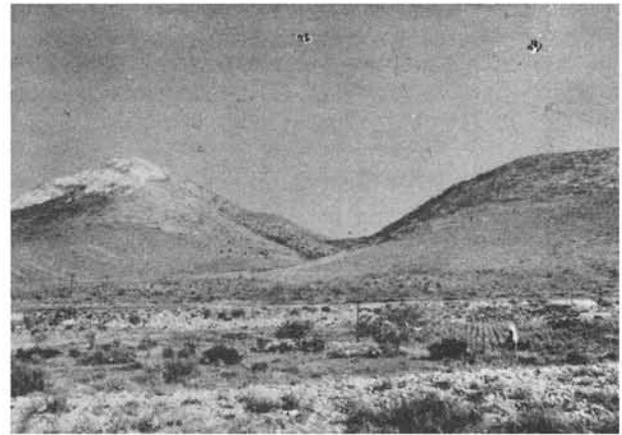


Figura 13.- En la gráfica se puede observar la parte occidental de la Sierra Quemada donde se localiza el Cerro Viejo. En la parte de la derecha se encuentra la Formación Olvido y en la izquierda la Formación Cupido; el contacto entre ambas es una falla de cabalgadura.

En resumen, la Sierra Quemada constituye una cobijadura que cabalga hacia el norte sobre el flanco meridional del anticlinal de la Sierra Molano, sobre la terminación periclinal del Sinclinal de Los Angeles y sobre el flanco meridional del mismo sinclinal.

Cobijadura de Chorrera.- En esta unidad estructural están presentes las rocas de toda la secuencia sedimentaria marina mesozoica con excepción de la Formación Caracol y el Grupo Difunta, que al parecer se acuñan en estas latitudes. La parte meridional de esta sierra la forma el flanco meridional de un anticlinal recostado y cabalgado hacia el norte, que se extiende hacia el oriente formando la estructura de la Sierra de Los Angeles, que también cabalga sobre el flanco meridional del Sinclinal de Los Angeles.

El eje de este anticlinal tiene una dirección esencialmente E-W extendiéndose al poniente hacia la Sierra Chorrera aproximadamente a un kilómetro al sur de Carneros. En la región occidental de la sierra, una parte de su flanco meridional no aflora, presentándose sólo la Formación Olvido cabalgando sobre las formaciones La Casita, Taraises y Cupido. Hacia el oriente, el salto estratigráfico disminuye, ya que aquí la cabalgadura pone en contacto a las formaciones Olvido y La Casita. Cabe la posibilidad de que sea solamente un contacto estratigráfico normal y se trate de una falla de tijera aumentando el desplazamiento hacia el poniente. No obstante esta

interpretación, el viraje en sentido siniestro del Anticlinal La Carroza sugiere, más bien, un aumento en la intensidad de la deformación hacia el oriente.

Creemos que dado a su posición invertida, las formaciones La Casita y Taraises pertenecen al flanco septentrional del Anticlinal de la Sierra Quemada. Posiblemente esta solución sea la más adecuada, ya que no hay manera de seguir hacia el oriente a las formaciones La Casita y Taraises en esta posición estructural.

Una alternativa de esta interpretación sería considerar a la estructura de la Sierra Chorrera como una estructura independiente de las de la Sierra de Los Angeles y la Sierra Quemada, y al desfiladero de Carneros como una frontera estructural entre las sierras de Los Angeles y Quemada.

En sí, la parte frontal septentrional de la Sierra Chorrera es complicada por la presencia de varios bloques de caliza encima de la Lutita Parras mediante una cabalgadura que forman testigos estructurales (*Klippen*) con una expresión fisiográfica de lomeríos bajos y abruptos al pie de la Sierra Chorrera; la mayoría se encuentra al frente de la parte occidental frontal de esta sierra y parece estar constituida por la Formación Tamaulipas Superior, aunque no hay seguridad plena ya que las rocas se presentan un poco recristalizadas.

A lo largo de este mismo frente se presentan otros bloques de caliza, probablemente de la Formación Tamaulipas Superior, cabalgando sobre la Lutita Parras y posiblemente, también sobre la Formación Indidura que se encuentra yuxtapuesta. Sin duda, el contacto entre estas formaciones es una falla vertical, cuyo plano está cortado por otra falla subhorizontal que pone en contacto a estos bloques de caliza y a la Formación Indidura con la Lutita Parras, misma que está también en el frente de los bloques de caliza.

El plano de falla continúa hacia el sur debajo del cuerpo principal de la Sierra Chorrera, donde pone en contacto a la misma Lutita Parras con la Caliza Cupido (Figura 14).

