

24/27

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



EVOLUCION TECTONICA DE LA HOJA
"VALLE DE ZARAGOZA" EN EL
ESTADO DE CHIHUAHUA.

T E S I S

Que para obtener el Título de

INGENIERO GEOLOGO

P r e s e n t a

ALBERTO PAZ FLORES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

Pág.

RESUMEN - - - - -	1
I.- INTRODUCCION - - - - -	7
I.1.- Objetivos del Trabajo - - - - -	7
II.- GENERALIDADES - - - - -	8
II.1.- Localización del Area - - - - -	8
II.2.- Vías de Comunicación - - - - -	8
II.3.- Clima y Vegetación - - - - -	10
II.4.- Duración del Trabajo - - - - -	10
II.5.- Método de Trabajo - - - - -	11
II.6.- Trabajos Previos - - - - -	12
III.- FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA - - - - -	14
III.1.- Fisiografía - - - - -	14
III.2.- Geomorfología - - - - -	14
IV.- ESTRATIGRAFIA - - - - -	16
V.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL - - - - -	34
V.1.- Pliegues - - - - -	34
V.2.- Fallas - - - - -	36
VI.- EVOLUCION TECTONICA - - - - -	44
VI.1.- Historia Sedimentaria - - - - -	44
VI.2.- Tectónica Global - - - - -	53
VI.3.- Tectónica Local - - - - -	56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES - - - - -	62
REFERENCIAS CITADAS - - - - -	64

RESUMEN

El autor de la presente tesis, colaboró como geólogo de campo en trabajos que la Cía. Servicios Geológicos, S. A., realizó para PEMEX en el año de 1981.

El estudio tuvo como fin primordial obtener el mayor acervo de datos que permitieran alcanzar los objetivos siguientes:

- _____ Establecer la columna estratigráfica de la región.
- _____ Precisar la facies tectónica que presenta el área.
- _____ Obtener parámetros para la interpretación tectónica regional.

La zona asignada para efectuar los trabajos, se localiza en la porción sur-central del Estado de Chihuahua, aproximadamente 120 km al sur de la Ciudad Capital y 60 km al norte de la Ciudad de Parral. Cubre una superficie de unos 950 km² y está limitada por los paralelos 27°15' a 27°30' de latitud norte y los meridianos 105°40' a 106°00' de longitud oeste.

El poblado Valle de Zaragoza es el principal centro de población de la zona, en la que existen caminos de terracería, no transitables en época de lluvias, que la comunican con las Ciudades de Camargo y Delicias, siendo atravesada por la carretera vía corta Parral-Chihuahua, que se encuentra en una etapa avanzada de construcción.

Fisiográficamente está comprendida dentro de la Provincia de Cuencas y Sierras. Paleogeográficamente se le sitúa dentro del Mar Mexicano, al poniente de la Isla de Coahuila de edad Jurásico Tardío.

Los trabajos que se desarrollaron encaminados para alcanzar los objetivos anteriormente señalados, fueron los siguientes:

_____ Fotointerpretación en pares estereoscópicos a color y escala aproximada 1:50,000.

_____ Verificación en base a caminamientos.

_____ Medición de 4 secciones estructurales, con muestreo sistemático simultáneo.

_____ Determinación micropaleontológica en 64 láminas, de las que en 20 fue posible datar la edad de la roca a que pertenecían.

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias marinas, continentales y rocas ígneas extrusivas, de las cuales las primeras son las más antiguas (Hauteriviano), cubren aproximadamente un 65% de la zona de estudio y están compuestas por una alternancia de calizas, lutitas, margas, areniscas de estratificación delgada e intercalaciones esporádicas de rocas volcánicas. Con menor extensión afloran rocas ígneas extrusivas de composición de tipo riolítico y un conglomerado polimíctico de origen continental.

Las formaciones sedimentarias marinas identificadas corresponden al Grupo Mezcalera, Formación Aurora y Formación San Carlos, que abarcan un rango estratigráfico que va del Hauteriviano al Turoniano. La edad de cada una de ellas fue establecida en base a determinaciones micropaleontológicas. Asimismo en este trabajo se efectúan modificaciones substanciales al Grupo Mezcalera con respecto a las características establecidas en trabajos precedentes, correspondiendo éstas al: espesor, la edad y al número de unidades que la forman, el cual se reduce.

Las características litológicas, faunísticas, texturales y estructurales de las anteriores formaciones, sugieren que los ambientes de depósito fueron los siguientes: Para el Grupo Mezcalera un ambiente de aguas profundas, con aporte de terrígenos provenientes del talud continental por corrientes de turbidez; para la Formación Aurora, un ambiente de aguas someras que posiblemente correspondan a la zona lagunar; para la formación San Carlos, un ambiente de aguas cercanas a la costa.

Durante la Orogenia Laramide, la secuencia sedimentaria marina antes mencionada fue deformada por esfuerzos compresivos provenientes del SW, los que originaron un intenso plegamiento y recostamiento con vergencia al NE, acompañado de fallamiento inverso y cabalgamiento de algunos miembros del Grupo Mezcalera.

El anterior estilo tectónico es el resultado de la ubicación paleogeográfica de la región, la que se situaba al occidente de la Isla de Coahuila, la cual funcionó como antepaís durante la Orogenia Laramide.

En el Terciario Medio cesan los esfuerzos compresivos y se manifiesta un período distensivo que ocasionó el fallamiento normal presente en la región. En el Mioceno ocurre un evento volcánico, el cual produjo las ignimbritas presentes en el área. El Mioceno Tardío también se caracteriza por una etapa distensiva de fallamiento en bloques, mismos que dieron origen a la provincia Fisiográfica de Sierras y Cuencas (basin and range) en la que está comprendida el área del presente estudio.

Abstract

The author of this thesis worked as a field Geologist for Servicios Geológicos, S. A., during 1981. This work was done as a consulting service for Petróleos Mexicanos.

The main goal of the study was to obtain as many data as possible in order to achieve the following.

Objectives:

- ___ To establish the stratigraphy of the region.
- ___ To find-out the tectonic facies of the area.
- ___ To obtain the necessary parameters for the interpretation of the regional tectonics.

The area of this study is located in south-central Chihuahua, approximately 120 km. southward of Chihuahua City and 60 km. northward of the city of Parral, Chih. The mapped region is approximately 950 km² in area and it is limited by the 27°15' and 27°30' parallels and 105°40' and 106°00' meridians. Valle de Zaragoza is the most important village of the area and is communicated to the cities of Camargo and Delicias by two dirt roads, transitable only during dry season. A highway, in construction, connects the cities of Parral and Chihuahua in the north-oriental portion.

Fisiographically, the area is situated in the Province of Basing and Ranges,

and paleogeographically it is located in the Mar Mexicano, westward of the Late Jurassic Coahuila Island.

The objectives mentioned before, were reached following the next stages.

____ Photointerpretation of color aerial photographs, scale 1:50,000.

____ Field verification of 4 structural sections with simultaneous systematic sampling.

____ Micropaleontological identification of 64 thin sections, from which in 20 of them was possible to obtain rock ages.

Marine (sedimentary), continental and extrusive igneous rocks crop-out in the studied area from which, the first are the oldest (Hauterivian), cover approximately 65% of the studied zone, and consist of an alternation of limestones, shales, sandstones and sporadic intercalations of volcanic rocks.

Extrusive igneous rocks of acid composition crop-out less extensively in the area, as well as a polymictic conglomerate of continental origin.

The marine sedimentary sequence from the Mezcalera Group, the Aurora Formation and The San Carlos Formation, ranging in age from Hauterivian to Turonian. The age of each one of the units was established in the basis of the identified microfauna. In the present paper the Mezcalera Group was -- substantially modified respect to former studies, mainly reducing the number of units, different measured thicknesses and different ages.

The lithologic, faunistic, textural, and structural characteristics of the

sequence suggest that the depositional environments were as follows: The Mezcala Group is interpreted as the result of deep-water deposition, with terrigenous influence from the slope by turbidity currents; The Aurora Formation represents shallow-water deposition, possibly in a lagoonal environment; the San Carlos Formation is interpreted as the result of terrigenous deposition in a near-shore shallow-water environment.

During the Laramide Orogeny the sedimentary sequence was deformed by compressive forces from the sw, which produced an intensive folding and over turning with a vergence toward the NE, together with reverse faulting and over thrusting of some members of the Mezcalera Group.

This style of deformation is the result of the paleogeographic position of the area westward of the Coahuila Island, which acted as a rigid block during the Laramide Orogeny.

During the Middle Tertiary the compressional forces stopped and a tensional regime caused normal faulting in the region. During the Miocene a volcanic event produced the ignimbrites present in the area. The Late Miocene is still characterized by a tensional stage with block faulting, which originated the physiographic province of basins and ranges in which the studied area is located.

1.- INTRODUCCION

El autor del presente estudio, colaboró como geólogo de campo en trabajos que la Cía. Servicios Geológicos, S. A., realizó para PEMEX en el año de 1981. De dichos trabajos, el suscrito tomó datos que fueron complementados por visitas posteriores a la zona y por la consulta de trabajos elaborados en áreas adyacentes y a nivel muy regional, que modifican en parte la interpretación original.

1.1. Objetivos del Trabajo

Los objetivos del presente trabajo fueron los siguientes:

- 1.- Establecer la columna estratigráfica del área.
- 2.- Obtener datos para la interpretación tectónica regional.
- 3.- Precisar los eventos tectónicos que afectaron el área.

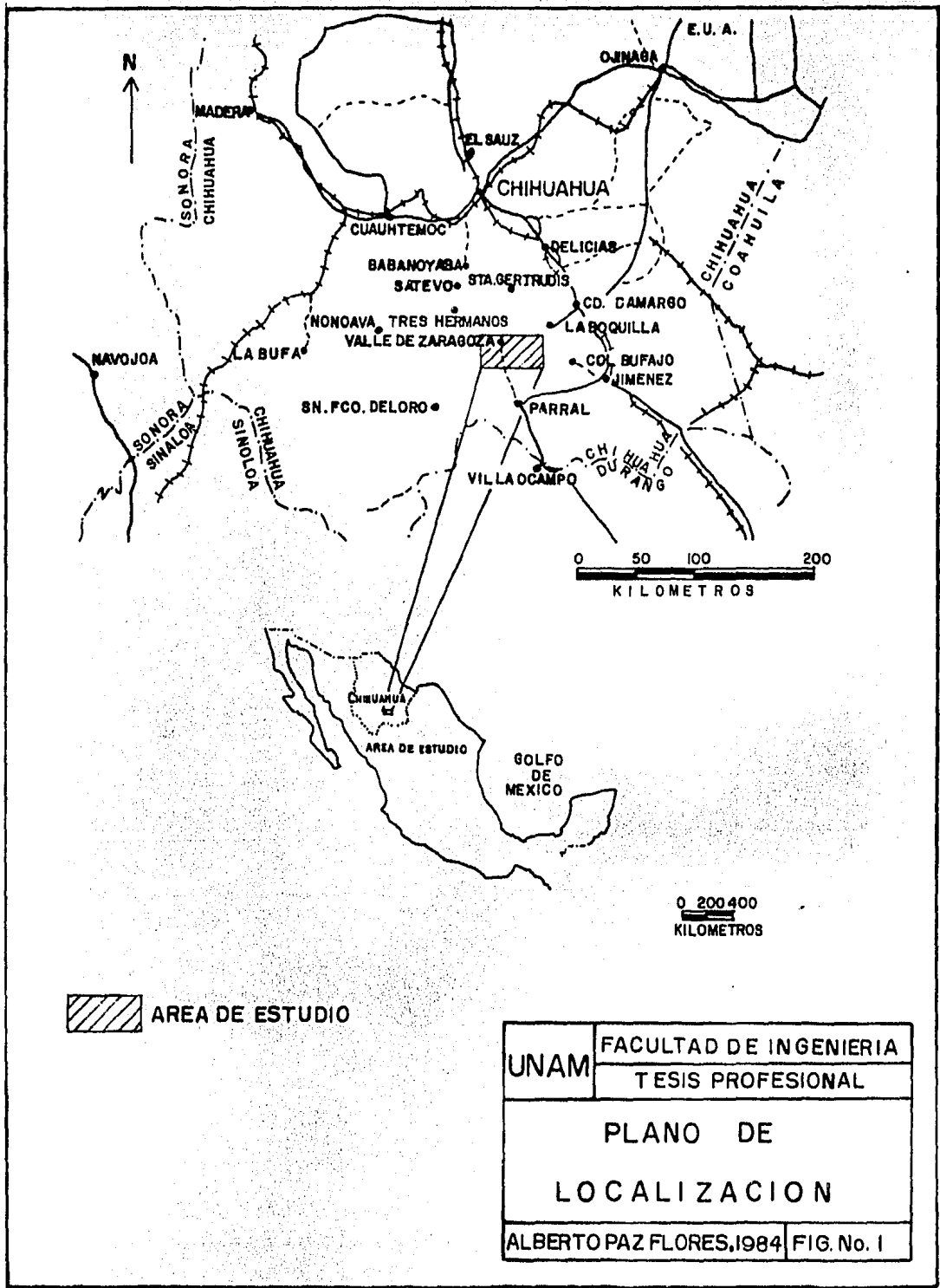
II.- GENERALIDADES

II.1.- Localización del Area

El área de estudio, se localiza en la porción sur del estado de Chihuahua, aproximadamente 60 km al norte de la Ciudad de Parral, 65 km al suroeste de Ciudad Camargo y 120 km al sur de la Ciudad de Chihuahua. Cubre una superficie aproximada de 950 km² y abarca en su totalidad la hoja que DETENAL denomina Valle de Zaragoza (G-13-A-37). Está limitada por los paralelos 27° 15' a 27° 30' de latitud norte y los meridianos 105° 40' a 106° 00' de longitud oeste (Figura 1).

