

9



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Facultad de Ingeniería**

**Estudio Estratigráfico del Cretácico Inferior en  
el Area La Cadena, Estado de Durango**

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**INGENIERO GEOLOGO**

**p r e s e n t a :**

**MARIO HERNANDEZ GUZMAN**

---

México, D. F.

1981



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

TEXTO	Pág.
Resumen.....	1
I.- Introducción.....	2
II.- Métodos de trabajo.....	5
III.- Generalidades.....	8
a).- Localización del área.....	8
b).- Vías de comunicación.....	8
c).- Clima y vegetación.....	8
d).- Población y cultura.....	10
IV.- Fisiografía.....	12
a).- Provincia fisiográfica.....	12
b).- Geomorfología.....	13
c).- Hidrografía.....	14
V.- Geología General.....	16
a).- Marco geológico.....	16
b).- Estratigrafía regional.....	19
c).- Rocas ígneas.....	27
VI.- Estratigrafía del área estudiada.....	29
VII.- Facies y ambientes de depósito.....	48
a).- Facies sedimentarias.....	48
b).- Ambientes de depósito.....	53

TEXTO	Pág.
VIII.- Diagénesis.....	56
IX.- Estructuras.....	63
X.- Consideraciones paleogeográficas y Geología histórica.....	67
XI.- Geología económica.....	71
a).- Geología petrolera.....	71
b).- Geología minera.....	72
c).- Geohidrología.....	73
XII.- Conclusiones.....	75
XIII.- Referencias.....	77

FIGURAS	Entre Págs.
1.- Plano de localización.....	2 - 3
2.- Paleogeografía del Jurásico Tardío en el Nor te de México.....	16 - 17
3.- Tabla de correlación estratigráfica.....	20 - 21
4.- Sección estratigráfica AA'-Sierra de Bande-- ras.....	31 - 32
5.- Sierra el Mimbre, Dgo.....	32 - 33
6.- Sierra la Cadena, Dgo.....	33 - 34

FIGURAS

Entre Págs.

7.- Sierra de la Muerte, Dgo.....	42 - 43
8.- Sierra Descubridora, Dgo.....	45 - 46
9.- Columna estratigráfica de la Sierra Descubri dora, Dgo.....	45 - 46
10.- Fuentes y mecanismos en la formación de pe-- dernal.....	58 - 59

LAMINAS

I .....	13 - 14
II .....	48 - 49
III .....	48 - 49
IV .....	50 - 51
V .....	51 - 52
VI .....	52 - 53

## R E S U M E N

Se estudiaron las rocas sedimentarias del Cretácico Inferior que afloran en el "Area la Cadena", próxima a Mapimí, Dgo., con el objeto de afinar la estratigrafía de esa región y de verificar las condiciones en las cuales se depositaron.

Las unidades litoestratigráficas estudiadas en las Sierras de la Cadena, Descubridora, del Mimbres y de la Muerte, corresponden a las Formaciones Cupido, La Peña y Aurora, cuyos sedimentos fueron depositados en un mar epicontinental, sobre una plataforma, en ambientes con circulación tanto normal como semi-restringida, lo cual es discernible por el tipo de bio y litofacies identificadas en el área de trabajo.

Las condiciones que normaron el depósito de las rocas estudiadas, se derivaron de la gran transgresión marina, iniciada a fines del Jurásico Tardío y cuya culminación se alcanzó durante el Cretácico Temprano.

La Formación Cupido presenta facies de plataforma semi-restringida, mientras que las Formaciones La Peña y Aurora corresponden a depósitos de plataforma abierta en las localidades estudiadas.

Los horizontes de dolomías de las Formaciones Cupido y Aurora, son los niveles estratigráficos que presentan más porosidad intercrystalina y, en consecuencia mayor interés económico petrolero.

## I INTRODUCCION

La presente tesis utilizó datos de dos proyectos realizados por el Instituto Mexicano del Petróleo, en los cuales tomó parte el autor. Los objetivos principales de ambos proyectos - fueron los de establecer la columna estratigráfica, la correlación y distribución de lito y biofacies, y los ambientes de depósito de dichas rocas para el Albiano-Cenomaniano y el Neoceno en las áreas respectivas.

El presente estudio abarca en particular las principales sierras de un área de aproximadamente 1200 km<sup>2</sup> al NE del Estado de Durango y que corresponde a la hoja G13D13 "La Cadena" editada por DETENAL (Fig. 1).

Esta área ha sido mencionada en la literatura geológica, por varios autores desde fines del siglo pasado. Uno de los -- primeros trabajos sobre la geología regional del norte de México, fue realizado por Buelna, en 1897; "Itinerarios Geológicos; estados de Durango, Chihuahua, Sonora y Sinaloa" (in Pantoja, 1964).

Burckhardt, en 1910, estableció en la región de San Pedro del Gallo, Dgo., unidades bioestratigráficas para el Jurásico y Cretácico, en base a amonoideos, las cuales sirvieron de base a las actuales unidades bioestratigráficas del norte de México.

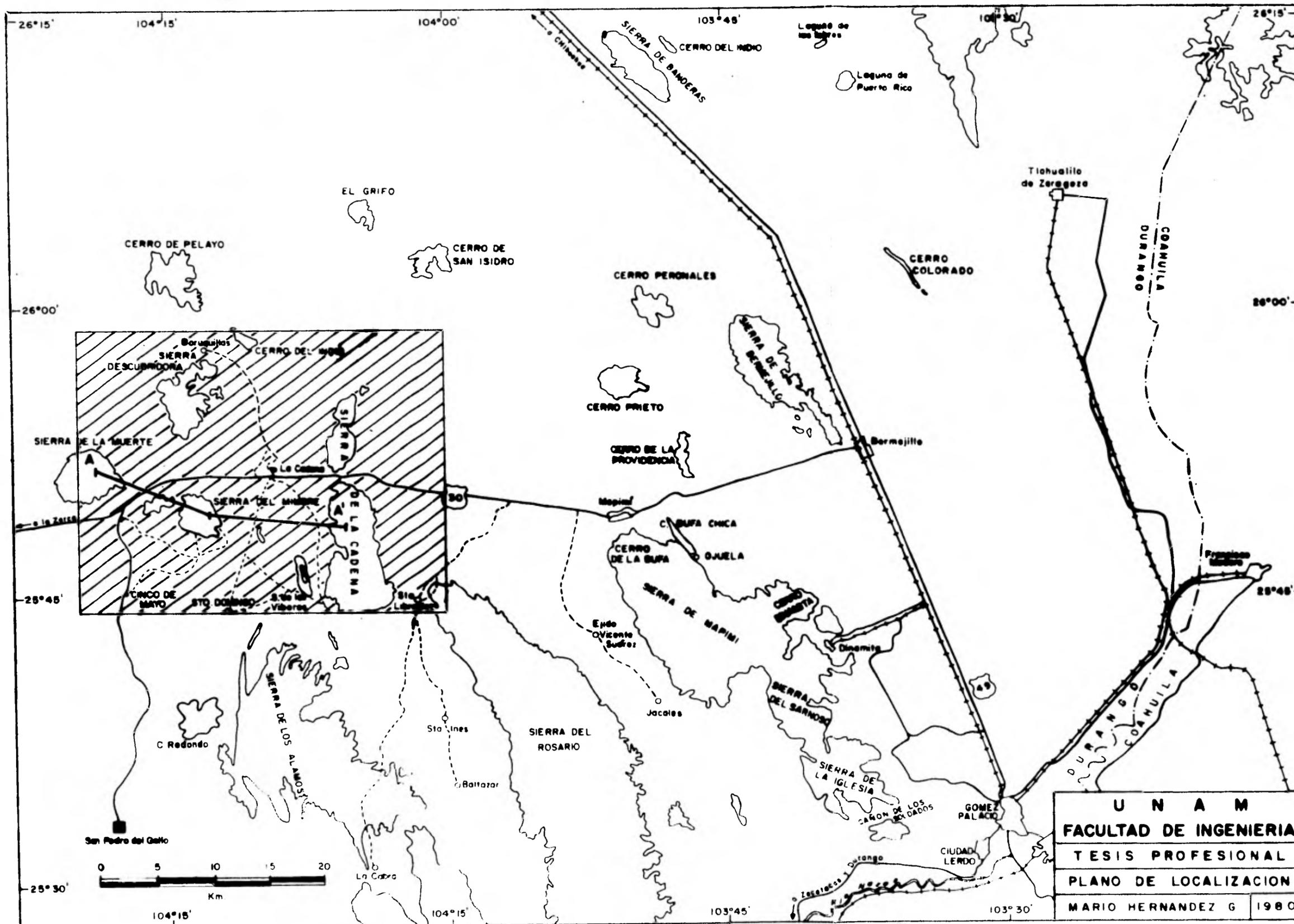


Fig. 1 Plano de localización

 área estudiada

Singewald, en 1936, estudió los fenómenos ígneos y la geología estructural de un área situada al norte y noreste de Mapi mi, Dgo.