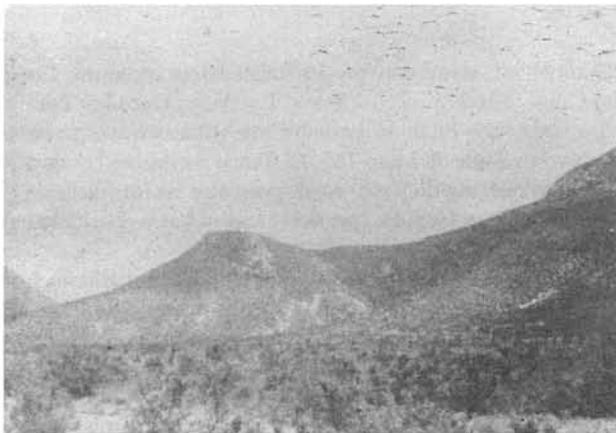


Figura 14.- Porción septentrional de la Sierra Chorrera que muestra parte de la traza de la Cabalgadura de Parras y que está involucrando a un testigo tectónico de caliza probablemente de la Formación Tamaulipas Superior, que descansa sobre la Lutita Parras.

Hacia el oriente de este mismo cuerpo de la Formación Tamaulipas Superior se presenta la Formación Cuesta del Cura sumamente deformada y aunque la cabalgadura no se aprecia al frente, es obvio que también está emplazada tectónica-

mente sobre la Lutita Parras. Su relación con la Formación Indidura no está expuesta; pero suponemos que el contacto sea de cabalgadura.

Esta relación no se observa hacia el oriente, ya que los bloques desaparecen y lateralmente aparece la Lutita Parras. Todavía más hacia el oriente y cerca de la entrada al desfiladero de Carneros, hay otro bloque de caliza, en este caso constituido por la Formación Olvido, y aunque la falla no aflora, es evidente que el contacto es tectónico entre este bloque y la Lutita Parras subyacentes. Estratigráficamente arriba de este bloque está la Formación La Casita, de espesor disminuido por la falla de cabalgadura; sobre ella se desarrolló un puerto topográfico entre las formaciones Olvido y Cupido. En el puerto no aflora la Formación Taraises, pero hacia abajo se empiezan a manifestar estas rocas en afloramientos pobres cubiertos por depósito de pie de monte donde aún sigue cubierta pero definiéndose claramente su relieve morfológico.

Por último, en el frente más occidental de la Sierra Chorrera, las formaciones La Casita y Olvido, que se encuentran en posición normal y concordantes, cabalgan sobre la Lutita Parras. Estratigráficamente debería aparecer la Formación Taraises más arriba; pero al menos en su totalidad no se presenta. Es factible que la Formación Cupido se haya deslizado parcialmente sobre la Formación Taraises, justificándose así la ausencia parcial de esta formación. Al ascender topográfica y estructuralmente se presenta la Formación Olvido cabalgando sobre la Formación Cupido. Este cabalgamiento ha provocado que el flanco meridional del anticlinal se adelante en relación con el anticlinal de la Sierra La Carroza, misma que está orientada hacia el noreste con una rotación en sentido siniestro en su extremo oriental.

Cobijadura de La Catana. - Esta unidad estructural limita a una entrante de la Depresión de Agua Nueva hacia el poniente y al Puerto Santiago hacia el oriente. Tiene una topografía sumamente elevada, al igual que la Sierra de El Tapanco, con elevaciones de aproximadamente 3,100 m.s.n.m. y con laderas muy abruptas. Las estructuras de esta sierra comprenden a un gran sinclinal de topografía invertida, formado por las rocas de las formaciones Olvido, La Casita, Taraises y Cupido, seguido hacia el sur por un anticlinal y un sinclinal constituido por las formaciones Cupido y Taraises.

El sinclinal frontal es simétrico y de gran amplitud y al igual que los pliegues de las sierras Zapaliname, Chorrera y de El Tapanco, es una gran masa de rocas subhorizontales tectónicamente alóctona.

Las estructuras que forman la sierra constituyen partes de una cobijadura que cabalga sobre la Lutita Parras, relación que puede observarse claramente en la parte oriental de la sierra al norte del Puerto Santiago (Figura 3), en cuyo pie hay un relieve suave que corresponde a la expresión fisiográfica de la Lutita Parras (Figura 15). Esta yace cabalgada bajo las rocas de la Formación Olvido, en su mayor parte, aunque a la altura de la Cañada Sangurría, dicha formación está cabalgando nuevamente a la Formación Parras y a la Caliza Cupido, la cual, a su vez, cabalga a la Lutita Parras definiéndose así una estructura imbricada.