II.2.- Vías de Comunicación

Las vías de acceso al área de estudio, son caminos de terracería no transitables en época de lluvias, que la unen con las Ciudades de Camargo y Delicias y la carretera Parral-Chihuahua (en construcción), que cruza la zona de estudio en su porción oriental de sureste a noroeste, une a las poblaciones de Parral y Valle de Zaragoza, siendo este último, el poblado más importante de la región. Existen también algunas pistas de aterrizaje para avionetas, encontrándose una de ellas, en el poblado Valle de Zaragoza.



 AREA DE ESTUDIO

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PLANO DE LOCALIZACION	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 1

II.3.- Clima y Vegetación

De acuerdo a la clasificación de Koeppen, el clima que impera en la región es tipo semidesértico Vw, con lluvias en verano; su precipitación media anual es del orden de 400 mm. (S.R.H., 1976). Los meses de Junio a Octubre son los de máxima precipitación. Sus temperaturas varían de -5°C en el invierno hasta 40°C en el verano, siendo la temperatura media anual de 20°C.

El tipo de vegetación que prevalece está constituido por una asociación de matorrales y cactáceas. Entre las especies más abundantes sobresalen las siguientes:

Ocotillo	(<u>Foqueiria splendens</u>)
Lechuguilla	(<u>Agave lechuguilla</u>)
Tasajillo	(<u>Opuntia leptoculis</u>)
Encino	(<u>Quercus ilex</u>)
Mezquite	(<u>Prosopis dulcis</u>)
Gobernadora	(<u>Larrea divaricata</u>)

II.4.- Duración del Trabajo

Las actividades que comprende el presente estudio, se realizaron de la forma siguiente:

___ Recopilación y análisis de la información, durante los meses de

Abril y Mayo de 1981.

___ Verificación de campo, durante los meses de Junio a Noviembre de 1981.

El procesamiento de la información obtenida, se realizó de Diciembre de 1981 a Abril de 1982.

11.5.- Método de Trabajo

Los trabajos desarrollados fueron los siguientes:

___ Recopilación de información sobre la zona de estudio y áreas adyacentes. Esta consistió en una revisión exhaustiva de los artículos que sobre esta área han sido publicados, entre los que destacan aquéllos del Instituto de Geología y de PEMEX, así como fotografías aéreas y mapa topográfico escala 1:50 000, editados por DETENAL.

___ En las fotografías aéreas se efectuó una interpretación fotogeológica, con el fin de determinar las diferentes unidades litoestratigráficas aflorantes, así como las características geológico-estructurales.

___ Verificación de campo. Con base en la interpretación fotogeológica se programó el trabajo de campo, el cual consistió en - caminamientos con una orientación aproximada SW-NE 35°.

En dichos caminamientos se realizó el levantamiento geológico de datos litológicos, paleontológicos y estructurales, además de un muestreo sistemático.

Finalmente se efectuó el levantamiento de secciones estructurales con plancheta por el método de radiaciones, para los que se utilizó una escala base de 1:20 000. En dichas secciones se tomaron datos cada 200 m, o donde las características estructurales o litológicas presentaban algún cambio; al igual que en los caminamientos, se realizó un muestreo sistemático con el fin de efectuar determinaciones bioestratigráficas.

La sección estratigráfica columnar se construyó en forma esquemática debido a que, por el intenso plegamiento que presentan las rocas de la zona de estudio, es bastante difícil obtener los espesores reales.

II.6.- Trabajos Previos

Los trabajos que se han realizado con anterioridad en el área o lugares adyacentes, están enfocados en su mayoría a la exploración geológico-petrolera, debido a que todos fueron programados por PEMEX. Tres de ellos están íntimamente relacionados con el área de estudio, de los cuales uno es de carácter regional y los dos restantes están enfocados a estudios estratigráficos.

Tovar (1981), efectuó un análisis de la evolución sedimentológica, estructural y térmica de la cuenca del "Mar Mexicano", así como de otros factores críticos para la ocurrencia de hidrocarburos, como son: rocas generadoras, rocas almacenadoras, sello, migración y trampas.

FYSPSA (1979), estableció la columna estratigráfica de la zona y propuso el nombre informal del Grupo Mezcalera, al que le asignó una edad Cretácico Superior (Cenomaniano-Campaniano).

Posteriormente FYSPSA (1980), estableció la columna estratigráfica y el ambiente de depósito de las rocas aflorantes al oriente de la Ciudad de Parral, Chih.

III.- FISIOGRAFIA Y GEOMORFOLOGIA

III.1.- Fisiografía

De acuerdo a la clasificación de Raisz (1959)*, el área de estudio se localiza en la parte occidental de la provincia Fisiográfica de Cuencas y Sierras, (Basin and Range) en los límites con la subprovincia de Sierras Altas y Cuencas, perteneciente a la provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental (Raisz)*. Se caracteriza por la presencia de sierras formadas por bloques afallados que siguen una orientación NNW-SSE y que se encuentran separados por amplios valles.

III.2.- Geomorfología

La expresión geomorfológica que presenta la región, es el resultado de una serie de eventos tectónicos que modelaron el lugar edificando el relieve y que posteriormente fue degradado por erosión desde el Terciario Inferior al presente.

Las rocas sedimentarias marinas Cretácicas, plegadas durante la Orogenia Laramide, han sido ampliamente erosionadas al grado de que sus formas originales han desaparecido; actualmente forman pequeñas sierras y lomeríos arredondados -

* En Zavala (1979).

con pendientes moderadas, siguen una orientación NW-SE y presentan elevaciones máximas de 200 m en relación con los valles circundantes. Sobre su superficie se ha desarrollado una extensa y bien definida red hidrográfica de tipo dendrítico, de cauces amplios con pendientes menores de 3° y que aumentan hacia sus cabeceras.

En la porción occidental de la Hoja, afloran rocas ígneas extrusivas de composición riolítica, en las que la erosión ha destruido su relieve original. En la actualidad, forman lomeríos y sierras de aspecto arredondado, con pendientes moderadas hacia el SW y frentes escarpados al NE. Sobre su superficie se han desarrollado un conjunto de arroyos intermitentes con cauces bien definidos y moderada pendiente, que por lo general siguen zonas de fracturamiento.

En la porción norcentral y suroeste del área, se observan pequeños lomeríos y mesetas, constituidos por conglomerados de matriz arenosa que son atravesados por arroyos con paredes verticales hasta de 4 m de altura.

La red fluvial en general es de tipo dendrítico, en donde la corriente principal es el Río Conchos, que cruza el área de SW a NE en su porción NW, es de régimen perenne y presenta un cauce bien adaptado, con planicies y pequeños valles.

Por lo descrito en párrafos anteriores, se concluye que la región se encuentra en una etapa de madurez, según el ciclo erosivo de Davis (1899).

IV.- ESTRATIGRAFIA

En el área de estudio, afloran rocas sedimentarias marinas, continentales y rocas ígneas extrusivas, de las cuales las primeras son las más antiguas -- (Hauteriviano).

Las rocas sedimentarias marinas son las de mayor distribución. Cubren aproximadamente un 65% de la zona de estudio y están compuestas por una alternancia de calizas, lutitas, margas y areniscas de estratificación delgada, con intercalaciones de rocas volcánicas ácidas de tipo riolítico en menor proporción.

Con menor extensión, en la porción sur-oeste y norte-centro de la hoja, aflora un conglomerado polimítico de origen continental, compuesto principalmente por fragmentos de rocas sedimentarias marinas y volcánicas; siendo la unidad más joven de la zona.

En la porción noroccidental de la hoja afloran rocas ígneas extrusivas de composición ácida, mientras que en la parte norte-centro de la misma afloran basaltos.

Debido al carácter geológico-petrolero del estudio, se puso mayor énfasis a las rocas sedimentarias marinas, de las cuales, el Grupo Mezcalera abarca aproximadamente el 90% de los afloramientos, por lo cual, fue la secuencia mejor estudiada; su litología, es una alternancia de margas, lutitas, calizas, areniscas de estratificación delgada con intercalaciones esporádicas de rocas volcánicas ácidas; esta secuencia fue dividida en 5 unidades. Los contactos son con-

cordantes y transicionales entre las unidades 2, 3 y 4, en tanto que en las unidades 1-2 y 4-5, presentan contactos tectónicos. Su depósito se realizó en un ambiente de aguas profundas (zona batial), afectadas posiblemente por corrientes de turbidez provenientes de la zona del talud continental.

Afloran también calizas de la formación Aurora, originadas en un ambiente de plataforma y una alternancia de areniscas y lutitas de la Formación San Carlos, depositadas en un ambiente costero. El contacto que se observa entre el Grupo Mezcalera y la Formación Aurora es tectónico, lo mismo que el contacto entre la Formación Aurora y la Formación San Carlos.

A continuación se describen con detalle la posición y características - estratigráficas de cada una de las formaciones diferenciadas en este estudio (Tabla 1).

ERA MESOZOICA

Sistema Cretácico

Grupo Mezcalera (kgm) (UNIDAD INFORMAL)

Definición.- Nombre informal propuesto por FYSPSA (1979), para describir una secuencia de 15 miembros arcillo-calcáreos con un espesor aproximado de 1600 m, que afloran al sur de la Sierra La Mezcalera, localizada aproximadamente 60 km al norte de la Ciudad de Parral, Chih. y que es considerada como la localidad tipo.

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

PERIODO	EPOCA	SERIES	1 PISOS EUROPEOS	2 NORTE DE MEXICO Y TEXAS	3 AREA EL CUERVO, CHIH. WT HAENGGI	4 NE DE CHIHUAHUA J. VALENCIA	5 SIERRA DE MAGISTRAL, CHIH. B. MARQUEZ D	6 SIERRA DE SAVANAROLA, CHIH. B. MARQUEZ D.	7 SIERRA DEL CUERVO, CHIH. B. MARQUEZ D.	8 SIERRA RETANA, VAPOR, CHIH. S. G. S. A.	9 SIERRA AZUL S. G. S. A.	10 VALLE DE ZARAGOZA, CHIH.	
Terciario													
C R E T A C I O	SUPERIOR	GOLFO	MAESTRICHTIANO	PONAMARRO	EL PICACHO	EL PICACHO							
			CAMPANIANO	GPO. TAYLOR									
			SANTONIANO	GPO.	SN. CARLOS	SN. CARLOS							SN. CARLOS
			CONACIANO	AUSTIN									
			TURONIANO	GPO.	OJINAGA	OJINAGA	OJINAGA	OJINAGA					5
	INFERIOR	COMANCHE	CENOMANIANO	GPO.	BUDA	BUDA	WASH. INDIF.	WASH. INDIF.	WASH. INDIF.	WASH. INDIF.	WASH. INDIF.		
			SUPERIOR	WASHITA	DEL RIO LOMA DE PLATA	DEL RIO LOMA DE PLATA							GRUPO 4
			MEDIO	GPO.	BENEVIDES	BENEVIDES							
			INFERIOR	GPO.	LAGRIMA	COX	COX	AURORA	AURORA	AURORA	AURORA	AURORA	3
			GARGASIANO	TRINITY	BENIGNO	BENIGNO	PEÑA	PEÑA	PEÑA	PEÑA	PEÑA	PEÑA	2
SUPERIOR	SABINAS	OXFORDIANO	TITONIANO	GPO.	EVAPORITAS SIN NOMBRE	GPO. LA CASITA							
		KIMMERIDGIANO	CASITA										
		ARGOVIANO	GPO.										
		DIVESIANO	ZULOAGA										
C R E T A C I O	INFERIOR	COAHUILA	NEOCOMBIANO	APTIANO									
			BEDOUILIANO	GPO.			CUPIDO		CUPIDO				
			BARREMIANO	NUEVOLEON									
			HAUTERIVIANO	GPO.	LAS VIGAS	LAS VIGAS	LAS VIGAS						
			MALANGINIANO	GPO.									
			BERRIASIANO	DURANGO	NAVARRETE	NAVARRETE	NAVARRETE						
<p>1. SMITH (1961)</p> <p>2. HAENGGI (1960)</p> <p>3. VALENCIA ()</p> <p>4. MARQUEZ (1976)</p> <p>5. MARQUEZ (1979)</p> <p>6. MARQUEZ (1980)</p> <p>7. S. G. S. A. (1980)</p> <p>8. S. G. S. A. (1980)</p> <p>9. S. G. S. A. (1981)</p> <p>10.</p>													

Apoyados en las determinaciones paleontológicas y características litológicas, las 15 unidades establecidas (FYSPSA, (1979) han sido reagrupadas en 5 nuevas unidades en este estudio (Figura 2).

La unidad más antigua del Grupo Mezcalera es la Unidad No. 1 y consiste de margas y lutitas de color gris claro a pardo oscuro, en capas de 5 a 15 cm de espesor, que alternan con caliza arcillosa de color gris oscuro en capas de 3 a 10 cm de espesor. Algunos estratos contienen bioclastos. Presenta también escasas capas de arenisca de 5 a 10 cm de espesor con cuarzo y fragmentos subangulosos de roca ígnea.