Imlay, en 1940, describió una sección de las rocas cretácicas de las cercanías de San Pedro del Gallo, Dgo.

Pantoja, en 1964, realizó el estudio geológico de la "Hoja San Pedro del Gallo, Dgo.", editada por el Instituto de Geología de la UNAM, en donde queda comprendida el área del presente trabajo.

Garza, en 1971, y Valencia, en 1973, efectuaron estudios geológico-petroleros de semidetalle en un área de aproximadamente 2500 km<sup>2</sup>, incluyendo una parte del área del presente estudio, donde realizaron mediciones de columnas estratigráficas.

Eguiluz, en 1975, realizó un estudio fotogeológico de -- un área de aproximadamente 3000 km<sup>2</sup>, en donde incluyó las Sierras Descubridora y La Cadena que se estudiaron en el presente trabajo.

Se cuenta además con el libretto-guía de la VIII Excursión de Geología Superficial de Petróleos Mexicanos, realizada en -- 1977, en donde se analizaron modelos estructurales y su proba--

ble origen, a través de la ruta: Torreón-Mapimí-Monclova-Monterrey.

En la presente tesis se afina la estratigrafía previamente establecida y se proponen tentativamente modelos sedimentarios para el Cretácico Inferior.

El autor expresa su reconocimiento a la Subdirección de - Tecnología de Exploración del Instituto Mexicano del Petróleo - por las facilidades proporcionadas en el desarrollo de este trabajo; y al personal de la misma, que de una u otra forma contribuyeron a la realización de la presente tesis.

## II METODOS DE TRABAJO

La realización del presente trabajo se efectuó con los métodos usuales en un estudio estratigráfico detallado mediante trabajos de campo, laboratorio y gabinete.

Se recopilaron y consultaron informes y publicaciones de carácter geológico, tanto regionales como locales, que realizaron tanto autores mexicanos como extranjeros. Se obtuvo así, información sobre las características geológicas del área, las cuales se corroboraron o rectificaron durante el desarrollo del trabajo de campo y laboratorio.

Se realizó un estudio fotogeológico del área mediante el uso de fotografías aéreas verticales, de escala aproximada 1:50 000, utilizando un estereoscopio de espejos "WIMER". De esta forma se identificaron los rasgos litológicos, estructurales y geomorfológicos, así como las localidades más convenientes para realizar un reconocimiento de campo y posterior medición de las secciones estratigráficas, con sus respectivas vías de acceso. Se transportaron estos datos a la hoja topográfica G13D13 "La Cadena" de DETENAL para utilizarla como plano geológico base durante el trabajo de campo.

Posteriormente se realizó un reconocimiento general del -

área, durante el cual se identificaron las distintas unidades litológicas, se verificó y corrigió el plano base. A continuación se procedió a medir y muestrear las secciones en donde se presentaron las condiciones estratigráficas y estructurales más favorables.

Para la medición de las secciones se empleó cinta metálica y brújula Brunton, se muestreó aproximadamente cada diez metros, se describió cada horizonte muestreado, analizando las distintas unidades litológicas y observando sus variaciones laterales y verticales.

Las muestras colectadas se estudiaron tanto megascópicamente como microscópicamente. Se obtuvieron algunas secciones pulidas que se estudiaron con el microscopio estereoscópico. Mediante el microscopio petrográfico se estudiaron las láminas delgadas de cada muestra obtenida durante el trabajo de campo.

La clasificación petrográfica de las muestras se hizo en base a los criterios propuestos por Dunham en 1962. Analizando la litología, las estructuras primarias y fósiles asociados, se determinaron las facies sedimentarias y se infirieron los ambientes de depósito.

Se elaboraron columnas estratigráficas, y una vez calcula

dos los espesores medidos, con estas columnas se construyó una sección estratigráfica. La etapa final consistió en la integración e interpretación de todos los datos recabados.

### III GENERALIDADES

#### a).- Localización del área.

Se denominó "Area La Cadena" al área comprendida entre los paralelos  $25^{\circ}45'$  y  $26^{\circ}00'$  de latitud norte y entre los meridianos  $104^{\circ}20'$  y  $104^{\circ}00'$  de longitud oeste, ubicada en el norte de la República Mexicana, en el noreste del estado de Durango (Fig. 1).

#### b).- Vías de comunicación.

El área en estudio está bien comunicada por vía terrestre, siendo la carretera federal No. 30 la principal vía de acceso, ya que cruza el área de este a oeste en su parte central. Dicha carretera une los poblados de Bermejillo, Dgo. y la Zarca, Dgo., iniciándose a la altura del km 42 de la carretera federal No.49, que une las ciudades de Torreón, Coah. con Chihuahua, Chih.

El acceso a las sierras es facilitado por caminos de terracería transitables en la mayor parte del año y que entroncan con la carretera federal No. 30, dentro del área en estudio.

#### c).- Clima y vegetación.

En base a estudios realizados por el Instituto de Geogra

fía de la UNAM, sobre la climatología de la República Mexicana, se pueden establecer según la clasificación climática de Köppen (modificada para adaptarla a las condiciones particulares del país), las características climáticas en el área de estudio mediante la expresión: BShw (W) (e), que significa: clima seco o estepario con un cociente de P/T menos que 22.9 (P: precipitación anual, T: temperatura media anual), semi-cálida con invierno fresco, temperatura media anual entre 18°C y 22°C; con un régimen de lluvias en verano, y un porcentaje de lluvia en invierno menor del 5% del total anual, que es de 400 mm aproximadamente.

La oscilación anual de las temperaturas medias mensuales varía entre 5°C y 7°C, siendo la temperatura media anual de 20°C.

La vegetación está representada en su mayor parte por matorrales de los tipos desérticos Rosetófilo (hojas en forma de roseta) y Micrófilo (de hojas pequeñas), dichos matorrales pueden ser espinosos, inermes (desprovistos de espinas) o subinermes. Dentro de la flora característica del área en estudio se pueden mencionar entre las variedades más comunes las siguientes:

Nombre específico	Nombre común	Altura promedio de la planta (cm)
<u>Acacia berlandieri</u>	Guajillo	110
<u>Acacia vernicosa</u>	Vara prieta	110
<u>Agave lechuguilla</u>	Lechuguilla	35
<u>Dasylirion leiophyllum</u>	Sotol	120
<u>Euphorbia antisiphilitica</u>	Candelilla	25
<u>Fouquieria splendens</u>	Ocotillo	350
<u>Larrea tridentata</u>	Gobernadora	45
<u>Mimosa sp.</u>	Gatuño	110
<u>Opuntia rufida</u>	Nopal cegador	110
<u>Parthenium argentatum</u>	Guayule	50
<u>Rosopis glandulosa</u>	Mezquite	140
<u>Yucca treculeana</u>	Palma	95

d).- Población y cultura.

La densidad de población es de 2 habitantes por km<sup>2</sup> - - -  
aproximadamente, habita en caseríos, de los cuales el más impor-  
tante es el denominado La Cadena, ubicado en el centro del - -  
área; cuenta con 200 habitantes aproximadamente, se abastece de  
agua mediante un pozo, cuenta con cementerio y una escuela - -  
que proporciona enseñanza hasta el tercer año de primaria. Los  
demás caseríos difícilmente reúnen los 350 habitantes en conjun

to.

La ciudad más cercana al área, es Mapimí, Dgo., está sobre el km 24 de la carretera federal No. 30, cuenta con 10,000 habitantes aproximadamente, es el lugar donde efectúan las operaciones comerciales los habitantes del área en estudio; esporádicamente acuden con este fin a las ciudades de Gómez Palacio, Dgo. o a Torreón, Coah. Mapimí cuenta con agua potable, centro de salud, rastro, cementerio, escuelas primarias y secundarias, centro religioso, museo histórico, corriente eléctrica, correo, telégrafo y señal de televisión; no tiene drenaje.

La economía de la región está basada principalmente en la agricultura, los principales cultivos son de maíz, frijol y sorgo, los cuales son de temporal en su mayoría. La ganadería resulta importante siendo el ganado caprino el que más se explota y en menor escala el vacuno. La minería es una actividad de regular importancia en la región, ya que actualmente se explota en forma de gambusinaje, lo que en los años de fines del siglo pasado y principios del presente tuviera gran auge, explotándose principalmente plomo, cobre y zinc.