En sí, el afloramiento de la Formación Cupido es restringido y forma un bloque saliente hacia el frente de la sierra que rompe la uniformidad del frente del sinclinal. Así, la traza de esta cabalgadura puede seguirse por más de 4 km desde el Puerto Santiago hacia el norte, quedando definida la continuidad de la traza de la cabalgadura que bordea la Sierra La

Catana en su parte septentrional y continúa por su ladera occidental, donde está oculta por el aluvión.

El plano de la cabalgadura es subhorizontal con tendencia a inclinarse hacia el sur con un ángulo muy bajo (entre 0 y 10°). Su traza aflora aproximadamente a los 2,200 m de altitud, a unos 250 m hacia el norte de la Cañada Sangurría. En esta cañada la traza aparece a los 2,300 m; es decir, sube topográficamente hacia el sur y en la entrada del Puerto Santiago baja nuevamente a los 2,200 m para después conservar esta altitud a lo largo del frente de la Sierra Chorrera y parte de la Sierra Quemada.



Figura 15.- Parte oriental de la Sierra La Catana que muestra un gran sinclinal de topografía invertida. En las faldas se encuentra la Lutita Parras cabalgada por la Formación Olvido; la traza de esta falla se encuentra aproximadamente a la altura de la palmilla a la derecha en dirección al manchón blanco de lutita. Hacia la izquierda se pierde suavemente bajo el aluvión.

Este gran anticlinal en abanico está formado por una secuencia de rocas que incluye todas las formaciones, desde la Formación La Casita hasta la Formación Indidura. El flanco meridional está ausente y la terminación de la estructura se encuentra marcada por una falla normal en la Formación Cupido, que aflora en el flanco meridional de la Sierra La Casita.

El Anticlinal de El Tapanco representa, en su mayor parte, una gran masa de rocas estructuralmente subhorizontales formando una estructura alóctona correspondiente a la Cabalgadura de Parras. La traza de esta cabalgadura es visible en la entrada septentrional del Cañón La Laja, que pone en contacto a las formaciones Cupido y Parras (Figura 16). En la Sierra de El Capulín continúa la estructura del Anticlinal de El Tapanco aunque más deformada; la sierra tiene una orientación N-S pero los ejes de las estructuras siguen una dirección WNW-ESE, terminando abruptamente en el flanco oriental de la sierra, donde continúa la traza de la cobijadura de Parras, pero hacia el sur.

Anticlinal de San Alberto.- Se ha denominado con este nombre a la estructura que forman las sierras El Jabalí y La Difunta, la cual corresponde a un anticlinal recostado hacia el norte, teniendo su núcleo integrado por la Formación Olvido.

La Sierra El Jabalí corresponde al flanco septentrional

Anticlinal de El Tapanco.- Esta estructura se encuentra al sur del rancho Los Troncones extendiéndose hacia el W-NW a la ciudad de Parras formando las sierras de El Tapanco, La Casita y El Capulín. Estas sierras son la expresión topográfica de un enorme anticlinal recostado hacia el norte con un pequeño sinclinal de topografía invertida en el centro de la estructura, formando un claro pliegue en abanico. Las sierras tienen una topografía sumamente elevada, con alturas cercanas a los 3,000 m.s.n.m. y 1,000 m sobre el nivel del valle. Imlay (1937) llamó a este conjunto de sierras la Sierra de Parras.

del anticlinal, compuesto por las formaciones Indidura, Cuesta del Cura, Tamaulipas Superior, La Peña, Cupido, Taraises y La Caja, que están en posición invertida con inclinaciones que varían desde 58 hasta 75°. El flanco meridional es de afloramiento restringido y sólo están presentes las formaciones La Caja, Taraises y Cupido, que desaparecen hacia el oriente bajo el aluvión.

En la Sierra La Difunta, el flanco meridional tiene también afloramientos restringidos, pero se puede establecer una continuidad de este flanco en donde afloran las formaciones La Peña y Cuesta del Cura.

Anticlinal de La Carroza.- Está formado por un anticlinal recostado hacia el noreste, formado en su mayor parte por la Formación Olvido, con afloramientos de rocas más jóvenes en las porciones noroccidental y meridional. Tiene una terminación abrupta contra el valle donde se localiza el Bordo El Capulín. El eje de esta estructura tiene una dirección similar a la del Anticlinal de El Tapanco, NW-SE, truncado por la falla que está en la Sierra El Capulín y que está al norte de la Sierra La Carroza.