Hacia la base, se observa una secuencia de lutitas con algunas capas limfíticas que contienen cuarzo, en estratos menores de 5 cm, las cuales alternan con areniscas de grano fino en estratos de 3 a 8 cm de espesor.

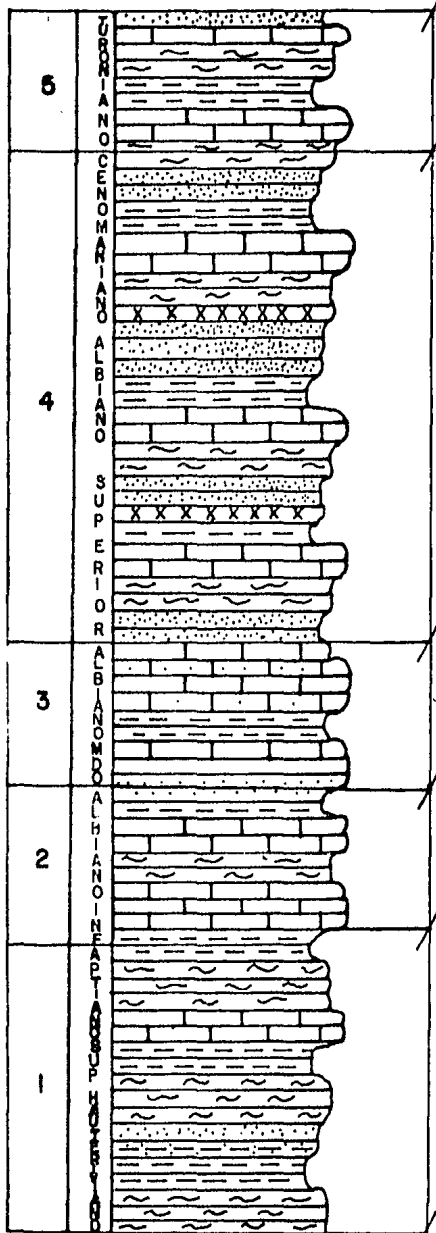
Su espesor aproximado es de 470 m.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior no aflora; su contacto superior con la unidad 2 no se observa, debido a una falla inversa que pone en contacto a la unidad 1 con la unidad 3.

Edad y Correlación

Con base en su contenido microfaunístico, se le asigna una edad de -



200 m Alternancia de lutitas, margas y mudstone arcilloso y en menor cantidad areniscas de grano fino, el espesor de los estratos es menor de 10 cm.

750 m Margas, caliza mudstone arcilloso y areniscas, en estratos menores de 15 cm. y que se presentan aproximadamente en la misma proporción, el color de la unidad es gris amarillenta.

150 m Alternancia de areniscas calcáreas y calizas en estratos menores de 20 cm. En menor proporción se observaron lutitas laminares. Hacia la base se presentan estratos con estratificación cruzada.

200 m Caliza mudstone en estratos menores de 15 cm. que se intercalan con areniscas en estratos del mismo espesor, en menor proporción se observan capas de lutita.

470m Margas y lutitas en capas de 5 a 15 cm. de espesor, alternan con caliza arcillosa de color gris oscuro y escasas capas de arenisca en estratos menores de 10 cm.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
SECUENCIA ESTRATIGRAFICA	
ESQUEMATICA DEL GRUPO MEZCALERA	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 2

Hauteriviano-Aptiano Superior

Se le identificó la microfauna siguiente:

Nannoconus truitti, N. minutus, N. elongatus, Nannoconus steinmanni,
Globiogerinelloides ferreolensis, Fibrosphaera sp. Colomiella recta, Microcala-
moides diversus, Hedbergella spp. y abundantes radiolarios calcificados.

Se correlaciona con la parte superior de la Formación Las Vigas del noroeste de Chihuahua, con las Formaciones Cupido y La Peña de la Sierra de Magistral Chih., con las Formaciones Padilla, La Mula y la Virgen, del Golfo de Sabinas, con las Formaciones Tamaulipas Inferior y Otates del Archipiélago de Tamaulipas y con la parte superior de la Arcosa San Marcos de la Isla de Coahuila.

Ambiente de Depósito.

La sedimentación de esta unidad se realizó en un ambiente de aguas profundas, como lo sugiere la fauna asociada.

La Unidad 2 de este grupo consiste básicamente de caliza, mudstone* (Dunham, 1962), de color gris que por el intemperismo toma un color gris claro, en capas de 10 a 15 cm. Se observan algunos estratos de 5 a 10 cm de espesor de wackestone de color gris claro, así como también areniscas de color pardo. Ocasional-

* Se refiere a la textura de una caliza formada por lodo calcáreo, con un contenido menor del 10% de granos.

mente se observan capas de limolita y lutita de 5 a 10 cm de espesor, que presentan estratificación cruzada y un color pardo claro. Algunos estratos contienen abundantes gasterópodos (turritelas), fragmentos de bivalvas, así como algunas amonitas muy mal conservadas.

Su espesor aproximado es de 200 m.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior no se observa; en cuanto a su contacto superior es concordante y transicional y fue establecido, donde se observa un incremento de las areniscas de la unidad No. 3 que la sobreyace.

Edad y Correlación

Apoyados en su contenido de microfósiles, se le asigna una edad de Albiano Inferior.

Se le identificó la microfauna siguiente: Colomiella recta, Microcalamoides diversus, Fibrosphaera sp., Globochaete alpina, cortes transversales de Colomiella spp., abundantes radiolarios calcificados, valvas de ostrácodos, equinodermos y fragmentos de moluscos.

Se puede correlacionar con la parte superior de la Formación Cuchillo, con las Formaciones Benigno, Lágrima y Cox del NE de Chihuahua, con la parte inferior de la Formación Aurora del Golfo de Sabinas, con la parte inferior de la

Formación Acatita de la Isla de Coahuila y con la parte inferior de la Formación Tamaulipas Superior del Archipiélago de Tamaulipas.

Ambiente de Depósito.

La sedimentación de esta unidad, se efectuó en un ambiente de aguas profundas, como lo sugiere la litología y la fauna identificada.

La Unidad 3 del Grupo Mezcalera consiste principalmente de caliza mudstone, de color gris que se torna ocre por efectos del intemperismo, la cual alterna con areniscas calcáreas de grano medio, de color pardo claro, en capas de 8 a 20 cm de espesor, algunas con estratificación cruzada con abundantes fracturas rellenas por calcita. Hacia la base, se observan algunas capas de arenisca con estratificación graduada, compuesta por cuarzo y fragmentos subangulosos de roca ígnea, así como también capas de 10 a 20 cm de espesor, las cuales contienen dos partes diferentes paralelas a la estratificación, una compuesta por mudstone de color gris oscuro y la otra por una arenisca de grano fino de color pardo. En menor proporción se le observan paquetes de lutitas laminares con espesores hasta de 2 m, que presentan un color amarillento por efectos del intemperismo.

Su espesor aproximado es de 150 m.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior es concordante y transicional; su contacto superior

es también concordante y transicional.

Edad y Correlación

Se le asignó una edad Albano Medio, con base a su contenido microfauístico.

Al microscopio se identificó la microfauna siguiente: Calcisphaerula innominata, Stomiosphaera similis, Textularia sp., Pithonella ovalis, Ticinella sp. y radiolarios calcificados. Se correlaciona con las Formaciones Finlay y Benevides del noreste de Chihuahua, con la parte inferior de la Formación Cuesta del Cura y la parte media de la Formación Aurora del Golfo de Sabinas, con la parte media de la Formación Acatita de la Isla de Coahuila y con la parte media de la Formación Tamaulipas Superior del Archipiélago de Tamaulipas.

Ambiente de Depósito

Su contenido de microfósiles indica un ambiente de aguas profundas, con influencia de corrientes de turbidez que se originaban en áreas cercanas al talud continental (proximales), o alimentada por el material transportado por los cañones submarinos; así se explicaría la existencia de areniscas con estratificación graduada y estratificación cruzada en un ambiente de aguas profundas.

La Unidad No. 4 del Grupo Mezcalera consiste de una alternancia de areniscas

de grano medio, de color pardo oscuro por efectos del intemperismo, en capas de 10 a 15 cm de espesor, algunas con estratificación cruzada (con abundantes fracturas rellenas por calcita) y caliza arcillosa de color gris oscuro que por efectos del intemperismo adquiere una coloración parda; presentan también un bajo contenido de pequeñas bandas de pedernal negro. Hacia la base se le observan margas de color gris, que se toman amarillentas por efectos del intemperismo, en capas de 10 a 15 cm de espesor. Se observan también intercalaciones de areniscas compuestas por cuarzo y fragmentos subangulosos de roca ígnea, en estratos menores de 10 cm, de un color amarillento por efectos del intemperismo. En menor proporción se observan horizontes de lutita laminar de 1 a 1.50 m de espesor. Presenta también, algunas coladas de ignimbrita en espesores menores de 1.50 m y con estructura fluidal y textura afanítica; megascópicamente sólo se le identificó cuarzo. Su color al intemperismo es gris violáceo. El espesor aproximado de la unidad es de 750 m.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior, es concordante y transicional; su contacto superior con la unidad 5, no se observó debido a una falla normal.

Edad y Correlación

Por su contenido de microfauna, se le asigna una edad Albiano Superior-

Cenomaniano Inferior.

Al microscopio se identificó la microfauna siguiente: Pithonella ovalis, Calcisphaerulla innominata, Hedbergella spp., Stomiosphaera sp., fragmentos de equinodermos (retrabajados) y foraminíferos bentónicos mal preservados.

Se correlaciona con las Formaciones Loma de Plata, del Río y Buda (Grupo Washita) del NE de Chihuahua y Texas, con la parte superior de las Formaciones Aurora y Cuesta del Cura del Golfo de Sabinas, con la Formación Kiamichi y Grupo Washita de la porción oeste del Archipiélago de Tamaulipas y con la parte superior de la Formación Tamaulipas Superior situada al oriente del archipiélago antes citado.

Ambiente de Depósito

El depósito de esta unidad se realizó en un ambiente de aguas profundas, como lo sugiere la microfauna determinada, con influencia de corrientes de turbidez y un incremento de la actividad volcánica de tipo continental en la porción occidental, como lo indican las coladas de ignimbritas intercaladas en esta unidad.

La Unidad No. 5 del Grupo Mezcalera, está constituida por una secuencia de caliza mudstone, de color gris oscuro, en capas menores a 10 cm, con escasos bioclastos, intercaladas con margas grises en estratos de 10 a 15 cm de espesor y con lutitas de estratificación laminar que forman paquetes de 10 a 30 cm de espe-

sor; en menor proporción se le observa arenisca de grano fino con estratificación delgada, de un color pardo que presenta un color pardo amarillento por efectos del intemperismo. Su espesor aproximado es de 200 m.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior no se observó, su contacto superior no aflora.

Edad y correlación

Se estableció apoyados en su contenido de microfósiles. Se le asigna una edad Cenomaniano Superior-Turoniano.

Al microscopio se identificó la microfauna siguiente: Rotalipora sp., Clavihedbergella sp. y Hedbergella spp. muy mal preservados.

Se correlaciona con la Formación Ojinaga del NE de Chihuahua, con la Formación Indidura de la porción sur de la Isla de Coahuila, con la Formación Agua Nueva del Golfo de Sabinas y con la Formación Eagle Ford del Archipiélago de Tamaulipas.

Ambiente de Depósito

Se infiere que el depósito de esta unidad se realizó en un ambiente de aguas profundas (zona batial), de acuerdo a la litología.

Formación Aurora (Kau)

Definición.- Nombre propuesto inicialmente por Burrows (1910, p. 96)*, para una secuencia de calizas arrecifales que aflora en la Sierra de Cuchillo Parado, situada al oeste de Ojinaga, Chih., con espesores que varían de 183 a 457 m.

Posteriormente Humphrey y Díaz (1956, p. 309)* informalmente propusieron que el término Formación Aurora se modificara y se incluyera en él a todas las rocas carbonatadas del noroeste de México, comprendidas entre la Formación La Peña en la base y la Formación Cuesta del Cura o sus equivalentes en la parte superior. (Tomado de SGSA, 1980).

Litología y Espesor.

La Formación Aurora está constituida en el área de estudio, por dos miembros. En la base se presentan calizas de estratificación gruesa a masiva, wackstone** a packstone*** con abundancia de bioclastos. Hacia la cima se le observa un cuerpo de calizas wackstone de estratificación delgada con abundancia de bioclastos, de un color gris. Se le midió un espesor de 200 m.

* En SGSA, 1980

** Wackstone. Término textural definido por Dunham (1962), para designar a una roca caliza formada por lodo calcareo y un contenido mayor del 10% de granos.

*** Packstone. Término también textural definido por Dunham (1962) para designar a una caliza con armazón granular y matriz arcillosa.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior no se observó por estar cabalgando sobre la Formación San Carlos; su contacto superior tampoco se observó, debido a que está cabalgada por la unidad 4 del Grupo Mezcalera.

Edad y Correlación

De acuerdo a su contenido de microfósiles, se le asigna una edad Albiano Medio.

Al microscopio se identificó la microfauna siguiente: Nummuloculina heimi, cf. Textularia sp., Cuneolina sp., Orbitolina sp., Hedbergella sp. y Calcisphaerula innominata.

También contiene abundantes gasterópodos, miliólidas y bivalvos.