#### IV FISIOGRAFIA

##### a).- Provincia fisiográfica.

Ordoñez (1936) describió por primera vez la fisiografía de la República Mexicana y posteriormente Humphrey y Díaz (1956) y Raisz (1959) clasificaron con más detalle la fisiografía del país, quedando ubicada el área en estudio en lo que denominaron como provincia de Cuencas y Sierras, que es la continuación meridional de la "Basin and Range Province" del suroeste de los Estados Unidos de América, que se caracteriza por numerosas estructuras individuales orientadas NW-SE generalmente y separadas por bolsones, que muy a menudo corresponden a graben. La mayoría de estos bolsones, según Dunbar y Rodgers (1957), son cuencas endorreicas que durante la estación de lluvias se ven cubiertas por lagunas someras, las cuales al desecarse dejan una extensa planicie de arcilla y limo, en ocasiones se deposita también yeso u otras sales que se precipitan al evaporarse el agua. Esta planicie es lo que se conoce en inglés con el nombre de "playa".

El espesor del material de relleno de los bolsones llega a ser hasta de más de 2000 metros, como se evidenció en el pozo Ceballos No. 1, perforado por Petróleos Mexicano en la proximi-

dad de Jiménez en el sur del estado de Chihuahua. Las elevaciones topográficas alcanzan hasta los 800 metros sobre el nivel del área.

b).- Geomorfología.

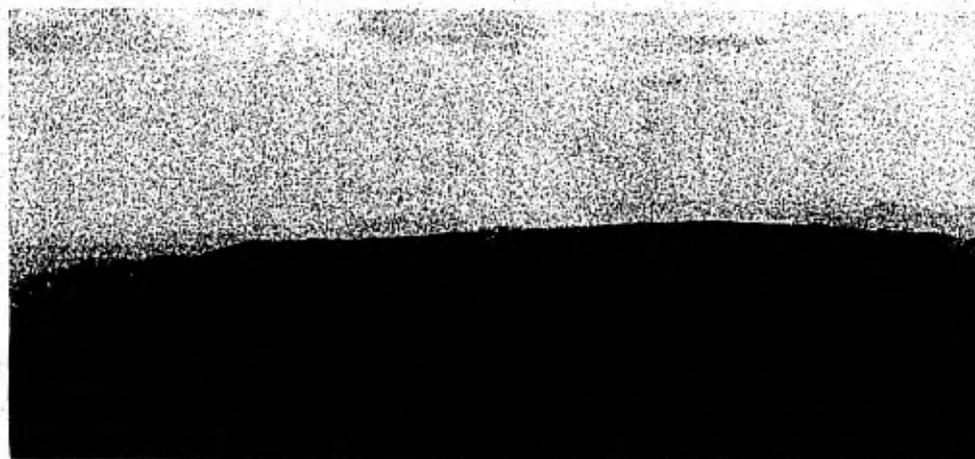
El área en estudio se localiza geomorfológicamente en lo que Robles (in Tamayo, 1965) denominó Altiplanicie Septentrional. Según dicho autor esta región se caracteriza por una sucesión de llanuras sinuosas con elevación creciente de N a S y un relieve maduro. Las llanuras frecuentemente están enclavadas entre sierras aisladas largas y angostas que no forman un sistema definido, pero que están orientadas NNW a SSE.

La mayor parte de la columna estratigráfica del área está constituida por rocas resistentes al intemperismo y las formas topográficas son reflejo de la litología y estructuras geológicas, además del clima del área. Las elevaciones principales sobre el nivel base del terreno corresponden a las Sierras de la Muerte (800 m), La Cadena (750 m), Descubridora (600 m) y Mimbres (450 m) (Lám. I). Estas sierras llegan a tener impresionantes escarpes derivados de fallas, principalmente inversas. Además de estos escarpes, el relieve topográfico es producto de la erosión diferencial que se aprecia en el área, en donde se obser

LAMINA I



1



2



3

van lomerios constituidos por sedimentos terrigenos del Cretácico Superior o bien por conglomerados del Terciario. Existen -- además rocas ígneas intrusivas y extrusivas también del Terciario (Singewald, 1936).

En cuanto a la dinámica geomorfológica se puede observar que el relieve formado por los procesos endógenos (movimientos tectónicos y vulcanismo), ha sido afectado y modelado por los -- procesos exógenos (denudación y acumulación). Las formas actuales son aun representativas de las originales; podemos interpretar por medio de éstas las estructuras creadas a partir de movimientos diastróficos. Las formas acumulativas actuales corresponden a depósitos de talud, abanicos aluviales y a depósitos lacustres.

c).- Hidrografía.

El área de estudio pertenece a la cuenca hidrográfica del Bolsón de Mapimí. Corrientes efímeras, que sólo captan el escurrimiento superficial, constituyen la hidrografía del área, estas corrientes llegan a ser de gran capacidad y competencia durante el período de lluvias, constituyéndose en el principal -- agente erosivo. Estas son generalmente consecuentes, debido -- a que sus cursos siguen la pendiente del terreno, y presentan --

un drenaje de tipo concéntrico principalmente. Aun cuando las corrientes que se forman llegan a ser potentes, no han labrado causes profundos, sino sistemas de cárcavas únicamente.

## V GEOLOGIA GENERAL

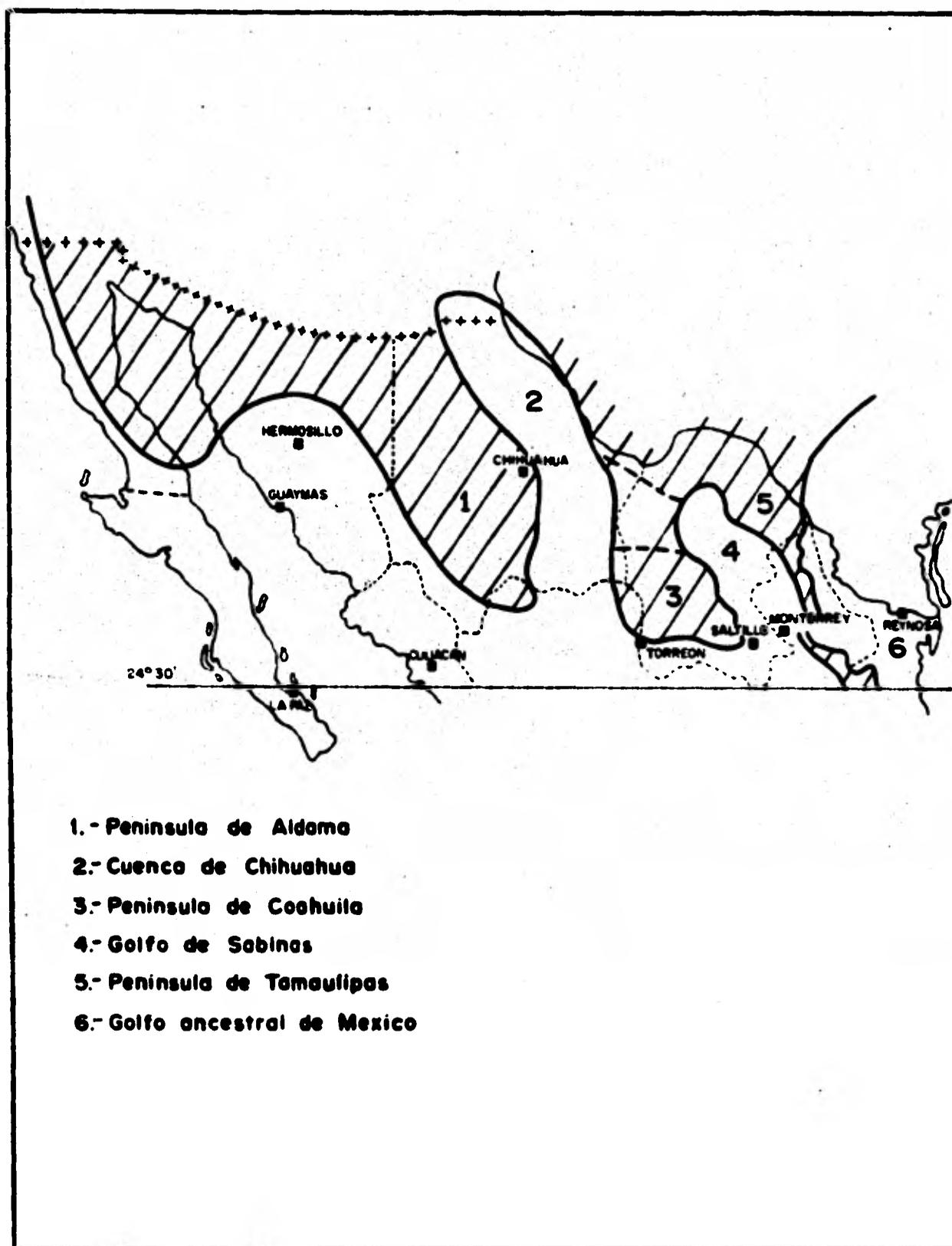
### a).- Marco geológico.