Entre las sierras La Carroza y La Difunta se encuentra un sinclinal recostado hacia el norte definido por la presencia de las formaciones La Caja y Taraises, rodeando al valle que queda en medio de las sierras.

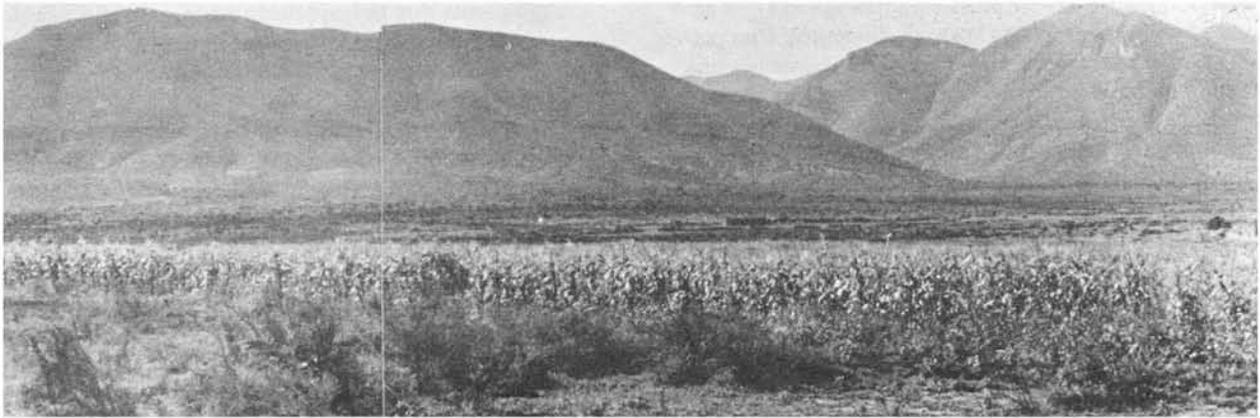


Figura 16.- En primer término se aprecia la Sierra El Capulín y al fondo están el Cañón La Laja y la Sierra El Tapanco. En el frente de ambas sierras puede apreciarse la traza de la Cabalgadura de Parras.

La disposición de las formaciones en esta localidad define la unión de los anticlinales de San Alberto y La Carroza, formando un anticlinal al sur de la Sierra La Catana, que continúa hacia el oriente para conformar parte de las sierras Chorrera y Los Angeles.

Anticlinal de Buñuelos.- Las sierras El Duraznero, Tinajas y El Toro representan fisiográficamente al Anticlinal de Buñuelos, el cual tiene un recostamiento hacia el norte a lo largo de 30 km de longitud con dirección E-W, aproximadamente. El núcleo lo constituye la Formación Olvido de moderados relieves topográficos (300 m sobre el nivel del valle).

En el flanco meridional de este pliegue afloran las formaciones Cuesta del Cura, La Peña, Cupido, Taraises y La Caja, cuya inclinación varía entre 50 y 80°, aproximadamente.

El flanco septentrional correspondiente a la Sierra El Toro está invertido y lo constituyen las formaciones Caracol, Indidura, Cuesta del Cura, La Peña, Taraises y La Caja en la Sierra El Toro y en el extremo occidental de la Sierra El Duraznero, aunque en esta última no están presentes las formaciones Caracol e Indidura.

En el centro de la estructura, en los alrededores del poblado de Buñuelos, parte del flanco septentrional de esta estructura se halla ausente por el cabalgamiento de la Formación Olvido sobre la Formación Tamaulipas Superior.

Es notoria la estructura anticlinal convexa hacia el norte, a la altura del poblado de Buñuelos, comprobando la existencia de esta cabalgadura y el adelantamiento que tiene la Sierra Chorrera. Asociadas a esta cabalgadura se presentan dos fallas de rumbo que definen un bloque que no sufrió el mismo adelantamiento provocado por la cabalgadura. En la Figura 17 se puede apreciar un modelo teórico del comportamiento de la estructura de Buñuelos.

Anticlinal de El Fraile.- Está representado fisiográficamente por la sierra del mismo nombre que corresponde a un anticlinal recostado al norte, representado, a su vez, por la ladera septentrional de la sierra de topografía abrupta. El eje del anticlinal sigue principalmente una dirección E-W presentando una variación amplia en la inclinación de sus flancos que fluctúa entre 2 y 65°. Su núcleo está constituido por la Formación Olvido y sus flancos presentan toda la secuencia estratigráfica hasta la Formación Caracol. En la parte occidental esta estructura presenta una terminación periclinal

en las formaciones Olvido, La Caja, Taraises y parte de la Cupido.