Se correlaciona con las Formaciones Finlay, Cox y con la parte superior de la Formación Lágrima del noreste de Chihuahua, con la unidad 3 del Grupo Mezcalera, con la parte inferior de la Formación Cuesta del Cura de la porción oeste del Golfo de Sabinas, con la Formación Acatita de la Isla de Coahuila y con la parte media de la Formación Tamaulipas Superior de la porción oriental del Archipiélago de Tamaulipas.

Ambiente de Depósito

El depósito de esta formación se realizó en un ambiente de plataforma, (posiblemente post-arrecifal) con aguas someras de baja energía que permitieron el desarrollo de abundante fauna característica de este medio.

Formación San Carlos

Definición.- Nombre formal propuesto por Vaughan (1900), (en FYSPSA 1979) para describir una secuencia de areniscas y lutitas fosilíferas con algunas capas de carbón, que subyace a la "Serie Vieja" y se extiende hasta la base de la sección San Carlos, con un espesor aproximado de 430 m. Su localidad tipo se encuentra cercana al poblado de San Carlos, en Presidio, Texas.

Litología y Espesor.

Esta formación en el área de estudio está constituida por areniscas de grano medio a grueso, en una matriz de grano fino, con fragmentos de cuarzo y líticos rojizos redondeados y subredondeados. Se observan intercalaciones de lutitas laminares en paquetes hasta de 50 cm, en colores que varían de pardo a gris verdoso. Esta formación aflora esporádicamente en la esquina NE de la hoja estudiada.

Su espesor no se pudo medir, pero en la porción noroccidental de la - Presa Lago Toronto FYSPSA (1979) reporta un espesor de 857 m.

Relaciones Estratigráficas

Su contacto inferior con la Formación Ojinaga no aflora. Su contacto superior se desconoce debido a que está erosionado.

Edad y Correlación

Por sus características litológicas y posición estratigráfica, se le asigna una edad del Campaniano al Maestrichtiano.

Se correlaciona con los Grupos Austin y Taylor del sur de Texas, con la parte superior de la Lutitas Panas y la parte inferior del Grupo Difunta de la porción sureste del Golfo de Sabinas, con las Formaciones Upson, San Miguel, Olmos y Escondido de la porción noroeste del Golfo antes citado y con la Lutita Méndez del Archipiélago de Tamaulipas.

Ambiente de Depósito

La secuencia que aflora, no presenta datos suficientes para poder establecer el ambiente de depósito de esta unidad, sin embargo, estudios anteriores - - (FYSPSA, 1979) postulan que la sedimentación de esta formación se efectuó en un ambiente cercano a costa.

Rocas Igneas Extrusivas Ácidas

Estas rocas están ampliamente distribuidas en la zona estudiada. Aflo- ran al sur de la Cuesta Colorado, al SE del Puerto Las Gueras y en la franja forma- da por los cerros La Ventana, El Cautivo y La Mula. (Ver plano). Estan constitui- das principalmente por ignimbritas de estructura fluidal, pseudo-estratificadas, con

textura afanítica y ocasionalmente se les observan fragmentos embebidos de otras rocas. Su color es gris rojizo y al intemperismo toman un color violáceo.

Por su posición estratigráfica y por considerar que están relacionadas al evento volcánico que emplazó las riolitas, tobas e ignimbritas de la Sierra Madre Occidental, se le asigna una edad de Oligoceno Superior. En trabajos realizados en el área de Cd. Cuauhtémoc, situada al noroeste de la zona del presente estudio, Duex (1977)* incluye a las rocas volcánicas aflorantes, en un rango de edades de 33.5 a 26.9 m.a.

Terciario Superior Continental

Esta unidad aflora ampliamente en la porción suroccidental y norcentral de la hoja. Está constituida por un conglomerado polimítico bien compactado, de origen continental, compuesto principalmente por fragmentos subangulosos y subredondeados de rocas sedimentarias marinas y volcánicas, embebidas en una matriz arcillo-arenosa de la misma composición.

Por sus características litológicas y posición estratigráfica, se le asigna una edad Terciario Superior (Mioceno Medio).

Rocas Igneas Extrusivas Básicas

Estos derrames basálticos, presentan una distribución restringida en la zo-

* En Fred W. McDowell (1979).

na, sólo afloran en la porción SW y norte. Forman pequeñas mesetas que por lo general sobreyacen a los conglomerados. Se le observan algunos cristales de plagioclasa cálcica y olivino embebidos en una matriz afanítica; presentan también una estructura vesicular.

Por su posición estratigráfica, se les considera de edad Plio-Cuaternario, (\pm 5 m.a.).

Aluvión Cuaternario y Regolitas.

Estos son depósitos recientes formados por gravas, arenas y materiales más finos sin consolidar, que cubren las partes topográficamente bajas y los cauces de ríos y arroyos.

Las regolitas son materiales residuales, resultantes del intemperismo de las rocas preexistentes. Afloran en la porción norte de la hoja.

Por lo tratado en líneas anteriores, se puede concluir que la sedimentación del Grupo Mezcalera, se realizó en una cuenca intracratónica con una ligera influencia de vulcanismo proveniente del occidente.

V.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Descripción de las Estructuras

Pliegues

Debido al carácter incompetente de las rocas aflorantes y a la intensa deformación a la que fueron sometidas, las estructuras resultantes son pliegues muy cerrados, de pequeñas dimensiones que por lo general no son cartografiables a la escala de este trabajo y que manifiestan una vergencia hacia el noreste, - acompañada de fallamiento inverso y cabalgamiento de algunos miembros del - Grupo Mezcalera (Figura 3).

Los flancos de los pliegues buzan hacia el SW, con inclinaciones promedio de 25° los normales y 55° los invertidos.

Los planos axiales muestran una vergencia hacia el NE, con inclinaciones promedio de 40°.

Los ejes de los pliegues son casi horizontales, algunos buzando hacia el NW y otros lo hacen hacia el SE pero casi siempre con ángulos menores de 6°.

La tendencia de los ejes de las estructuras se determinó a través de una configuración estadística en un diagrama σ , de 50 planos de estratificación de pequeños pliegues medidos en el campo, para lo cual se usó una red de Wulff de igual área.

De los resultados obtenidos se observa que la tendencia del eje estadístico es NW-SE-40°, con buzamiento hacia ambas direcciones no mayor de 6°, lo

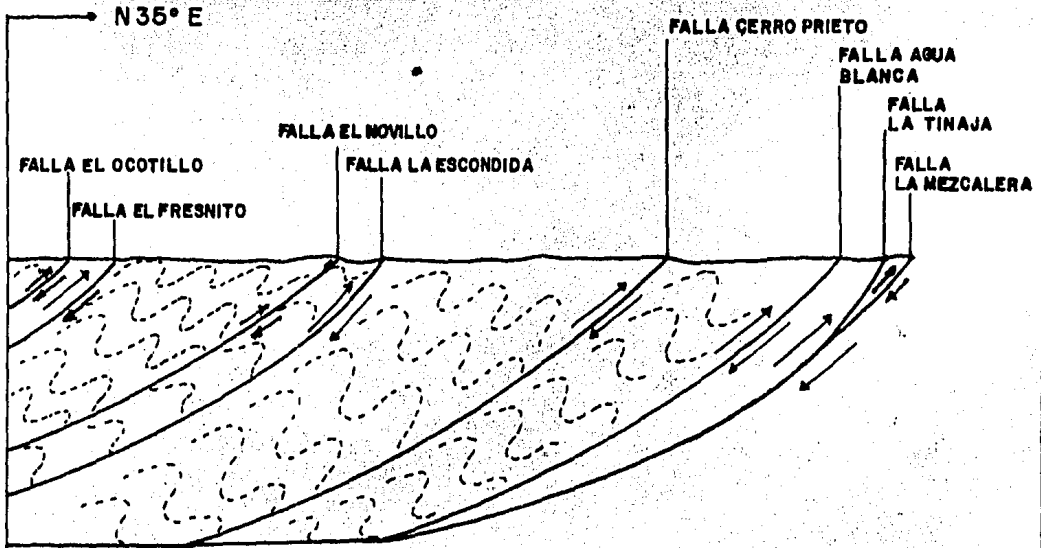


DIAGRAMA DEL FRENTE DE CABALGADURA Y SISTEMA DE ESCAMAS ASOCIADO QUE ILUSTRA EL MODELO TECTONICO PARA EL AREA VALLE DE ZARAGOZA, CHIH.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
MODELO TECTONICO PARA EL	
AREA VALLE DE ZARAGOZA	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 3

que concuerda de manera aproximada con los ejes y buzamientos medidos en el campo, como lo muestra la Figura 4.

Con base a estos datos, se puede concluir que la dirección de los esfuerzos principales fue del S 50°W hacia el N 50°E, los que al actuar sobre las rocas existentes, las desplazó contra un elemento positivo situado hacia el oriente (límite sur de la Isla de Coahuila), que actuó como contrafuerte a los esfuerzos, originándose así el intenso plegamiento antes descrito.

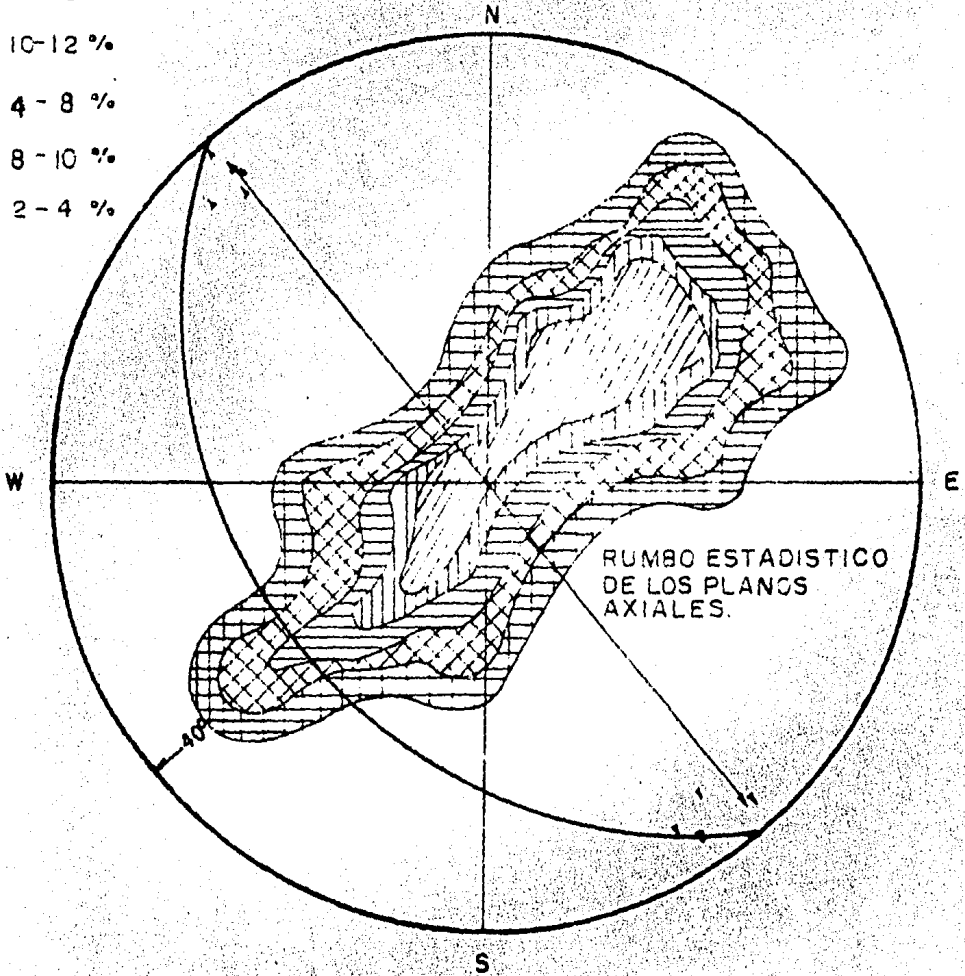
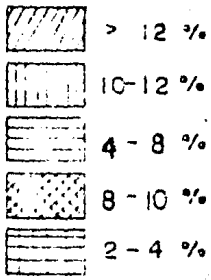
El acortamiento mínimo para las unidades 4 y 5 del Grupo Mezcalera, calculado en base a las secciones estructurales es del 30%, en tanto que a profundidad, el plegamiento se atenúa, ya sea por pérdida de espacio o por cambios litológicos que aumentan la competencia de las rocas.

Fallas

A continuación se describe una serie de fallas que fueron observadas en la fotointerpretación y que posteriormente se apoyaron en determinaciones paleontológicas.

Los desplazamientos que se mencionan, fueron medidos en las secciones estructurales construidas.

Las trazas de los planos de falla, son difíciles de seguir en el terreno, debido a que han sido cubiertas por suelo o atacadas por la erosión.



RED ESTEREOGRAFICA DE AREA IGUAL HEMISFERIOINFERIOR N= 50 POLOS.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
DIAGRAMA TI DE CONTORNOS	
PARA EL GRUPO MEZCALERA	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG No. 4

Falla La Mezcalera.- Su traza se observa en la esquina nororiental de la hoja. Esta cabalgadura posiblemente funcionó como plano principal de desprendimiento y controló a las fallas inversas situadas al SW, las cuales se manifiestan a manera de escamas (Figura 3). El rumbo del plano de falla es de SE-NW-52°, con una inclinación promedio de 25°, y en algunas partes tiene una dirección E-W. Se le puede observar desde el Rancho La Tinaja en el oriente, hasta el Arroyo el Alamillo en el occidente. Esta falla pone en contacto tectónico a rocas del Albiano (Formación Aurora) sobre rocas de la Formación San Carlos del Cretácico Superior, por lo que se piensa pueda tener un desplazamiento mínimo subhorizontal superior a los 4 km (sección C-C').