En el Norte de México, la sedimentación y tectogénesis de las rocas Mesozoicas estuvo afectado por la presencia de elementos preexistentes. Estos elementos paleotectónicos se han definido para el Jurásico tardío, época en la cual se inicia una -- gran transgresión marina; y son, según González (1976), los siguientes (Fig. 2): 1.- La península de Aldama, 2.- La Cuenca de Chihuahua, 3.- La Península de Coahuila, 4.- El Golfo de Sabinas y 5.- La Península de Tamaulipas.

Por considerar que para el área de estudio no tuvieron influencia los dos últimos elementos mencionados, no se describirán.

1.- La Península de Aldama: Anteriormente se conocía como Plataforma de Aldama, pero por ser una saliente emergida unida al continente, se ha considerado como una península, la cual separaba a la Cuenca de Chihuahua de un mar situado al occidente (área de Hermosillo-Guaymas, Son.) (Fig. 2).

Las evidencias por las que se postula este elemento positivo son la ausencia de rocas jurásicas en las localidades de -



- 1.- Peninsula de Aldama
- 2.- Cuenca de Chihuahua
- 3.- Peninsula de Coahuila
- 4.- Golfo de Sabinas
- 5.- Peninsula de Tamaulipas
- 6.- Golfo ancestral de México

Fig. - 2 Paleogeografía del Jurásico Tardío en el Norte de México (Tomado de González, 1976)

las sierras del Cuervo, de Texas y Palomas en el Estado de Chihuahua y de Big Hatchet en los Estados Unidos, así como datos de los pozos Espia No. 1 y Ascensión No. 1, perforados por Petróleos Mexicanos, en donde rocas del Neocomiano y Aptiano sobreyacen discordantemente a calizas y/o rocas clásticas del Pérmico.

2.- Cuenca de Chihuahua: Es la continuación hacia el noroeste de lo que Humphrey y Díaz (1956) consideraron como Geosinclinal o Mar Mexicano y que, posteriormente, De Ford (1969) denominó "Chihuahua Trough". Está limitada al occidente por la Península de Aldama, al noroeste, norte y noreste por el borde emergido del continente, y al sureste por la Península de Coahuila.

Las evidencias estratigráficas conocidas permiten inferir que esta cuenca estuvo invadida por el mar a partir del Kimeridgiano temprano, el cual se caracteriza por areniscas y lutitas, que representan la fase transgresiva de un corto ciclo sedimentario marino, que se desarrolló sobre un antiguo continente, -- constituido este último por rocas de origen marino, cuya edad pérmica es, en algunas áreas, aún dudosa (cf. Bridges, 1961; To var, 1964; Wilson et al, 1969). Sobre los sedimentos arcillo-are

nosos, se desarrolló la fase de inundación y subsidencia, caracterizada por un potente espesor de sedimentos de cuenca, donde predominan las lutitas de edad titoniana (Cantú, 1976).

Es muy probable que la transgresión marina se iniciara -- con un periodo de evaporación en la parte nororiental de la -- cuenca como lo evidencian las evaporitas reportadas en los pozos Cuchillo Parado No. 1 y 2 y en el pozo Hueso No. 1, a las -- que se les asigna una edad del Jurásico tardío (González, 1976).

La porción oriental de esta cuenca, se caracteriza por -- una serie de pliegues recumbentes asociados a fallamiento inverso hacia el NE; mientras que en la porción occidental parecen -- predominar las estructuras recumbentes y fallamiento inverso hacia el oeste, en dirección de la Península de Aldama.

3.- Península de Coahuila (Humphrey y Díaz, 1956): Es -- un elemento positivo jurásico, constituido por un complejo de -- rocas sedimentarias y extrusivas paleozoicas, intrusionadas por granitos y granodioritas, que fue invadido por el mar a partir del Aptiano superior. Actualmente se tienen dudas sobre el carácter de península de este elemento; las cuales se aclararán -- con la perforación de pozos exploratorios por Petróleos Mexicanos, en áreas estratégicamente propuestas.

Tectónicamente, este elemento se caracteriza por estructuras anticlinales amplias y suaves, generalmente en forma dómica con presencia de fallas normales. Este plegamiento contrasta con el de la Sierra Madre Oriental y los de la cuenca de Chihuahua y del Golfo de Sabinas (Humphrey y Díaz, 1956), lo cual hace inferir que el basamento premesozoico sirvió de contrafuerte absorbiendo los esfuerzos de una orogenia generada a partir del Cretácico Superior, que deformó las rocas jurásicas y cretácicas del área.

En los bordes oriental y meridional de este elemento, las formaciones jurásicas se acufian y cambian lateralmente de facies; haciéndose predominantemente clásticas alrededor de la península.

La Península o Isla de Coahuila, al continuar la transgresión durante el Cretácico Temprano, fue cubierta parcialmente por el mar, quedando su parte meridional emergida; este elemento positivo normó las condiciones de depósito de las rocas sedimentarias estudiadas en el presente trabajo.

b).- Estratigrafía regional.

La columna estratigráfica regional está constituida por -

rocas mesozoicas y terciarias que fueron estudiadas, tanto en el área de estudio como en sus alrededores, por diversos autores, entre los que se cuentan: Imlay (1936), Burckhardt (1930), Pantoja (1964), Garza (1971), González (1976) y Eguiluz (1975 y 1976) entre otros. La tabla de correlación del área se representa en la figura 3.

#### Triásico-Jurásico.

Las rocas más antiguas corresponden a la Formación Nazas (Pantoja, 1964), constituida por una sección de lodolitas, limolitas y areniscas finas de color rojo a morado, en estratos medianos a gruesos con tobas y derrames ígneos de composición ríolítica y andesítica, interestratificados. La cima de esta unidad está marcada por una superficie de erosión, subyaciendo a la Formación La Gloria. En su localidad tipo no aflora su contacto inferior; se han observado lechos rojos, correlacionables con esta unidad, que descansan sobre metasedimentos paleozoicos. Su edad, según Pantoja (op cit.) es del Triásico tardío-Jurásico temprano a medio, de acuerdo a su posición estratigráfica y a su composición. Esta formación aflora en las cercanías del poblado Cinco de Mayo, a 4 km al SW de la Sierra del Mimbres (Fig. 1).

ERA	PERIODO	EDAD	HOJA SN. PEDRO DEL GALLO, DGO. 1	PROSPECTO BUEN DIA, DGO. 2	SIERRA DE LA MUERTE, DGO. 3	SIERRA DEL MIMBRE, DGO. 4	SIERRA DESCUBRIDORA, DGO. 5	SIERRA LA CADENA, DGO. 6	S. TLAHUALILO, y S. BANDERAS, DGO. 7		
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	SENONIANO	?	?	?	?	?	?		
			TURONIANO	FM. CARACOL	?	FM. INDIDURA	FM. INDIDURA	?	FM. INDIDURA	FM. INDIDURA	
			CENOMANIANO	?	FMS. INDIDURA-CARACOL-LUTITA PARRAS INDIFER.	?	?	?	?	?	
		INFERIOR	ALBIANO	SUP.	CALIZA CUESTA DEL CURA	CZ. CUESTA DEL CURA	?	?	FM. AURORA	?	FM. TREVIÑO
				MED.	?	"FM. AURORA" (FACIES DE PLATAFORMA)	?	?	?	?	?
				INF.	CALIZA AURORA		FM. AURORA	FM. AURORA	?	FM. AURORA	FM. ACATITA
		INFERIOR	APTIANO	SUP.	FM. LA PEÑA	FM. LA PEÑA	FM. LA PEÑA	FM. LA PEÑA	?	FM. LA PEÑA	FM. LAS UVAS
				INF.	FM. CUPIDO	FM. TAMPS. INFERIOR	FM. CUPIDO	FM. CUPIDO	?	FM. CUPIDO	
				BARREMIANO	?	?	?	?	?	?	
		INFERIOR	HAUTERIVIANO	?	?	?	?	?	?	?	
				VALANGINIANO	FM. TARAISES	FM. TARAISES					
				BERRIASIANO							
		SUPERIOR	PORTLANDIANO								
			KIMERIDGIANO	FM. LA CASITA	FM. LA CASITA						
			OXFORDIANO	FM. LA GLORIA	EQ. FM. LA GLORIA						
MEDIO	CALOVIANO		?	?							
	BATONIANO			FM. NAZAS							
	BAJOCIANO			?							
INFERIOR	LIASICO	?									
		FM. NAZAS									
TRIASICO	INF. MED. SUP.		?								

1.- Pantojo, 1962.  
2.- Egulúz, 1976.

3, 4, 5 y 6.- Presente estudio.  
7.- Columna compuesta según Garza, 1971; Cantú y Martínez, 1980.