A la altura del poblado El Potrero del Santo Niño, el Anticlinal de El Fraile está cortado por una falla al rumbo siniestro, transversal a la estructura, desplazando la parte oriental de la sierra unos 200 m con respecto a la occidental.

El Anticlinal de El Fraile es la estructura más completa en el área de estudio y supuestamente no está afectada por cabalgamientos.

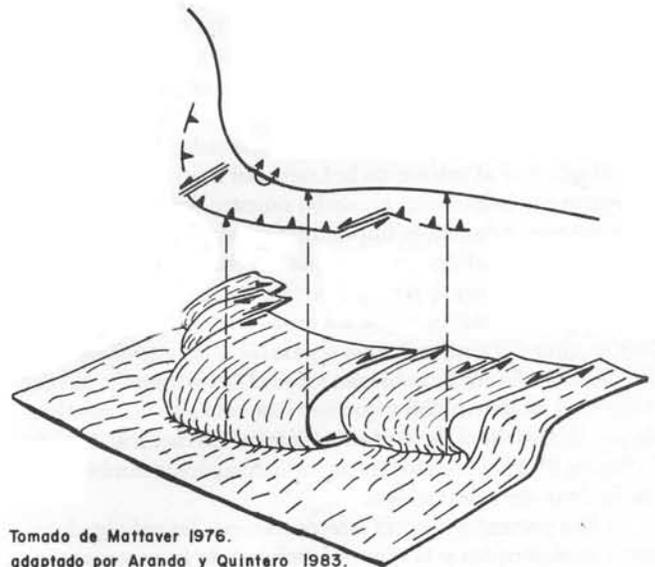


Figura 17.- Modelo teórico del comportamiento de la estructura de Buñuelos.

INTERPRETACION

La estructura que forma la Sierra de Zapaliname está limitada al noroeste por la Cabalgadura de Zapaliname, la que en nuestro concepto constituye una ramificación de la cabalgadura maestra de la región, que es la Cabalgadura de Arteaga (Sección Estructural A-A' de la Figura 9).

Entre el Cerro El Divisadero y la primera sierra hacia

el sur (Sierra Los Caballos) se encuentra una llanura que corresponde a la continuación del Cañón Cuauhtémoc. Esta planicie, de aproximadamente 2 km de anchura, representa una discontinuidad estructural entre el Sinclinal de Zapaliname y el Anticlinal de Jagüey, localizado hacia el sur, ya que el flanco meridional del sinclinal no aflora y en su lugar aparece el anticlinal antes mencionado. La discontinuidad se atribuye a la traza de una cabalgadura intra-anticlinorio. Esta cabalgadura separa dentro del mismo anticlinorio a cinco anticlinales con disposición convexa hacia el norte y que obviamente están formando parte del Anticlinorio de Arteaga.

Sin embargo, es importante señalar que la zona de culminación de estas estructuras es diferente en ubicación a la de las que se encuentran más al norte del mismo anticlinorio. La culminación de este pequeño arco tiene una orientación burda de N-S, localizándose aproximadamente entre los meridianos 100°52' y 100°55' W, a unos 10 km hacia el oriente del área estudiada. Por su parte, la zona de culminación de las estructuras cercanas a Monterrey está ubicada más hacia el noreste de las arriba descritas y con una dirección burda N-NE. Esto muestra que el arco definido por la curvatura de las sierras cercanas a Huachichil está separado estructuralmente por esta cabalgadura intra-anticlinorio y por la zona de culminación de los anticlinales cercanos a Huachichil.

A pesar de que esta porción del Anticlinorio de Arteaga se encuentra aislada, presenta la posición cóncava hacia el sur que es típica de él; la expresión arqueada es diagnóstica para distinguirla de las estructuras del Anticlinorio de Parras.

La traza de las cabalgaduras en el Anticlinal de Jagüey permite interpretar que el flanco meridional está cabalgando sobre el septentrional, dejando dos cuñas tectónicas (Secciones Estructurales A-A' y B-B' de la Figura 9). Hacia el noreste y sobre el flanco septentrional de este anticlinal, las cabalgaduras se desvanecen paulatinamente hasta completar el pliegue en la zona de su culminación.

A los puertos topográficos El Licenciado, Jagüey Ferniza y el que está al oriente de la Loma del Pino se les atribuye un origen por fallamiento al rumbo siniestro de muy corto desplazamiento. Además, es importante señalar que esta falla no corta el Anticlinal de Santa Fe (de Cserna, 1956), que es la siguiente estructura que se encuentra hacia el sur.