Falla La Tinaja.- Su traza aflora también en la parte noreste del área, siguiendo un rumbo paralelo a la anteriormente descrita y se le infiere una inclinación menor de 35° hacia el SW. Se le observa desde el Arroyo La Tinaja en el oriente, hasta el Arroyo El Alamillo en el occidente. Su expresión fisiográfica está claramente delimitada por un cambio drástico de litología. Es una falla inversa que pone en contacto a la unidad 4 del Grupo Mezcalera, de edad Albiano Superior-Cenomaniano, con rocas del Albiano Medio de la Formación Aurora; en este caso se piensa que el Grupo Mezcalera representa el alóctono y la Formación Aurora el autóctono.

Es difícil establecer el desplazamiento debido a que están en contacto rocas que no se encuentran en su posición original, un cálculo especulativo para

este desplazamiento podría ser de 10 km como mínimo.

Falla Agua Blanca.- Está expuesta en la porción noreste de la zona, en donde su plano de falla tiene un rumbo aproximado SE-NW-50° y una inclinación menor de 40° al SW. Se le observa desde el Arroyo El Taray en el oriente, hasta el Arroyo Las Boquillitas en el noroccidente. Es una falla inversa que pone en contacto tectónico a rocas del Neocomiano (Unidad 1) sobre rocas del Albiano Superior (Unidad 4); se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 2.5 km.

Falla Cerro Prieto.- Se ubica en la porción nororiental de la hoja y cruza la zona con un rumbo aproximado SE-NW-55° y una inclinación menor de 40° hacia el SW. Se le observa desde el Arroyo El Taray en el sureste, hasta el Arroyo Los Altares en el noroeste, donde está cubierta por depósitos cuaternarios. Es una falla inversa que pone en contacto a rocas del Albiano Inferior (Unidad 2) con rocas del Albiano Superior (Unidad 4).

Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 600 m.

Falla La Escondida.- Aflora en la parte sur-suroriental de la zona, en donde tiene un rumbo aproximado SE-NW-45° y una inclinación hacia el SW. Se le observa desde el Arroyo El Ocotillo en el sureste hasta el Arroyo La Escondida en el NW, en donde está cubierta por depósitos conglomeráticos del Cuaternario. Es una falla inversa que pone en contacto a rocas del Neocomiano-Aptiano Superior (Unidad 1) con rocas del Albiano Medio (Unidad 3). Se le calcula una desplaza-

miento neto mínimo de 1.5 km.

Falla El Novillo.- Se ubica en la porción sur-suroriental del área, donde tiene un rumbo aproximado SE-NW-40° y una inclinación hacia el SW. Aflora desde la cabecera del Arroyo Pinto de Negro en el SE, hasta el Arroyo El Toro, en la esquina noroccidental de la hoja. Es una falla inversa que pone en contacto a la Unidad 1 del Neocomiano - Aptiano Superior, con la Unidad 5 del Turoniano. Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 5 km.

Falla El Fresnito.- Se ubica en la parte sur del área, donde la cruza con un rumbo paralelo a la anteriormente descrita. Aflora desde el Rancho El Alamo en el sureste, hasta la cabecera del Arroyo El Nogalito en el noroeste. Es una falla inversa que pone en contacto a la Unidad 5 del Turoniano con la Unidad 3 del Albiano Medio. Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 4 km.

Falla El Ocotillo.- Se localiza en la parte SW del área, en donde cruza con un rumbo aproximado SE-NW-40° y una inclinación menor de 40° hacia el SW. Aflora desde el Arroyo La Mocha en el sureste, hasta el Rancho El Chupadero en el noroeste. Es una falla inversa que pone en contacto a rocas del Neocomiano-Aptiano Superior (Unidad 1) con rocas del Albiano Medio (Unidad 3). Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 1 km.

Falla El Aguila.- Se ubica también en la parte noreste de la hoja; atraviesa la zona con una dirección aproximada SE-NW-50° y hacia el noroeste sigue un rumbo NW 80°. Se le infiere una inclinación mayor de 45° hacia el SW. Es una falla normal que pone en contacto rocas del Albiano Superior (Unidad 4) con rocas del Neocomiano (Unidad 1). Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 400 m.

Falla Cerritos Colorados.- Se localiza en la porción oriental de la zona, por donde la cruza con una dirección aproximada NW-SE-12° y una inclinación mayor de 45° hacia el occidente. Su traza aflora desde los Cerritos Colorados en el norte, hasta el Arroyo El Encinito en el sur. Es una falla normal que define un graben en la porción norte de la hoja y se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 200 m.

Falla Murillo.- Se localiza en la parte suroriental de la hoja, donde tiene un rumbo aproximado SE-NW-50° y una inclinación hacia el SW. Aflora desde el Arroyo Pinto de Negro en el SE hasta el Arroyo La Escondida en el NW, donde está cubierta por depósitos conglomeráticos del Cuaternario. Es una falla normal que pone en contacto rocas del Albiano Superior (Unidad 4) con rocas del Neocomiano-Aptiano Superior (Unidad 1). Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 1.5 km.

Falla El Durazno.- Se localiza en la porción sur-suroccidental de la hoja, donde tiene un rumbo SE-NW-50° y una inclinación hacia el SW. Aflora desde el Arroyo Mezquites Grandes hasta el Arroyo El Durazno, donde está cubierta por basaltos. Es una falla normal que pone en contacto a la Unidad 4 del Albiano Superior con la Unidad 5 del Turoniano. Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 300 m.

Falla El Malpasito.- Se ubica en la parte sur del área, en donde tiene un rumbo aproximado SE-NW-35° y una inclinación hacia el SW. Aflora desde la cabecera del Arroyo La Tórtola en el sureste, hasta el Arroyo Las Minas en el noroeste. Es una falla normal que pone en contacto a la Unidad 1 del Neocomiano-Aptiano Superior con la Unidad 3 del Albiano Medio. Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 600 m.

Falla El Alamo.- Se localiza en la parte sur de la hoja, donde tiene un rumbo aproximado SE-NW-45° y una inclinación mayor de 50° hacia el SW. Aflora desde el Arroyo El Tres en el sureste, hasta la cabecera del Arroyo El Nogalito en el noroeste. Es una falla normal que pone en contacto a rocas del Turoniano (Unidad 5) con rocas del Albiano Medio (Unidad 3). Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 1.5 km.

Falla El Orégano.- Se localiza en la parte suroccidental de la hoja, donde tiene un

rumbo aproximado SE-NW-45° y una inclinación mayor de 45° hacia el SW. Aflora desde el Arroyo La Mocha en el sureste, hasta el Rancho Las Adjuntas en el noroeste, en donde está cubierta por ignimbritas. Es una falla normal que pone en contacto a la Unidad 3 del Albiano Medio con la Unidad 1 del Neocomiano-Aptiano Superior. Se le calcula un desplazamiento neto mínimo de 1 km.

De lo anteriormente expuesto, se concluye que durante la etapa comprensiva de la Orogenia Laramide, la región fue afectada por un intenso fallamiento inverso; al cesar esta etapa, se manifestó un evento distensivo que originó el fallamiento de tipo normal que se encuentra en la zona.

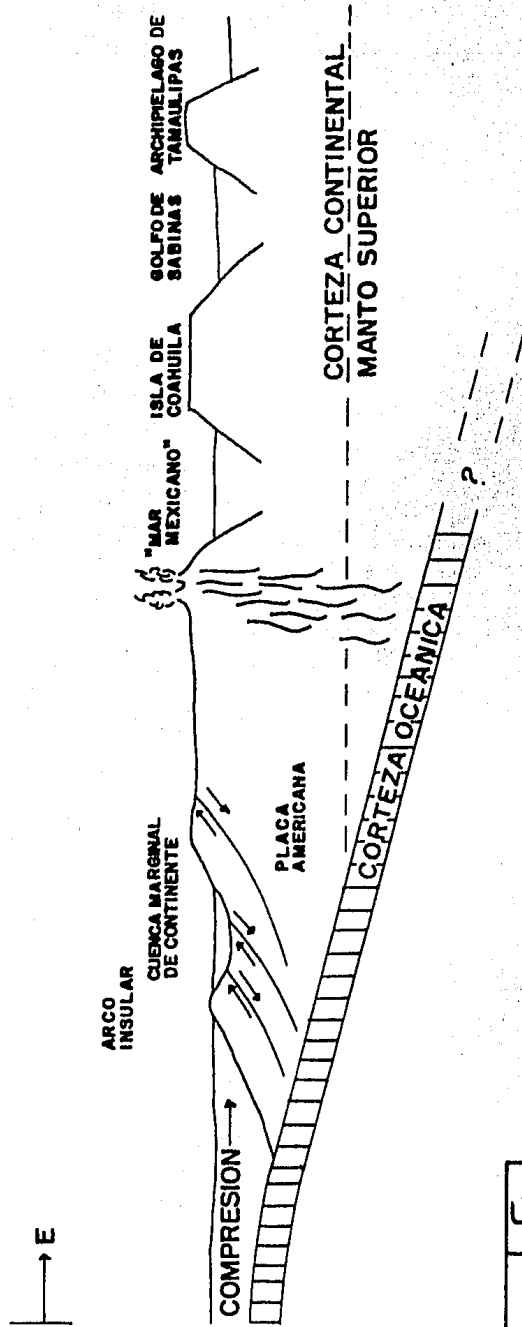
VI.- EVOLUCION TECTONICA

VI.1.- Historia Sedimentaria

La historia sedimentaria de la región tiene una relación directa con la paleogeografía del noreste de México (Figuras 5 y 6). Dicha paleogeografía, es el resultado de una tectónica vertical de fallamiento en bloques (tafrogenia) originada por la apertura del Golfo de México la que se inició durante el Triásico Tardío, cuando la placa de Norteamérica empezó a desplazarse hacia el occidente separándose de las placas de África y América del Sur que todavía unidas, derivaban hacia el oriente. Esta separación ocasionó la formación de horsts y grabens, los que controlaron la sedimentación a partir del Jurásico Tardío.

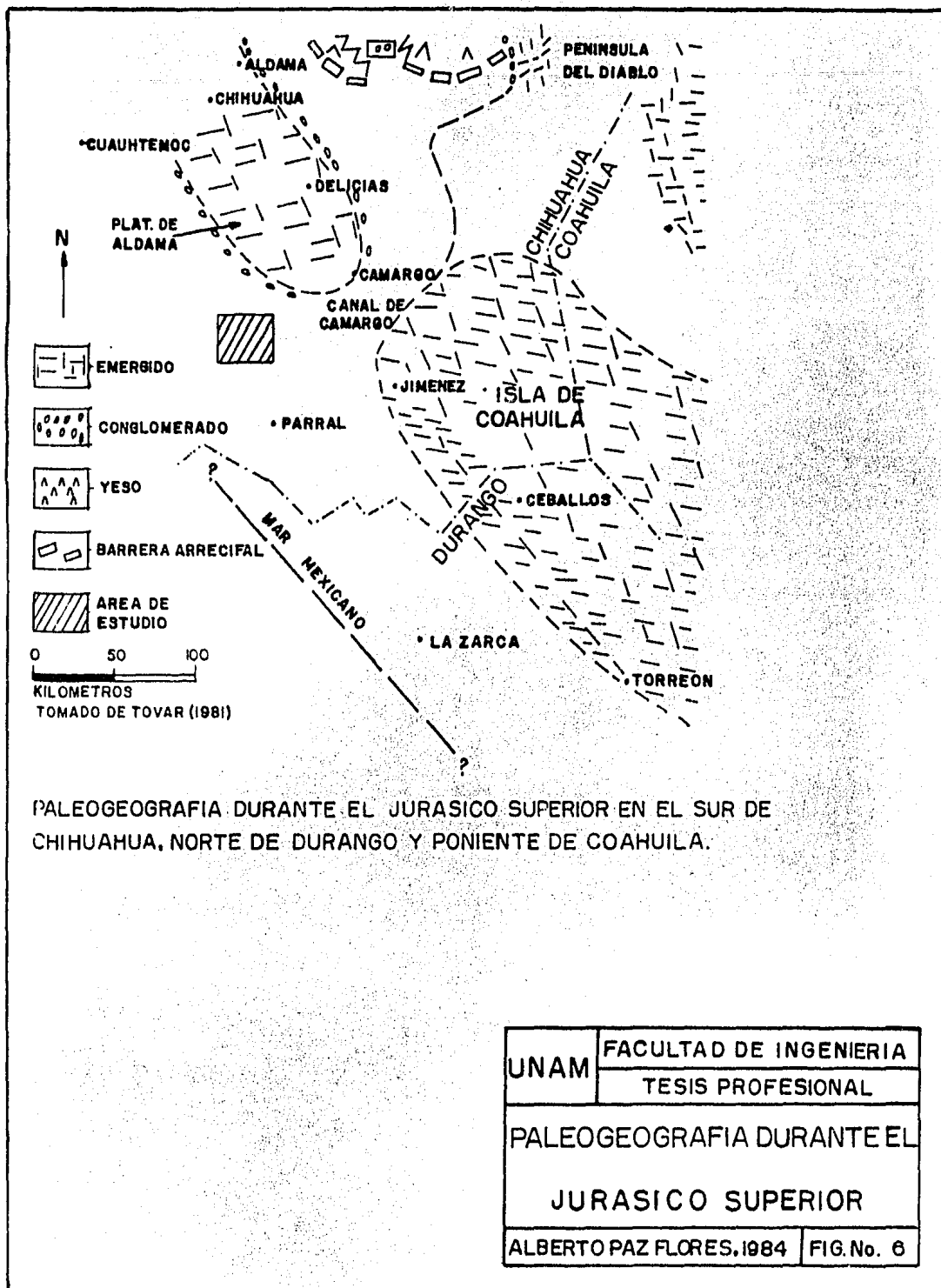
En el Jurásico Tardío se inicia una transgresión en el norte y noreste de México; los mares empiezan a cubrir parte de las cuencas existentes (Golfo de Sabinas, Mar Mexicano y Cuenca de Chihuahua). Hacia el oriente, fuera del área del presente estudio, se deposita una secuencia de carbonatos sobre una amplia plataforma (Formación Zuloaga), mientras que en los bordes de los elementos positivos (Isla de Coahuila, Isla de la Mula y Archipiélago de Tamaulipas) se depositan terrígenos costeros (Formación La Gloria).