 NO AFLORA

 HIATO

FIG.- 3 TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

**Jurásico Superior.**

Formación La Gloria (Imlay, 1936): Sobreyaciendo, mediante una discordancia angular, a las capas rojas de la Formación Nazas, se encuentra la Formación La Gloria, constituida de clastos infralitorales. Comprende estratos de arenisca de cuarzo y ortocuarcita moteada, con intercalaciones de lentes de caliza. Su miembro inferior está formado de un conglomerado basal con fragmentos de arenisca de cuarzo y ortocuarcita del tamaño de matatenas, que sobreyacen mediante una discordancia angular a los clastos de la Formación Nazas. Esta formación aflora en las cercanías de los poblados Cinco de Mayo y Santo Domingo (Fig. 1). Se le considera del Oxfordiano inferior por correlación y posición estratigráfica (Eguiluz, 1976).

Formación La Casita (Imlay, 1936): En su localidad tipo consiste de 60 m de lutita fisil de varios colores que varían del gris oscuro al negro, interestratificada con capas delgadas de caliza y arenisca amarillenta. En los alrededores del poblado Cinco de Mayo, esta formación consiste de lutita arenosa de color amarillo oscuro a negro; arenisca calcárea gris y negruzca; limolita calcárea, conglomerado con gránulos de cuarzo, y concreciones de caliza arenosa y de limolita calcárea.

El contacto superior de esta formación se sitúa debajo de las primeras capas delgadas de calcarenita de color gris claro que pertenecen a la Formación Taraises.

La edad de esta formación, además de su posición estratigráfica, está dada por los géneros de amonitas: Streblites sp., Phylloceras sp., Aspidoceras sp., Idoceras sp., y por algunos bivalvos del género Aucella sp. del Kimeridgiano, identificados por Burckhardt (1912). Humphrey (1949) asignó a esta unidad una edad del Oxfordiano tardío al Titoniano.

#### Cretácico Inferior.

Formación Taraises (Imlay, 1936): consiste de una secuencia calcárea y calcárea arcillosa, que sobreyace a la Formación La Caja o La Casita e infrayace a la Formación Cupido. Imlay la dividió en dos miembros: El inferior compuesto de capas gruesas de caliza gris interestratificada con areniscas, y el superior de caliza arcillosa gris, nodular, con amonitas en su base.

Eguiluz (1976), en el área de Buen Día, Dgo., encontró los amonoideos Olcostephanus sp., asociado con Taraisites sp., Bochianites sp. y Thurmanniceras sp., que dan un rango estrati-

gráfico que varía del Berriasiano al Hauteriviano inferior, - -  
siendo esta secuencia así correlacionable con las capas con - -  
Spiticeras sp. y con las capas que contienen Astieria sp., des--  
critos por Burckhardt (1930) en el área de San Pedro del Gallo,  
Dgo.

Formación Las Uvas (Humphrey y Díaz, 1956): Esta forma--  
ción, al igual que las Formaciones Acatita y Treviño (Garza, --  
1973), que se describen más adelante, no aflora en el área de - -  
estudio; sin embargo se estimó conveniente mencionarlas por su  
importancia en la paleogeografía regional.

Humphrey (1949) usó este término para definir unos sedimentos -  
clásticos de edad Aptiano tardío, que afloran en el área de De-  
licias-Acatita en el estado de Coahuila. Dichos estratos fue--  
ron referidos erróneamente por Kelly (1936) como la parte infe-  
rior de la Formación Cuchillo (Burrows, 1910). La localidad ti  
po designada por Kelly op. cit. se encuentra cerca del Rancho -  
Las Uvas, Coah.

Leyva (1971), en el área Tlahualilo-La Zarca, divide esta  
formación en dos miembros: el inferior formado de areniscas, -  
arenas conglomeráticas y conglomerados alternando con lutitas -  
arenosas; todo de color rojizo, con granos de cuarzo, bentonita

color verde y fragmentos de rocas ígneas de grano fino; todo es to compactado en una matriz areno-arcillosa. El segundo miembro se compone de arcillas y calizas arcillosas. Leyva (op. cit.) menciona una edad del Aptiano tardío, basado en amonoides.

En la Sierra de Tlahualilo la Formación Las Uvas descansa discordantemente sobre sedimentos de tipo flysch de edad pérmica, correspondientes a la Formación Sardinas (Leyva, op. cit.), la cual fue fechada por King (in Leyva, 1971) en base a fusulínidos (Parafusulina sp.) y amonoides del tipo Waagenoceras y Perrinites, de edad leonardiana (Pérmico temprano).

Formación Acatita (Humphrey y Díaz, 1956): Consiste en -- una unidad sedimentaria de facies lagunar del Albiano inferior y medio, que ocurre sobre un área considerable de la parte centromeridional de Coahuila y noreste de Durango. Consiste de -- una interestratificación de caliza, yeso, dolomía y anhidrita. Como localidad tipo, los autores designaron a la Sierra de Acatita en el estado de Coahuila, donde esta formación descansa -- con un miembro basal calcáreo potente, en forma de escarpe, sobre calizas impuras y clástos con rudistas referidos a la Formación Aurora. Según Garza (1973), en el área de Parras, Coah.,

está cubierta concordantemente por la Formación Treviño.

Formación Treviño (Garza, 1973): Garza propuso este término para una secuencia carbonatada que considera del Albiano superior, cuya localidad tipo se encuentra en la parte inferior del cañón del mismo nombre, en la porción nor-central de la Sierra de la Paila, Coah. En esa localidad, la formación consiste de una caliza con miliólidos de color gris en capas gruesas a muy gruesas, con restos biógenos en ciertos niveles, y parcialmente dolomitizada hacia la base de la formación. Según Garza (op. cit.) ésta descansa en forma concordante sobre dolomías de la Formación Acatita. Este autor la considera de edad Albiano tardío.

Las Formaciones Cupido, La Peña y Aurora, que constituyen la columna estratigráfica estudiada en el presente trabajo, son tratadas a detalle en el capítulo de estratigrafía del área estudiada.

Cretácico Superior.

Formación Indidura (Kelly, 1936): consiste de tres miembros con unos 30 m de espesor en total. El miembro inferior está constituido por capas de lutitas mal consolidadas con crista

les de selenita. Este miembro muestra la transición de calizas laminares a lutitas. El miembro intermedio se encuentra formado por intercalaciones de calizas arcillosas fracturadas de colores que varían de gris, rosa y rojo, calizas laminares y lutitas calcáreas con amonoides. El miembro superior se encuentra constituido por lutitas mal estratificadas con numerosas vetillas de selenita. En la Sierra del Toro, Chih., situada al NW del área de estudio, el autor encontró que esta formación contiene fósiles bien preservados, entre los cuales destaca Inoceramus labiatus de edad turoniana. Esta formación aflora de forma aislada en el área estudiada.

### Terciario.

Formación Ahuichila (Cserna, 1956): Comprende depósitos continentales que incluyen sedimentos conglomeráticos, arenosos, limosos, arcillosos, lacustres carbonatados y tobas. Estos depósitos fueron mencionados inicialmente por Kellum (1936) como conglomerados del Cretácico Superior o del Terciario. Actualmente se les considera terciarios debido a su posición estratigráfica, sobreyaciendo discordantemente a sedimentos del Cretácico Superior. La Formación Ahuichila aflora en algunas localidades del área estudiada.

c).- Rocas ígneas.

Rocas extrusivas.- Pantoja (1964) menciona que las rocas volcánicas, tanto en el área de estudio como en sus alrededores, no muestran una definida sucesión estratigráfica ni se pueden - correlacionar de un afloramiento a otro, por lo que las clasificó como rocas volcánicas no diferenciadas, estimándoles un espesor de 500 m aproximadamente y una edad terciaria.

De acuerdo a la hoja geológica "La Cadena" de DETENAL, -- que cubre el área de estudio, la composición de estas rocas es ácida; teniéndose intercalaciones de tobas riodacíticas a dacíticas, brechoides, líticas y arenosas, que cubren aproximadamente un 20% del área.

El autor de este trabajo mostro afloramientos de estas rocas en la parte oriental de la Sierra del Mimbre. Las muestras se estudiaron en el departamento de Petrografía del Instituto Mexicano del Petróleo, clasificándose como rocas andesíticas; de acuerdo a sus rasgos texturales se infiere que están -- afectadas por soluciones deutéricas y por fenómenos tectónicos locales (Mújica, Instituto Mexicano del Petróleo, comunicación personal).

Rocas intrusivas: Tanto en el área de estudio como en -- sus alrededores, existen cuerpos ígneos que intrusionan a las -- rocas sedimentarias en forma de diques, diquestratos, cuellos y troncos; se tienen desde pequeños diques de unos cuantos metros de espesor hasta troncos de casi dos kilómetros de diámetro, co-- mo los cartografiados por DETENAL y por el Instituto de Geolo-- gía (Hoja San Pedro del Gallo, Pantoja, 1964), en las Sierras -- Descubridora y del Mimbres.