Aquí se interpreta que los lomeríos que representan la fosa o parte del sinclinal, que separaría a los anticlinales de Huachichil y Santa Fe, cabalgan sobre el flanco meridional del Anticlinal de Huachichil y que esta fosa está a su vez cabalgada por el Anticlinal de Santa Fe (Sección Estructural A-A' de la Figura 9). Esta posición estructural desaparece también hacia la zona de culminación.

Los presentes autores interpretan que las cabalgaduras antes mencionadas y la que está bordeando la parte septentrional del Anticlinorio de Hedionda probablemente converjan con un plano maestro de corrimiento que es la Cabalgadura de Arteaga y que hacia la zona de culminación de los pliegues del Anticlinorio de Arteaga las cabalgaduras se enraízan y coinciden con ese plano maestro de corrimiento. La estructura de la Sierra Quemada está aparentemente trunca tanto hacia el sur como hacia el oriente por una cabalgadura, la cual se une a la que está al norte de la Sierra Quemada en dirección del rancho Los Angeles. La traza de esta cabalgadura está sepultada en el pequeño valle donde se encuentra el poblado de Carneros, pero pasa por el puerto topográfico que está hacia el sur de las lomas constituidas por la Formación Cupido, en donde toma dirección hacia el oriente.

Se piensa que la trayectoria recta y no cóncava de las estructuras de la Sierra Quemada, la Sierra de Los Angeles y las cabalgaduras asociadas a éstas pertenecen al frente de la Cobijadura de Parras.

Hacia el poniente, las cabalgaduras frontales de las sierras Chorrera, La Catana, La Carroza, El Capulín y El Tapanco constituyen el frente de la Cobijadura de Parras, que divide a las estructuras del Anticlinorio de Arteaga de las del Anticlinorio de Parras.

La Formación Taraises y las rocas jurásicas que continúan desde el Cerro El Viejo y Sierra Molano, así como el flanco meridional del anticlinal que forma esta sierra, completan el arqueamiento de esta estructura.

Se considera que los bloques que forman los testigos estructurales en el frente de la Sierra Chorrera, el cerro frontal de la sierra y el bloque saliente en la Sierra La Catana pertenecen al flanco septentrional del Anticlinario Molano y que fueron arrastrados tectónicamente hacia el norte por la Cobijadura de Parras, adoptando la posición antes definida.

La Lutita Parras ocupa posiciones someras debajo del aluvión en la Depresión de Agua Nueva. En esta llanura se perforaron pozos con fines hidráulicos localizándose la Lutita Parras a una profundidad de 16 m y a una distancia aproximada de 5 km; por esto, es muy probable que la misma ocupe posiciones someras en toda la Depresión de Agua Nueva.

CONCLUSIONES

En este artículo se identificaron dos unidades tectónicas mayores en la Sierra Madre Oriental en áreas contiguas a la Depresión de Agua Nueva, que corresponden a la Cobijadura de Parras y a la Cobijadura de Arteaga. De las interrelaciones de éstas se concluye que la Cobijadura de Arteaga es sensiblemente más antigua que la de Parras y que esta última se encuentra superpuesta a la primera.

Se descartó la existencia de una falla de desplazamiento lateral con un plano esencialmente vertical que solucionaría el desprendimiento del "Arco de Monterrey" el cual, según Tardy y colaboradores (1975), corresponde a una sola cobijadura, ya que no se encontraron evidencias contundentes de la misma. Los presentes autores concluyen que el Anticlinorio de Parras continúa hacia el oriente, al sur del Anticlinorio de Arteaga (Figuras 4, 10 y 18).

De acuerdo con de Cserna (1956), pensamos que la trayectoria convexa de la Sierra Madre Oriental así como la existencia de las Sierras Transversas entre Monterrey y Torreón fueron controladas por la distribución de los paleo-elementos que actuaron como contrafuertes durante el plegamiento de esta cordillera (Figuras 10 y 18).

De conformidad con Tardy y colaboradores (1975), pensamos que el Anticlinorio de Parras cabalga sobre la paleo-plataforma de Coahuila, mientras que el Anticlinorio de Arteaga sobre el paleo-golfo de Sabinas, sin saber cuál fue la distancia recorrida por las estructuras alóctonas.