En el Neocomiano, los mares siguen avanzando hacia el noroeste. En el área, se deposita en un ambiente de aguas profundas la Unidad 1 del Grupo Mezcalera; en esta parte la cuenca era alimentada de sedimentos por corrientes de turbidez o por el material transportado por los cañones submarinos; los terrígenos pro-



ESQUEMA TECTONICO QUE MUESTRA EL MAR MEXICANO Y LA PALEO GEOGRAFIA PARA EL JURASICO SUPERIOR.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
ESQUEMA TECTONICO DURANTE EL JURASICO SUPERIOR	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 5



PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL JURASICO SUPERIOR EN EL SUR DE CHIHUAHUA, NORTE DE DURANGO Y PONIENTE DE COAHUILA.

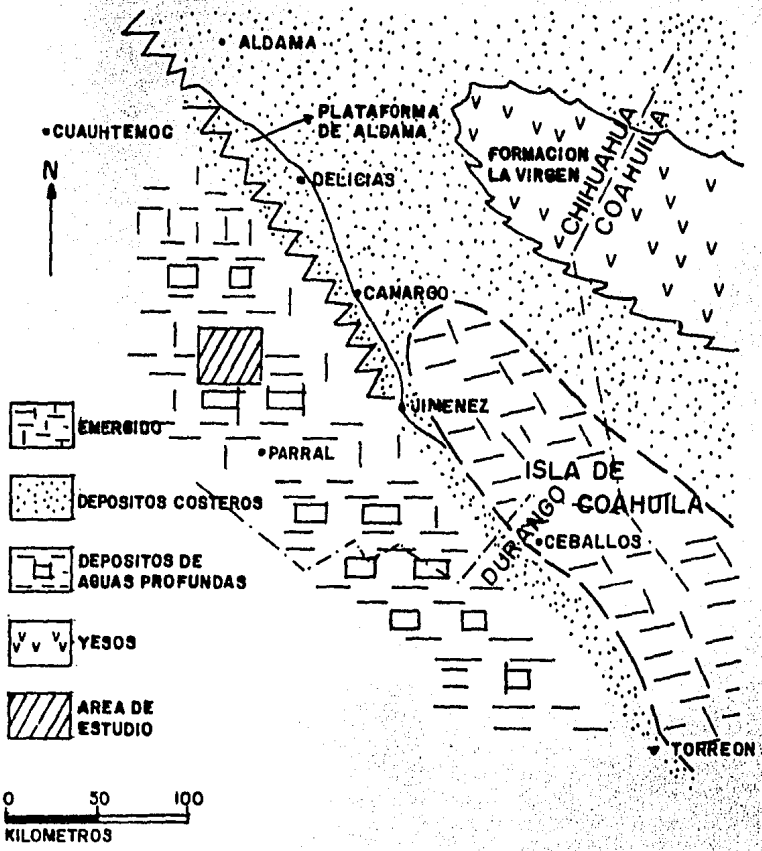
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL	
JURASICO SUPERIOR	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 6

venían inicialmente de un arco volcánico de margen continental que posiblemente se encontraba en el occidente. Hacia el oriente cambia la litología a una secuencia rítmica de terrígenos y carbonatos con un espesor de 628 m en la Sierra de San Lorenzo (Egeocisa 1979). Según Egeocisa (op. cit.) estos sedimentos fueron depositados en un ambiente de plataforma somera, con terrígenos provenientes de la Isla de Coahuila, que en sus bordes presenta areniscas (Arcosa San Marcos). Hacia el noroeste, en el área de Satevó, se presenta la Formación Cupido compuesta por wackstone de estratificación media, depositada en un ambiente de plataforma abierta (Figura 7).

En el Aptiano Temprano, continúa depositándose la Unidad 1, mientras que hacia el oriente, se depositan sobre una extensa plataforma las calizas de la Formación Cupido, al mismo tiempo sobre los bordes de la Península de Coahuila se depositan terrígenos costeros (areniscas de la Formación Patula).

En el Aptiano Tardío, se depositó la parte superior de la Unidad 1, en tanto que hacia Satevó y al oriente, se efectuó una sedimentación de mar abierto de alcance más regional, que se toma como un horizonte índice, compuesto por una secuencia no mayor de 100 m de calizas arcillosas fosilíferas y lutitas (Formación La Peña), cuya sedimentación podría estar relacionada a un evento volcánico situado al occidente. En el borde occidental de la Península de Coahuila, que casi ha sido cubierta por los mares, se deposita una secuencia arenosa y conglomerática (Formación Las Uvas) (Figura 8).

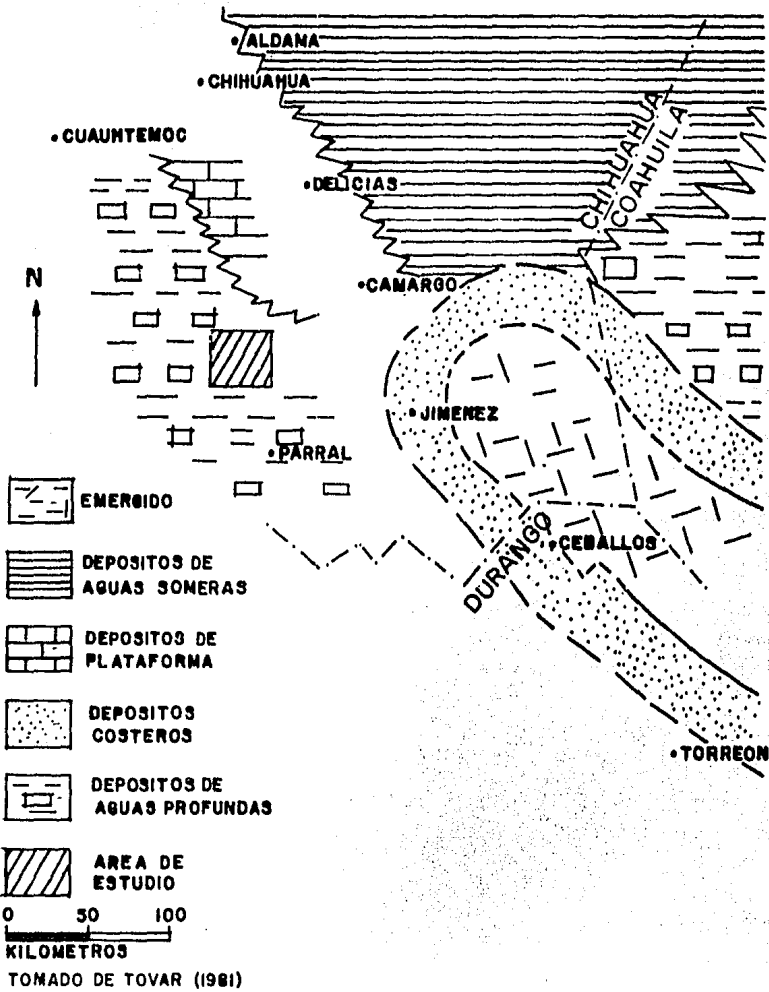
La transgresión continúa en el Albiano Temprano, en la zona de estudio



TOMADO DE TOVAR (1981)

PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL NEOCOMIANO EN EL SUR DE CHIHUAHUA,
NORTE DE DURANGO Y PONIENTE DE COHAUILA.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PALEOGEOGRAFIA DURANTE	
EL NEOCOMIANO	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 7



PALEOGEOGRAFIA DEL APTIANO INFERIOR EN EL SUR DE CHIHUAHUA,
NORTE DE DURANGO Y PONIENTE DE COAHUILA.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL	
APTIANO INFERIOR	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 8

se deposita la Unidad 2. Esta sedimentación se efectuó en un ambiente de aguas profundas. Hacia el oriente en la Sierra de San Felipe se presentan también depósitos de aguas profundas (Formación Aurora de Cuenca), mientras que en los bordes de la península se desarrollan cuerpos arrecifales (Formación Aurora Arrecifal), que impide la circulación de las aguas sobre la ya cubierta Isla de Coahuila y origina el depósito de las facies lagunares de la Formación Acatita.

En el área de Satevó, la Formación Aurora representa el depósito para esta edad, a través de calizas que por sus características litológicas y fósiles, sugieren un ambiente de plataforma.

En el Albiano Medio, se deposita la Unidad 3. Esta sedimentación se realizó en un ambiente de aguas profundas, posiblemente frente al talud continental, con aporte de terrígenos por corrientes de turbidez provenientes del talud continental situado hacia el occidente; para este tiempo, el arco volcánico que se infiere al occidente, continúa influyendo en la sedimentación; como lo sugieren los fragmentos de rocas volcánicas en las areniscas. Hacia el límite nororiental de la hoja, en la Sierra la Mezcalera, aflora un cuerpo de calizas de estratificación gruesa con abundancia de miliólidos y bivalvos que representa un ambiente de plataforma somera, lo que sugiere una zona cercana al límite de un elemento positivo (posible Isla de Coahuila).

Las rocas aflorantes al oriente y norte corresponden a depósitos de plataforma somera; en la Sierra del Pajarito aflora un cuerpo de rocas con predominio de calizas fosilíferas, depositadas en un ambiente de plataforma somera (Unidades I, II y III identificadas por Franco (1978)). Este cuerpo tiene semejanza

litológica y faunística con la porción superior de la Caliza Aurora que aflora en la Sierra de la Chaconeña, para la cual se estableció un ambiente de sedimentación somera (Márquez, comunicación personal) correspondiente posiblemente a un paleo-horst. Con respecto a la parte oriental, en lo que se conoce como el Mar Mexicano, continuó el depósito de la Formación "Aurora de Cuenca" (Sierra de San Felipe), en tanto que sobre los bordes de la Isla de Coahuila ya cubierta, continúan desarrollándose los cuerpos arrecifales (Aurora Arrecifal), lo que impidió la circulación de las aguas y ocasionó que continuara el depósito en facies lagunal de la Formación Acatita.

Durante el Albiano Superior-Cenomaniano Inferior se deposita la unidad 4. Este depósito se realiza en un ambiente de aguas profundas, con terrígenos provenientes del talud continental por corrientes de turbidez; para este tiempo, continúa la influencia del arco volcánico inferido al occidente. Hacia el noreste en la Sierra del Pajarito y Savonarola la sedimentación cambia a facies nerítica de plataforma; se deposita una secuencia de 60 m de lutitas (Unidad IV de Franco (1978)). En el área de Satevó (Sierra Vapor-Retama) aflora también un cuerpo de lutitas con algunos estratos de caliza arcillosa, conocida informalmente como Formación Benevides.

En el Albiano Tardío, en tanto que en el área de Zaragoza sigue el depósito de la Unidad 4, en las Sierras del Pajarito y Savonarola se depositan calizas con facies de plataforma muy somera (Unidad V de Franco (1978)), lo que sugiere un levantamiento por movimientos verticales o el inicio de una regresión -

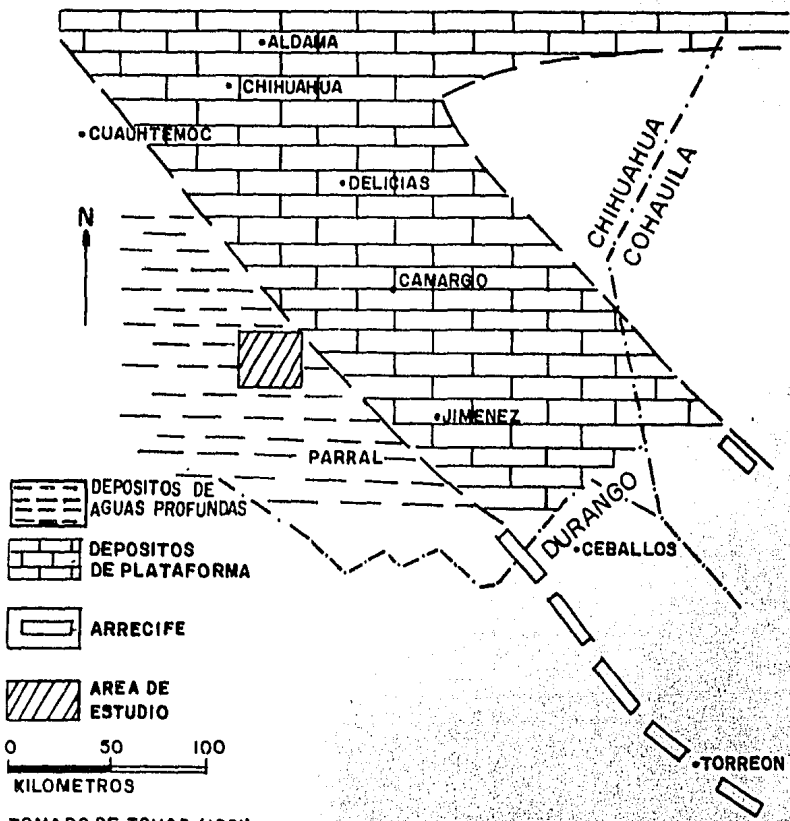
marina. En la Sierra de la Cieneguilla se encuentra una secuencia de calizas depositadas en aguas someras, conocidas informalmente como Formación Loma de Plata. Hacia el oriente continúa el depósito de la Formación Aurora en facies de plataforma, sobre la Isla de Coahuila.