Muestras de algunos diquestratos colectados por el autor en las Sierras de La Cadena y de la Muerte, fueron determinadas como "Microgranito" y "Pórfido andesítico" respectivamente. En general los cuerpos intrusivos antes mencionados, alteraron y -- metamorfizaron las rocas circundantes, de acuerdo con la compo-- sición original de las capas y de la intensidad de la acción me-- tasomática. Estos cuerpos afectan incluso sedimentos del Cretá-- cico Superior, por lo que se consideran post-mesozoicos.

Según Singewald (1936), existen tobas intercaladas en se-- dimentos de la Formación Ahuichila de edad terciaria en los al-- rededores de Mapimí, Dgo., lo que incluye al área del presente estudio; en base a esto, consideró que las rocas ígneas extrusi-- vas de la región, son del Terciario medio y que, junto con las rocas intrusivas, corresponden a un mismo período de actividad magmática.

## VI ESTRATIGRAFIA DEL AREA ESTUDIADA

### FORMACION CUPIDO

Definición: Imlay definió en 1936 como Caliza Cupido a una sección calcárea que descansa sobre la Formación Taraises y subyace a la Formación La Peña. Dicho autor fijó como localidad tipo la pared norte del cañón del Mimbres, en la porción media de la Sierra de Parras del estado de Coahuila, asignándole una edad del Hauteriviano superior al Barremiano. Esta formación fue modificada en 1949 por Humphrey, quien consideró que la parte inferior calcárea de la Formación La Peña (Imlay, 1936) corresponde a la Caliza Cupido y restringió el nombre de Formación La Peña al miembro superior calcáreo arcilloso caracterizado en su base por la presencia del amonoideo Dufrenoya justinae Hill; por lo tanto, la edad de la Formación Cupido abarca del Hauteriviano tardío al Aptiano temprano.

En 1956, Humphrey y Díaz redefinieron la Caliza Cupido incluyendo en ella todas las rocas carbonatadas que en la Sierra de Parras están situadas sobre la Formación Taraises o la Formación Capulín y bajo la Formación La Peña (restringida), comprendiendo así sedimentos de ambientes de cuenca, arrecife y plataforma.

En 1971, tanto García como Zwanzinger, en base a trabajos de geología superficial el primero y de geología superficial e interpretación regional el segundo, propusieron el empleo de -- los siguientes términos formacionales en función de sus ambientes de depósito: Formación Cupido (plataforma), Arrecife Cupido (bancos arrecifales) y Formación Tamaulipas Inferior (cuenca).

De acuerdo a esta proposición se establece claramente que el término Formación Cupido deberá emplearse para sedimentos de plataforma. En el área estudiada esta formación comprende depósitos de plataforma restringida.

Litología y espesor: Por fotogeología, la Formación Cupido -- puede confundirse con la Formación Aurora debido a la gran similitud geomórfica que presentan. Esta formación se caracteriza en el área de estudio por su estratificación generalmente gruesa a muy gruesa, es de color gris que intemperiza a gris oscuro o gris amarillento, presenta fracturamiento en bloques, líneas estilolíticas y fracturas rellenas de calcita, a menudo de color blanco lechoso. En algunas partes presenta nódulos ferruginosos y de pedernal negro, que intemperizan a café rojizo. - Esta formación contiene abundante macrofauna, en particular pe-

lecípodos.

En la Sierra de la Muerte la Formación Cupido presenta varias unidades litológicas, las cuales se describen de base a cima como sigue (Fig. 4).

UNIDAD 1: Grainstone de miliólidos, con foraminíferos -- bentónicos y conchas de ostrácodos; algunos fragmentos de moluscos y equinodermos. Se tienen horizontes de dolomía hacia su -- parte inferior.

Presenta estratificación gruesa, nódulos de pedernal, fracturas selladas por calcita y cuarzo autígeno diseminado. Se midieron 59 m.

UNIDAD 2: Wackestone-packstone de miliólidos, con frag--mentos de moluscos y de equinodermos, en partes contiene frag--mentos de algas y conchas de ostrácodos.

La estratificación es gruesa, contiene nódulos de peder--nal negro, líneas estilolíticas, fracturas selladas por calcita y cuarzo autígeno diseminado. Se midieron 70 m.

UNIDAD 3: Grainstone, en partes wackestone, de miliólidos

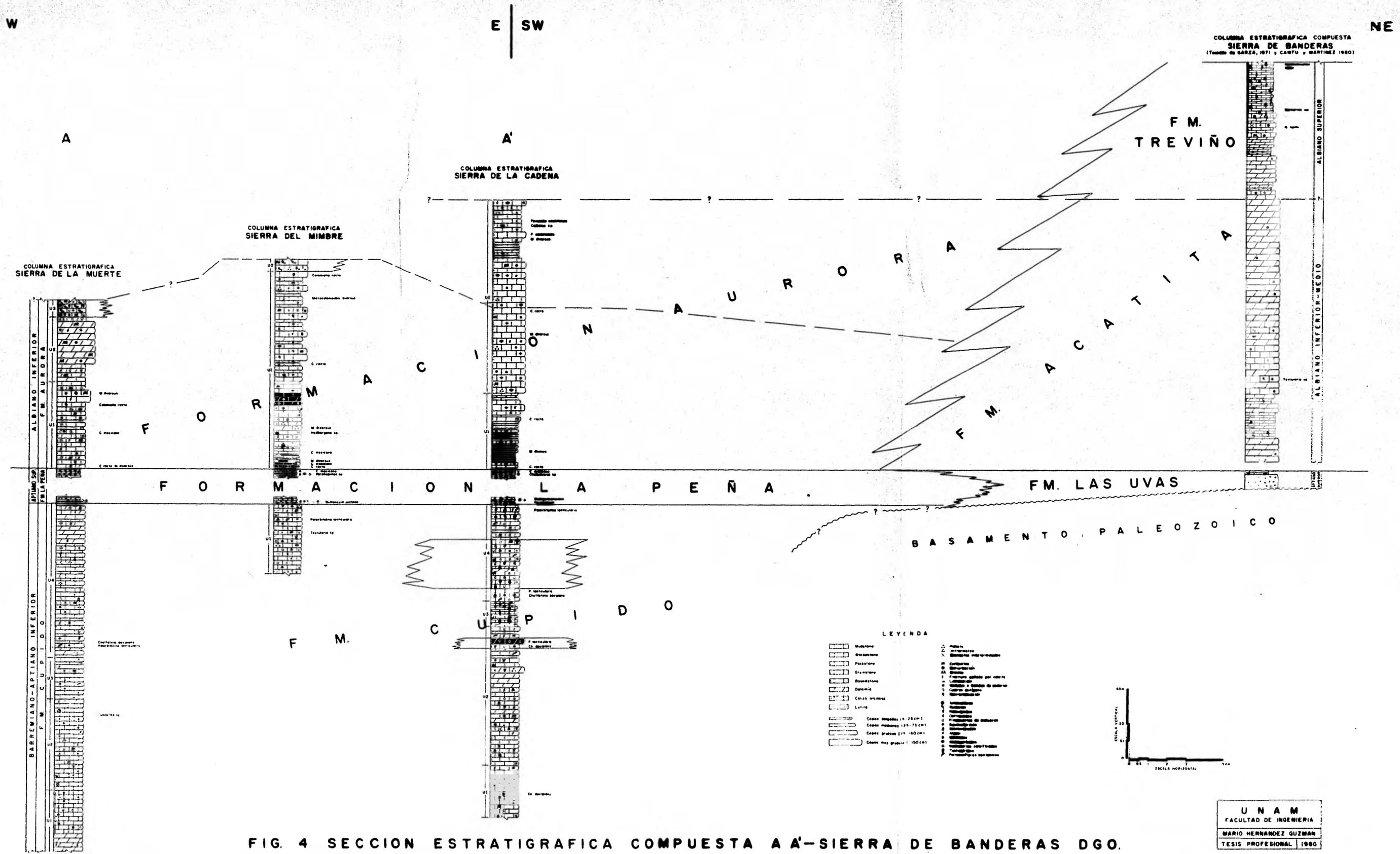


FIG. 4 SECCION ESTRATIGRAFICA COMPUESTA A A'-SIERRA DE BANDERAS DGO.

UNAM  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MARIO HERNANDEZ GUZMAN  
TESIS PROFESIONAL 1980

con algas, foraminíferos bentónicos, algunas espículas de equinodermos. Presenta horizontes de dolomía interestratificados.

La estratificación es gruesa; se observan fracturas selladas por calcita y líneas estilolíticas. Se midieron 45 m.

UNIDAD 4: Esta unidad está constituida por mudstone y wackestone con radiolarios, conchas de ostrácodos y algunos pelecípodos, en partes contiene fragmentos de algas. Presenta ejemplares de Palorbitolina lenticularis. Contiene horizontes de dolomía y mudstone dolomitizado intercalados.