En los afloramientos del Grupo Difunta, localizados en la parte noroccidental de la región estudiada, no se pudo comprobar el desprendimiento gravitacional propuesto por Tardy y colaboradores (*op. cit.*) de estas rocas desde las Sierras Transversas, porque su posición estratigráfica encima de la Lutita Parras es normal.

Pensamos que a partir de la superficie de *décollement* se ramificaron cabalgaduras que provocaron el avance del pa-

quete de rocas sedimentarias en niveles superiores, creando así un sistema de estructuras imbricadas. De esta manera, la superficie de *décollement* se transformó en una cabalgadura maestra (*faille de charriage, sole-thrust*) (Figura 9).

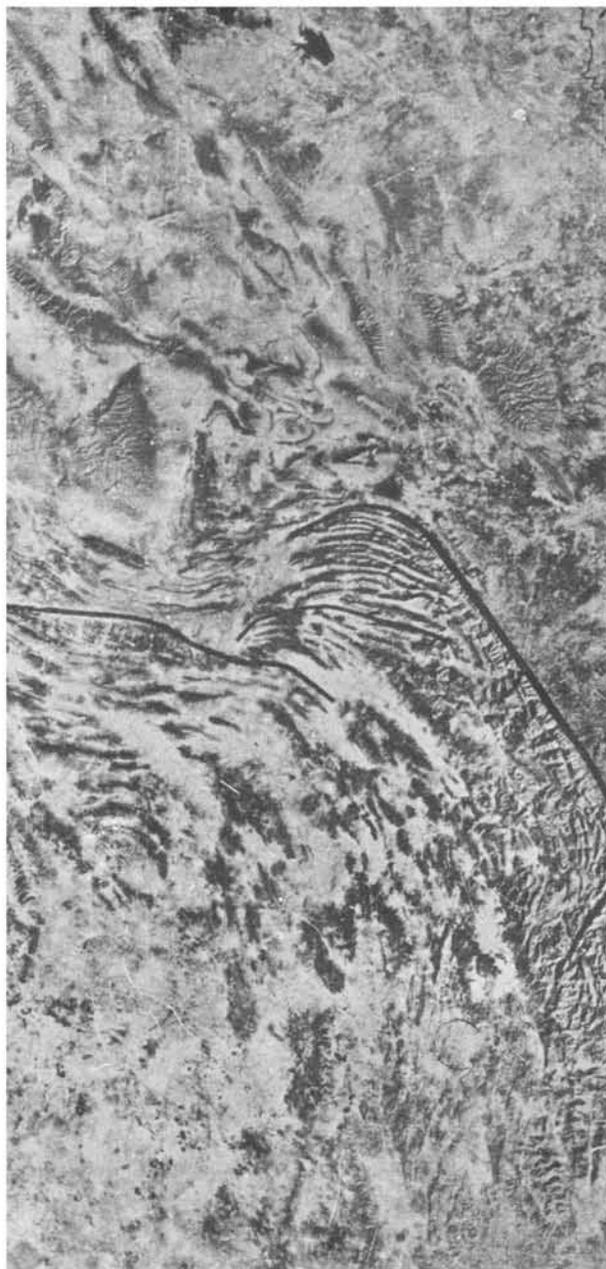


Figura 18.- Reproducción de la imagen de satélite donde se muestran las cabalgaduras de Parras y de Arteaga. Además se presenta otro sobrecorrimiento intra-anticlinatorio en el Anticlinorio de Arteaga.

La existencia del desfiladero de Carneros, del Puerto Santiago y del Cañón La Laja, hace pensar que se formaron por fallas de poco desplazamiento lateral, ya que hay continuidad lateral en las estructuras. Las dos primeras siniestras y la del Cañón La Laja diestra.

Si bien es cierto que en una etapa compresional el basamento y la cobertura pudieran haberse formado a raíz de antiguas fallas reactivadas, pensamos que gracias al *décollement*

y al desarrollo subsecuente de las cabalgaduras maestras, la cobertura sedimentaria se deformó independientemente del basamento, ya que éste puede representar un nivel de deformación inferior que probablemente sufrió aplanamiento (Mattaer, 1976, p. 195), a diferencia de la cobertura que es aproximadamente isopaca.

En caso de que el basamento se hubiera movido por espacio de 80 km (distancia aproximada entre el frente de las Sierras Transversas y el frente de la curvatura de Monterrey en el borde occidental) a lo largo de un plano de falla de desplazamiento lateral siniestro NE-SW, la cobertura sedimentaria no refleja tal avance.