En el Cenomaniano Inferior, continúa el depósito de la Unidad 4 del Grupo Mezcalera, mientras que hacia el noreste en la Sierra del Pajarito se deposita un cuerpo de lutitas en un ambiente nerítico y encima un cuerpo de calizas depositadas en un ambiente de alta energía con aguas agitadas (unidades VI y VII de Franco (1978) (Figura 9).

Durante el Cenomaniano Tardío-Turoniano se deposita en un ambiente de aguas profundas la unidad 5 del Grupo Mezcalera. Mientras que hacia el oriente sobre la Isla de Coahuila se depositan una secuencia de lutitas y calizas en un ambiente de plataforma abierta (Formación Indidura). Al mismo tiempo en la Sierra del Pajarito se realiza el depósito en un ambiente nerítico de un cuerpo de lutitas y calizas (Unidad VIII de Franco (1978)).

En el área de estudio no afloran rocas del Coniaciano-Santoniano, mientras que hacia el oriente, sobre la Isla de Coahuila, Isla de la Mula y Golfo de Sabinas se realizó el depósito de calizas de aguas someras (Grupo Austin) y al sur de Torreón se depositó una secuencia de areniscas y lutitas (Formación Caracol).

En el Campaniano y hasta el Maestrichtiano se deposita en la parte nor-oriental de la zona de estudio una secuencia de areniscas y lutitas que corresponden a facies costeras (Formación San Carlos); mientras que hacia el oriente, en el



TOMADO DE TOVAR (1981)

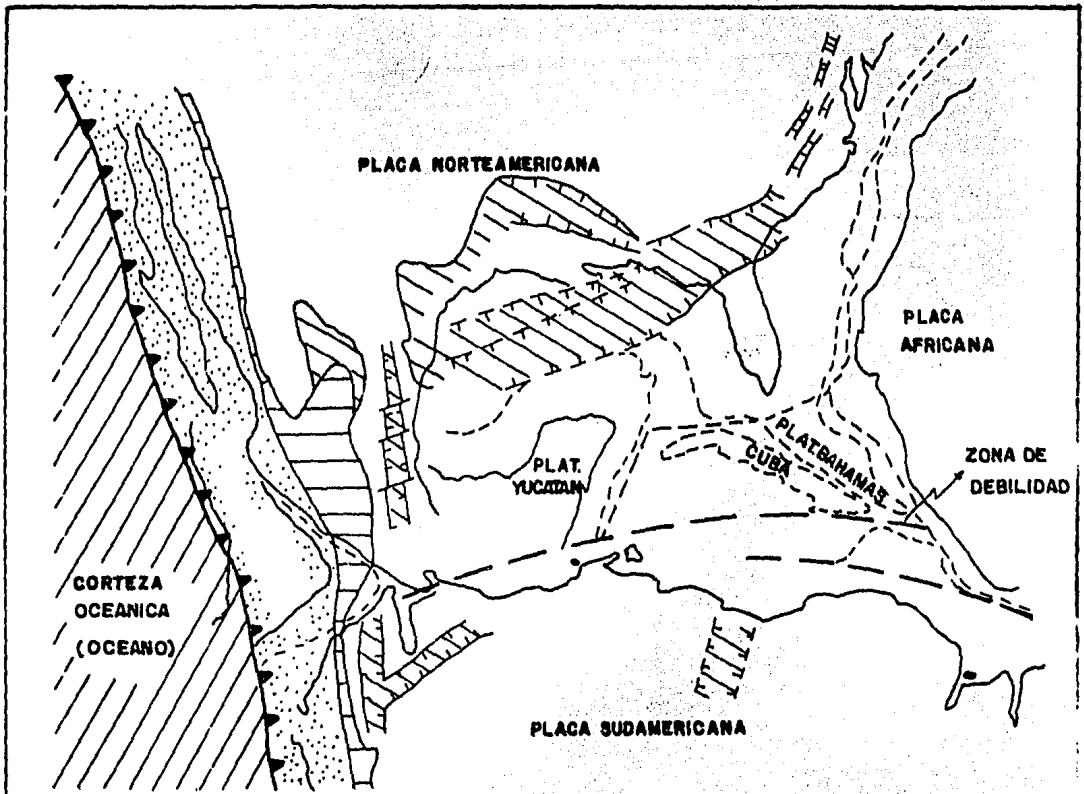
PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL ALBIANO-CENOMANIANO EN EL SUR DE CHIHUAHUA, NORTE DE DURANGO Y PONIENTE DE COAHUILA.






UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL	
ALBIANO-CENOMANIANO	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG.No. 9


área de Torreón, se realiza el depósito de clásticos parecidos a los anteriormente descritos y que pertenecen al Grupo Difunta.

VI.2.- Tectónica Global

La idea de que los continentes varían sus posiciones relativas, se remonta al siglo XVII. Fue en 1858 cuando A. Sinder elaboró un mapa que mostraba el ajuste de los continentes entre sí. Medio siglo después, el meteorólogo alemán A. Wegener (1912) publicó argumentos más convincentes para su época, en apoyo a la idea inicial de la fragmentación de un supercontinente primitivo al que llamó Pangaea. Estudios más recientes (Salvador y Green 1980, Pindell y Dewey 1982) apoyan la idea de que la separación de las masas continentales se inició hace - 200 m.a (Triásico Superior), con la formación de las placas Norteamericana, Sudamericana y Africana y el desplazamiento hacia el occidente de la placa Norteamericana en relación con las placas Sudamericana y Africana, ocasionando así la apertura del Golfo de México y posteriormente el Océano Atlántico (Figura 10). Esto originó esfuerzos de tensión, que en el norte y noreste de México se manifiesta en una tectónica de tipo vertical, cuyos efectos causaron el desarrollo de horsts (Isla de Coahuila, Isla de la Mula, Península de Aldama y Archipiélago de Tamaulipas) y grabens (Golfo de Sabinas, Cuenca de Chihuahua y Mar Mexicano), elementos que controlaron después el patrón sedimentario Mesozoico y la deformación Laramídica del Terciario Inferior.



-  AREAS EMERGIDAS
-  DEPOSITOS CONTINENTALES
-  DEPOSITOS MARINOS
-  CORTEZA OCEANICA
-  EUGEOSINCLINAL, CINTURON VOLCANICO

-  ZONA DE SUBDUCCION
-  GRABENS

TOMADO DE SALVADOR Y GREEN (1980)

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
MODELO TECTONICO PARA NORTEAMERICA DURANTE EL JURASICO SUPERIOR	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984	FIG. No. 10

VI.3.- Tectónica Local

De acuerdo a los rasgos estructurales observados en el área y la información obtenida de los últimos estudios de tectónica regional, principalmente de aquellos enfocados a conocer la continuidad del Cinturón Orogénico Cordillerano hacia México (Drewes 1978), así como también de aquellos otros enfocados al conocimiento de un arco magmático y de su evolución en la porción occidental de México, se puede establecer que el área de estudio queda ubicada en el Mar Mexicano, limitada hacia el poniente por un conjunto de islas volcánicas de margen continental, relacionadas a la subducción de la placa del Pacífico por debajo de la placa Norteamericana y que según las ideas de la tectónica clásica, el área quedaría ubicada en la zona miogeosinclinal de un modelo ortogeosinclinal, quedando la zona geoanticlinal en el área que forma hoy en día la Sierra Madre Occidental y la eugeosinclinal estaría representada por las rocas volcanoclásticas aflorantes al oeste de dicha sierra en los Estados de Sonora, Sinaloa y Baja California (Clark 1980).

Asimismo, el área de estudio quedaría ubicada al occidente del frente estructural que delimita la Isla de Coahuila (Figura 11).

Sobre la sedimentación mesozoica de tipo miogeosinclinal que se desarrolló en el área, se manifiesta, a partir del Paleoceno Tardío y hasta el Eoceno, una tectónica de compresión que se conoce como fase compresiva Laramídica, la cual afectó gran parte de México y Estados Unidos. Dicha tectónica es el re-



0 100 200
KILOMETROS

MODIFICADO DE PADILLA Y S., (1982)

PALEOGEOGRAFIA DURANTE EL JURASICO SUPERIOR EN EL NORTE DE MEXICO.

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
PALEOGRAFIA DURANTE EL JURASICO SUPERIOR EN EL NORTE DE MEXICO	
ALBERTO PAZ FLORES, 1984 FIG. No. II	

sultado de un cambio en el ángulo de subducción de la Placa Farallón y un basculamiento del extremo sur de la Placa Norteamericana hacia el oriente (Padilla y Sánchez, 1982). Esto ocasionó que los sedimentos marinos Cretácicos se deslizaran y plegaran contra el elemento positivo (Isla de Coahuila) y originaran un intenso plegamiento, con anticlinales y sinclinales muy cerrados y en ocasiones recumbentes, que por sus pequeñas dimensiones no son mapeables a la escala del presente trabajo.

En la parte nororiental del área (Sierra de La Mezcalera) se nota claramente un contraste estructural y estratigráfico entre las rocas aflorantes al SW y las expuestas al NE. El contraste es definido por la secuencia de sedimentos de cuenca (Grupo Mezcalera) que cabalga sobre sedimentos de borde de plataforma (Formación Aurora); las que a su vez cabalgan a las formaciones del Cretácico Superior, depositadas sobre el límite occidental de la Isla de Coahuila. Como apoyo a esta consideración, se puede establecer que el Grupo Mezcalera alcanza edades que la sitúan desde el Neocomiano Inferior (Hauteriviano) al Turoniano, donde predominan los terrígenos sobre los carbonatos (depositados en aguas profundas), en contraste con los depósitos realizados en la parte nororiental del área y lugares adyacentes situados al norte y noreste (Sierra La Chaconeña, Sierra de Savonarola y Sierra El Pajarito), en donde la sedimentación se realizó en un ambiente de aguas someras.

Hacia el norponiente se han reportado secuencias similares al Grupo Mezcalera, como las observadas en Guainopita y al W de Chihuahua, en donde se ob-

serva una sección de calizas cretácicas y lutitas con andesitas intercaladas que pertenecen al Albiano. En Urique, situada también al W de Chihuahua, aflora una sección compuesta por conglomerados, areniscas y lutitas del Cretácico Inferior (Burrows, 1949, p. 84*, que De Cserna (1970 p. 99) incluye en la franja eu-geosinclinal de principios del Cretácico al Cenomaniano. Flores (1980) considera que durante el desarrollo de la Orogenia Laramide, una serie de esfuerzos compresionales dieron como resultado tres franjas morfotectónicas diferenciables; la primera o franja oriental que se caracteriza por una tectónica suave con sedimentación de plataforma; la segunda o franja central que se distingue por pliegues angostos, recostados, con fallamiento inverso e inclinación hacia el NE, y la tercera o franja occidental (en donde se ubica el área del presente estudio) que se caracteriza por una secuencia basal "tipo flysh" del Paleozoico y sedimentos predominantemente terrígenos del Mesozoico, formando pliegues disarmónicos con fallamiento inverso y algunos sobrecorrimientos hacia el NE.

El límite entre la franja central y occidental descrita en el párrafo anterior, se puede establecer en la Sierra La Mezcalera, en donde la franja central se ubicaría al noreste y estaría representada por las Sierras de Naica, El Pajarito y por los afloramientos del Cretácico Superior que afloran en la esquina nororiental del área de estudio, donde se presentan pliegues cerrados con vergencia hacia el noreste, los que contrastan con las estructuras aflorantes al sur de la Sierra La

* En De Cserna (1971).

Mezcalera, donde se ubica el área y que fueron descritas con anterioridad.

Se puede concluir que el Grupo Mezcalera, por sobrecorrimiento o por deslizamiento gravitacional, se ha incrustado sobre la franja morfotectónica central donde predominan las facies carbonatadas del Cretácico Inferior.

En el Terciario Medio cesan los esfuerzos compresionales, debido a que la placa en subducción empieza a adquirir su posición original, ocasionando un período distensivo que en el área de estudio se manifiesta en un sistema de fallas normales con planos inclinados al suroeste.

En el Mioceno, se manifiesta un evento volcánico, asociado a la subducción de la Placa Farallón, el cual originó las ignimbritas presentes en el área, y posiblemente a las tobas, e ignimbritas de la Sierra Madre Occidental.

En el Oligoceno Tardío (30 m.a.) la cresta del Pacífico Oriental alcanza a la zona de subducción de la margen occidental de Norteamérica (Atwater, 1970). Esto ocasionó la formación de juntas triples unidades por un sistema de fallas transformantes (Wilson, 1965) en Guzman (1980), que las aleja una de la otra.