La estratificación es gruesa, en partes mediana, presenta nódulos y bandas de pedernal negro, líneas estilolíticas y fracturas rellenas de calcita. Se midieron 125 m.

En la Sierra del Mimbre (Fig. 5 ), se distingue una unidad caracterizada por wackestone y, en menor proporción, por mudstone y grainstone de miliólidos; contiene gasterópodos, pelecípodos, algas, fragmentos de moluscos y de equinodermos, conchas de ostrácodos y textuláridos.

Esta secuencia es de estratificación gruesa, presenta líneas estilolíticas, cuarzo autígeno, fracturas rellenas de calci

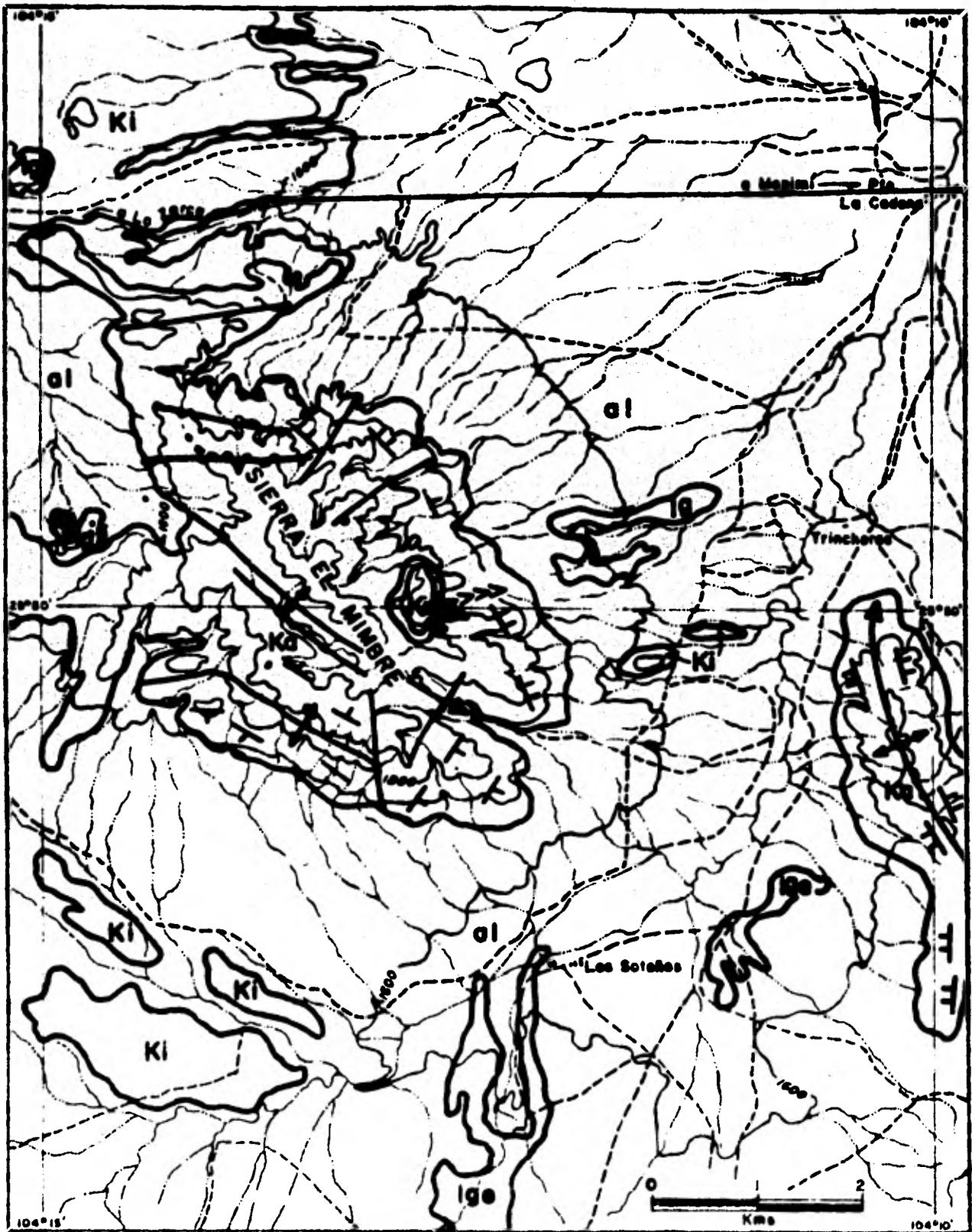


Fig.- 5 Sierra el Mimbres, Dgo.

ta espática y nódulos ferruginosos. Se observa impregnación de aceite muerto en algunas microestilolitas y en espacios inter e intragranulares. Se midieron 47 m de esta unidad y corresponden a la parte superior de la Formación Cupido.

En la Sierra de La Cadena (Fig. 6) se identificaron cuatro unidades que son, de la base a la cima, las siguientes - - - (Fig. 4):

**UNIDAD 1:** Mudstone con miliólidos, textuláridos, algunos fragmentos de pelecípodos, de moluscos y de bioclastos indeterminados.

La estratificación que presenta es gruesa; contiene cuarzo autígeno diseminado, líneas estilolíticas, fracturas rellenas de calcita espática y en algunas partes presenta laminaciones que se interpretaron como estromatolitos. Se midieron 45 m.

**UNIDAD 2:** Wackestone-packstone de miliólidos, con pelecípodos, textuláridos, bioclastos indeterminados, en partes presenta algas, intraclastos y pellets asociados; pueden encontrarse fragmentos de moluscos y de equinodermos así como conchas de ostrácodos. Con esta litología se encuentran alternando horizontes de mudstone dolomitizado y de dolomía, en donde los cris

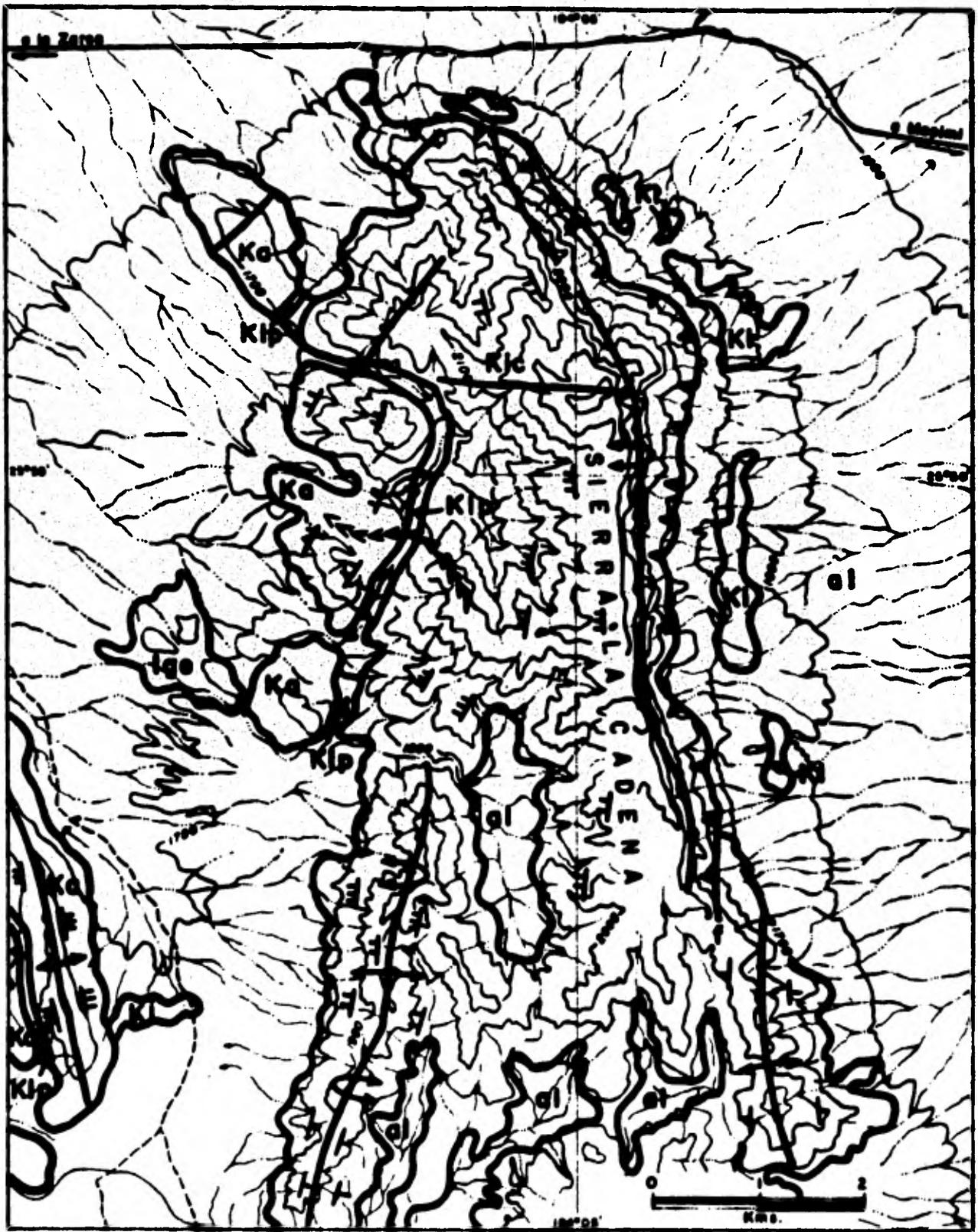


Fig.- 6 Sierra La Cadena, Dgo.

tales de dolomita variando 80 a 150 micras. En esta unidad se encuentra intercalado un pequeño banco de moluscos (15 m aprox.)