En las sierras de Buñuelos y El Fraile existen fallas de desplazamiento lateral con dirección NE-SW; pero se puede demostrar que dicho desplazamiento, a lo largo de éstas, ha sido menor de medio kilómetro. Por lo tanto no hay evidencia para pensar que el frente del Anticlinorio de Arteaga en Monterrey esté desplazado unos 80 km hacia el norte respecto al frente del Anticlinorio de Parras.

Es interesante señalar que las implicaciones para la búsqueda de hidrocarburos en la llanura de Agua Nueva son importantes, ya que en el subsuelo puede estar la secuencia sedimentaria de la paleo-plataforma de Coahuila y existir en ella trampas estructurales o estratigráficas. Por otro lado, es posible que no haya gran desplazamiento de las cobijaduras y la secuencia sedimentaria que existe bajo la llanura de Agua Nueva sea la misma que está en la Sierra Madre Oriental, la cual tiene más posibilidades petroleras.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan de manera especial su agradecimiento a los Dres. Zoltan de Cserna y Fernando Ortega por la revisión crítica del artículo, así como por sus valiosos consejos y sugerencias, sin los cuales la terminación del mismo no hubiera sido posible.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alfonso-Zwanzinger, Jesús, 1978, Geología regional del sistema sedimentario Cupido: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 30, p. 1-50.
- Boyd, D. R., 1959, Stratigraphy of the Difunta Group in an area north of Saltillo, Coahuila, Mexico: Baton Rouge, Louisiana State Univ., tesis de maestría (inédita).
- Cserna, Zoltan de, 1956, Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México, entre Torreón y Monterrey: México, D. F., Congr. Geol. Internal., 20, monogr., 87 p.
- Garza-González, Romeo, 1973, Modelo sedimentario del Albiano-Cenomaniano en la porción sureste de la plataforma de Coahuila: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 25, p. 311-329.
- Heim, Arnold, 1940, The front ranges of Sierra Madre Oriental, Mexico from Ciudad Victoria to Tamazunchale: Eclog. Geol. Helvetiae, v. 33, p. 313-362.
- Humphrey, W. E., 1949, Geology of the Sierra de Los Muertos area and paleontology of the La Peña Formation, Mexico: Geol. Soc. America Bull., v. 60, p. 89-176.
- 1956, Tectonic framework of northeastern Mexico: Gulf Coast Assoc. Geol. Soc. Trans., v. 6, p. 25-35.

- Imlay, R. W., 1936, Geology of the western part of the Sierra de Parras: Geol. Soc. America Bull., v. 47, p. 1091-1152.
- - - 1937, Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico: Geol. Soc. America Bull., v. 48, p. 587-630.
- - - 1938, Studies of the Mexican Geosyncline: Geol. Soc. America Bull., v. 49, p. 1651-1694.
- - - 1944, Correlation of the Cretaceous formations of the Greater Antilles, Central America, and Mexico: Geol. Soc. America Bull., v. 55, p. 1005-1045.
- Kelly, W. A., 1936, Geology of the mountains bordering the valleys of Acatitla and Las Delicias: Geol. Soc. America Bull., v. 47, p. 1009-1038.
- Mattauer, Maurice, 1976, Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre: Barcelona, Omega, 524 p.
- Murray, G. E., Weidie, A. E., Boyd, D. R., Forde, R. E., y Lewis, M., 1962, Formational divisions of Difunta Group, Parras Basin, Coahuila and Nuevo León, Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 46, p. 374-383.
- Quintero-Legorreta, Odranoel, y Aranda-García, Mario, 1978, Relaciones estructurales entre los sobrecorrimientos del "Anticlinorio de Parras", Sector Transversal y el "Anticlinorio de Arteaga", Sierra Madre Oriental: México, D. F., Univ. Nal. Autón. México, Fac. Ingeniería, tesis profesional, 214 p. (inérita).
- Raisz, Erwin, 1964, Landforms of Mexico: Cambridge, Mass., mapa con texto, esc. 1:3,000,000.
- Rogers, C. L. *et al.*, 1961, Estudio de reconocimiento de los depósitos de fosfato en la parte norte-central de México: Inst. Nal. Invest. Recursos Minerales México, Bol. 56, 322 p.
- Tardy, Marc, Longoria, J. F., Martínez-Reyes, Juventino, Mitre-Salazar, L.M., Patiño-Avila, Manuel, Padilla y Sánchez, R.J., y Ramírez-Ramírez, Calixto, 1975, Observaciones generales sobre la Sierra Madre Oriental; la aloctonía del conjunto Cadena Alta-Altiplano Central, entre Torreón, Coah. y San Luis Potosí, S.L.P., México: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Revista, núm. 1, p. 1-11.