Este sistema de transformación se formó debido a que la dirección del movimiento de la Placa del Pacífico precluye su subducción y favorece un deslizamiento lateral.

Al terminar la subducción de la corteza oceánica, la astenósfera tiende a equilibrar el espacio ocupado anteriormente por la placa en subducción, causando en la corteza continental un "arqueamiento" que genera en la superficie un ré-

gimen tensional (Guzmán, 1980) y ocasiona en el Mioceno Tardío fallamiento en bloques, que dan origen a la provincia fisiográfica de Sierras y Cuencas Paralelas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- _____ Las 15 unidades en las que anteriormente estaba dividido el Grupo Mezcalera se reducen a 5, con el objeto de simplificar la interpretación estructural de la zona.
- _____ La edad del Grupo Mezcalera se determinó con base a los resultados de los estudios micropaleontológicos realizados, que lo sitúan del Neocomiano (Hauteriviano) hasta el Turoniano.
- _____ La tendencia general del tren estructural tiene una dirección NW-SE.
- _____ Se corroboró que en la Sierra La Mezcalera, existe un sobrecorrimiento de la Formación Aurora sobre la Formación San Carlos del Cretácico Superior.
- _____ Casi todas las fallas presentes en la zona estudiada fueron inferidas con la ayuda de las determinaciones micropaleontológicas y litológicas.
- _____ La sedimentación del Grupo Mezcalera, se realizó en una cuenca intracratónica con una ligera influencia de vulcanismo proveniente del occidente.

Recomendaciones

Para el área de este trabajo se recomienda efectuar estudios detallados de la estratigrafía, apoyados con determinaciones micropaleontológicas, ya que si bien para el desarrollo de este estudio se colectaron abundantes muestras, se estima que no fueron suficientes debido a que la clave del problema está en la estratigrafía.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los Ings. Lorenzo Torres Izábal y Armando Reyes Lagos, las facilidades que me brindaron en la elaboración de la presente tesis. Igualmente mi sincero agradecimiento al Dr. Ricardo Padilla y Sánchez por el asesoramiento que me brindó como Director del presente trabajo. Asimismo manifiesto mi gratitud a los Dres. Luis Silva y Jaime Barceló y a los Ings. Miguel Vera y Miguel Salas, por las observaciones realizadas. Al Ing. Miguel Butrón por su valiosa ayuda.

Quiero mencionar especialmente al Ing. Benjamín Márquez Castañeda, por sus valiosos consejos.

REFERENCIAS CITADAS

- Alvarez, M., 1969, *Geología, Paleogeografía y Tectónica de México: (Publicación Privada)*, p. 63-134.
- Atwater, T., 1970, Implications of Plate Tectonics for the Cenozoic Tectonic Evolution of Western North America: *Geological Society of America Bulletin*, v. 81, n. 2, p. 3513-3536.
- Cameron, L. Kennet, Cameron, Maryellen, Bagby, C. William, 1980, Petrologic Characteristics of mid-Tertiary Volcanic Suites, Chihuahua, Mexico: *Geology*, v. 8, p. 87-91.
- Cserna, De Zoltan, 1970, Mesozoic Sedimentation, Magmatic Activity and Deformation in Northern Mexico: Univ. Nal. Auton. Mexico, Instituto de Geología, p. 99-113.
- Córdova, A. Diego, Wengerd, A. S., Shomaker, J., 1969, Guidebook of the Border Region: New Mexico Geological Society, p. 61-67.
- Córdova, A. Diego, 1970, Mesozoic Stratigraphy of Northeastern Chihuahua, Mexico: Univ. Nal. Auton. México, Instituto de Geología, p. 91-95.
- Córdova, A. Diego, Rodríguez, T. Rafael, Guerrero, G. José, 1970, Mesozoic Stratigraphy of the Northern Portion of the Chihuahua Trough: Univ. Nal. Auton. Mexico, Instituto de Geología, p. 83-96.
- Drewes, H., 1978, The Cordilleran Orogenic Belt Between Nevada and Chihuahua: *Geological Society of America Bulletin*, v. 89, no. 5, p. 641-656.

- Flawn, T. Peter and Diaz, G. Teodoro, 1959, Problems of Paleozoic Tectonics in North-Central and Northeastern Mexico: AAPG, v. 43, p. 224-230.
- Flores, R., 1980, Proyecto C-1124 del IMP (Inédito), p. 1-25.
- Franco-Rubio, M., 1978, Estratigrafía del Albiano-Cenomaniano en la Región de Naica, Chihuahua y su relación con los Yacimientos de Plomo y Zinc: Univ. Nal. Auton. México, Revista del Instituto de Geología, v. 2, n. 2, p. 1-62.
- Fyspsa, 1979, Geología Superficial de Semidetalle, Prospecto Lago Toronto: PEMEX (Inédito), p. 1-50.
- Fyspsa, 1980, Geología Superficial de Semidetalle, Prospecto Allende: PEMEX (Inédito), p. 1-40.
- González, G. R., 1976, Bosquejo Geológico de la zona noreste en: III Simposium de Geología del Subsuelo, Zona Noreste, PEMEX, p. 5-28.
- Guzmán, E. A., 1980, Geología Cenozoica del Noroeste de Sonora Incluyendo a su Mar Patrimonial: PEMEX (Inédito), p. 1-24.
- McDowell, W. Fred, Clabugh, E. Stephen, 1979, Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and Their Relation to the Tectonic History of Western Mexico: University of Texas at Austin.
- Ortlieb, L. and Roldan, J., 1981 Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona: Geological Society of America Bull. p. 369-425.

Padilla y Sánchez, R. J., 1982, Geologic Evolution of the Sierra Madre Oriental Between Linares, Concepcion Del Oro, Saltillo, and Monterrey, Mexico: The University of Texas at Austin, Tesis Doctoral, 217 p.

Pindell, J., and Dewey, J., 1982, Permo-Triassic Reconstruction of Western Pangea and the Evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean Region: Tectonics, v. 1, n. 2, p. 179-211.

Rangin, Claude y Córdova, A. D. Extensión de La Cuenca Cretácica Chihuahuense en Sonora Septentrional y sus Deformaciones: Univ. Nal. Auton. México, Revista del Instituto de Geología. (Inédito), p. 1-24.

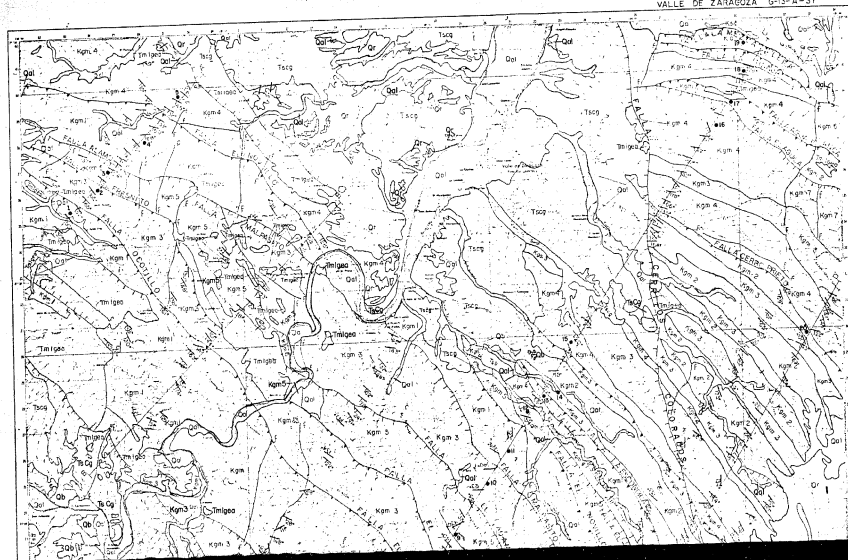
Salvador, A., and Green A., 1980, Opening of the Caribbean Tethys (Origin and development of the Caribbean and the Gulf of Mexico) in Geologie des chaines alpines issues de la Tethys; Aubouin, J., et al Coordinators: Fr., Bur. Rech. Geol. Minieres, Mem. 115, p. 224-229.

SGSA. 1980, Geología Superficial de Semidetalle, Prospecto Satevó: PEMEX (Inédito), p. 1-70.

Tovar, J. y Valencia, J., 1981, Anatomía del Mar Mexicano y su Potencial Petrolero: PEMEX (Inédito), p. 1-34.

Tuzo, W. J., 1975, La Movilidad de la Corteza Terrestre en "El Redescubrimiento de la Tierra": CONACYT, México, p. 141-148.

Zavala, M. J., 1979, Bosquejo Geológico y Geotécnico de las Provincias Fisiográficas de México: Univ. Nal. Auton. de México, Tesis Profesional, p. 1-39.



LITOLOGIA

- Qal ALUVION
- Or REGOLITAS
- Ob BASALTOS
- DISCORDANCIA
- Tasc CONGLOMERADO
- DISCORDANCIA
- Tmigea ROCA IGNEA EXTRUSIVA ACIDA
- DISCORDANCIA
- Ksc FORMACION SAN CARLOS
- Kgm 5 UNIDAD 5 DEL GRUPO MEZCALERA
- Kgm 4 UNIDAD 4 DEL GRUPO MEZCALERA
- Kgm 3 UNIDAD 3 DEL GRUPO MEZCALERA
- Ka FORMACION AURORA
- Kgm 2 UNIDAD 2 DEL GRUPO MEZCALERA
- Kgm 1 UNIDAD 1 DEL GRUPO MEZCALERA



CRETACICO

PERMIANO - TRIASICO
 JURASICO
 CRETACICO
 ALBIANO MIOG.
 TERTIARIO
 CUATERNARIO

TERCIARIO CUATERNARIO

SIMBOLOS GEOLOGICOS

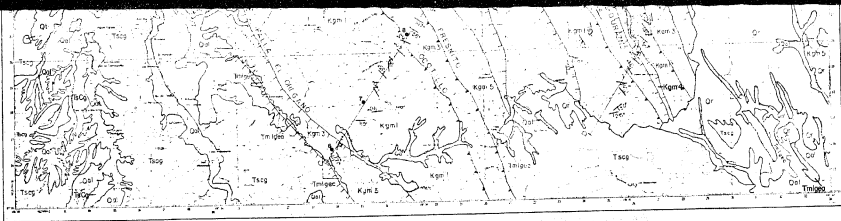
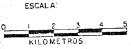










DIAGRAMA DE LOCALIZACION

G-13-A-26	G-13-A-27	G-13-A-28
G-13-A-36	G-13-A-37	G-13-A-38
G-13-A-46	G-13-A-47	G-13-A-48



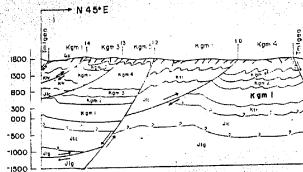
- ANTICLINAL 
- FALLA NORMAL 
- FALLA INVERSA 
- CONTACTO GEOLOGICO 
- FRACTURA 
- LINEA DE SECCION 
- MUESTRA CON DETERMINACION 

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

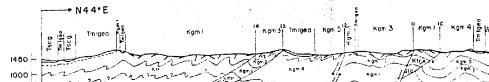
- POBLADO 
- RANCHERIA 
- CAMINO DE TERRACERIA 
- BRECHA 
- RIO 
- ARROYO 
- CURVA DE NIVEL 

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
MAPA GEOLOGICO Y LOCALIZACION DE SECCIONES	
ALBERTO PAZ FLORES 1984	

SECCION GEOLOGICA A-A'



SECCION GEOLOGICA B-B'

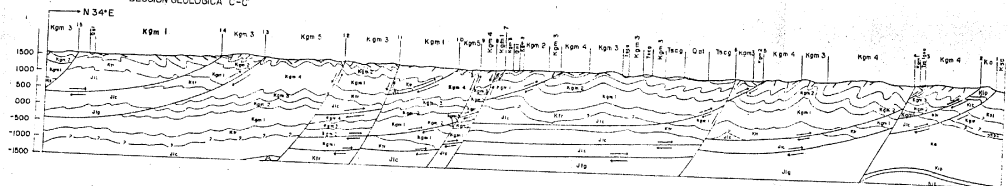


LISTA DE FALLAS

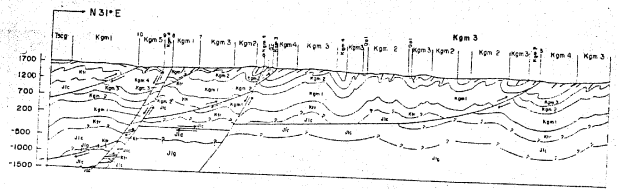
Nº	NOMBRE DE LA FALLA
1	FALLA LA MEZCALERA
2	FALLA LA TINAJA
3	FALLA AGUA BLANCA
4	FALLA EL AGUILA
5	FALLA CERRO PRIETO
6	FALLA CERRITOS COLORADOS
7	FALLA LA ESCONDIDA
8	FALLA MURILLÒ
9	FALLA EL DURAZNO
10	FALLA EL NOVILLO
11	FALLA MALPASITO
12	FALLA EL ALAMO
13	FALLA EL FRESNITO
14	FALLA EL OCOTILLO
15	FALLA EL OREGANO



SECCION GEOLOGICA C-C'



SECCION GEOLOGICA D-D'



ESCALA HORIZONTAL Y VERTICAL
 0 1 2 3 4 5
 KILOMETROS

UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
SECCIONES ESTRUCTURALES	
ALBERTO PAZ FLORES 1964	