En esta unidad se observa estratificación gruesa generalmente, siendo muy gruesas algunas capas dolomitizadas. Presenta líneas estilolíticas, fracturas rellenas de calcita, nódulos de pedernal y, en algunas partes, bioturbación, además de cuarzo autígeno diseminado. Se midieron 120 m.

**UNIDAD 3:** Wackestone, en partes arcilloso, con fragmentos de moluscos.

La estratificación es delgada y mediana, contiene abundantes líneas estilolíticas, fracturas rellenas de calcita, nódulos ferruginosos y en algunas partes laminaciones. Se midieron -- 20 m.

**UNIDAD 4:** Mudstone y wackestone de miliólidos con gasterópodos, fragmentos de moluscos y de equinodermos; en partes -- conchas de ostracodos. Presenta intercalado un banco de rudistas (35 m) que contiene pelecípodos, algunos intraclastos, conchas de ostracodos y gasterópodos; este banco tiene un horizonte de mesodolomia.

La unidad en cuestión presenta estratificación gruesa, lías estilolíticas, bioturbación, cuarzo autígeno diseminado, - nódulos de pedernal negro y fracturas rellenas de calcita. Se midieron 89 m.

Fauna y edad: Se determinaron en esta formación algunos microfósiles índice entre los cuales destaca el género Palorbitolina lenticularis (Meza, 1980) que es característico, según Blumenbach (in Meza, op. cit.), del Beduliano (Aptiano inferior) y, a veces, aparece en el Barremiano; este fósil se encontró en todas las columnas estudiadas de la Formación Cupido. Además se determinó el foraminífero Choffatella decipiens que, según Neumann (1967), es del Neocomiano. De acuerdo a esta fauna, la Formación Cupido, en el área de estudio, abarca una edad del Barremiano temprano al Aptiano temprano, aunque algunos autores (Pantoja, 1964; Eguiluz, 1976, y otros) le asignaron una edad del Hauteriviano al Aptiano temprano por posición estratigráfica -- (Fig. 3).

Relaciones estratigráficas: El contacto superior de esta unidad con la Formación la Peña, es concordante y transicional, está marcado por el límite entre las primeras capas delgadas arcillosas y calcáreo-arcillosas con amonoideos, del Aptiano supe--

rior, y las últimas capas calcáreas de estratificación mediana y gruesa de la Formación Cupido. El contacto inferior de esta unidad no aflora en el área de estudio, por lo que no se pudo observar.

Distribución y correlación: Esta formación aflora en las sierras de la Muerte, del Mimbre y de la Cadena; no se observó en la Sierra Descubridora. Se correlaciona por su edad con la Formación Tamaulipas Inferior del área Buen Día, Dgo. (Eguiluz, 1976), con la Formación Cupido del área de San Pedro del Gallo, Dgo. (Pantoja, 1964) y posiblemente con los depósitos continentales encontrados por Garza (1976) en la Sierra de Banderas, Dgo., atribuidos por dicho autor al Neocomiano.

## FORMACION LA PEÑA.

Definición.- Imlay (1936) propuso el término de Formación La Peña para distinguir a un cuerpo compuesto por dos miembros: el inferior constituido por calizas y el superior por lutitas y calizas, el cual, según este autor, estratigráficamente quedaría comprendido entre la Caliza Cupido (Imlay, op. cit.) abajo y la Caliza Aurora (Imlay, op. cit.), arriba. La localidad tipo de esta formación está situada en el flanco norte de la Sierra de Taraises a 5 km al sureste de la Hacienda La Peña, en el sur -- del estado de Coahuila. Humphrey (1949) propuso que el término fuera restringido exclusivamente al miembro superior de la definición original, consistente en lutita y caliza en estratos delgados del Aptiano superior. En el presente trabajo se aplica - el término en el sentido redefinido por Humphrey.

Litología y espesor.- La Formación La Peña se distingue fácilmente por fotogeología debido a su topografía suave y su contraste litológico marcado con las formaciones que la limitan -- verticalmente. En el área de estudio, los afloramientos de esta formación se encuentran muy cubiertos por lo que no se muestreó a detalle.

En la sierra de la Muerte, la Formación La Peña está caracterizada en su base por intercalaciones de lutita con mudstone arcilloso, el cual, contiene radiolarios calcificados; esta secuencia presenta fragmentos de amonoides indeterminados. La parte superior de esta formación está constituida por alternancia de lutitas con mudstone arcilloso, el cual contiene radiolarios calcificados, globigerínidos y amonoides.

La estratificación de esta formación es delgada, presenta nódulos y bandas de pedernal negro, líneas estilolíticas, fracturas rellenas de espato y algunos cristales de pirita. Se le calcula un espesor aproximado de 30 m.

En la Sierra del Mimbres esta formación presenta hacia su base una alternancia de lutita con mudstone arcilloso, el cual contiene algunos radiolarios calcificados; esta alternancia contiene abundantes amonoides y algunos braquiópodos. Hacia su parte superior consta de una alternancia de lutita con wackestone arcilloso, el cual contiene radiolarios calcificados, globigerínidos, algunas conchas de ostracodos y amonoides.

La estratificación de la formación en cuestión es delgada, presenta nódulos y bandas de pedernal negro, laminaciones, fracturas rellenas de calcita y escasas líneas estilolíticas. Se le

calcula un espesor de 30 m.

En la Sierra de La Cadena, tanto la parte inferior como - la superior de esta formación están constituidas por la misma - alternancia de lutitas con wackestone arcilloso, que contiene - radiolarios calcificados, globigerínidos, amonoideos, y escasos fragmentos de gasterópodos.

La estratificación que presenta es delgada, y contiene nú - dulos de pedernal negro, líneas estilolíticas y fracturas rellenas de calcita.

Fauna y edad.- Se determinaron entre los amonoideos estudiados: Dufrenovia justinae, Parahoplites sp. y Chelonicerias sp. (Cantú Ch., C., comunicación personal). En cuanto a la microfauna se determinaron: globigerínidos, tales como: Globigerinelloides ferreolensis y G. marvidalensis y el tintínido C. mexicana. En base a dicha fauna se corroboró una edad del Aptiano tardío para esta formación.

Relaciones estratigráficas.- Tanto el contacto inferior como - el superior de la Formación La Peña, son nítidos, concordantes y transicionales; quedan marcados estos límites entre las ca--

pas delgadas calcáreo-arcillosas con amonoideos y las calizas - de estratificación mediana y gruesa de las Formaciones Cupido y Aurora que le subyace y suprayace respectivamente.

Distribución y correlación.- Dentro del área en estudio la Formación La Peña aflora en las sierras de la Muerte, del Mimbres y de la Cadena.

Se correlaciona por su litología, fauna y edad con la Formación La Peña de las áreas San Pedro del Gallo (Pantoja, 1964 y Garza, 1971) y Buen Día (Eguiluz, 1976) del estado de Durango; además Leyva (1971) la considera correlacionable con los depósitos litorales y costeros de la Formación Las Uvas que cubren los bordes de la paleo-isla de Coahuila.

La Formación La Peña es una unidad de amplia distribución en el noreste y este de México, siendo de indiscutible importancia como horizonte índice de referencia estratigráfica, debido tanto a la litología como a la fauna que contiene.

## FORMACION AURORA

Definición: Con el término de "Formación Aurora" fue definida por Burrows (1910) una secuencia de sedimentos calcáreos que están expuestos en la Sierra de Cuchillo Parado, Chih., y cuyo nombre fue tomado de la Mina Aurora, situada en dicha localidad. Posteriormente, el término ha sufrido deformaciones y restricciones por varios autores (Burckhardt, 1930; Kelly, 1936, y Humphrey y Díaz, 1956; entre otros).

Humphrey y Díaz (op. cit.) propusieron que el término Formación Aurora fuera modificado para incluir a "todas las rocas carbonatadas del noreste de México que sobreyacen a la Formación La Peña y/o a sus equivalentes, y que infrayacen a la Formación Cuesta del Cura y a otros equivalentes del Grupo Washita o de la Formación Kiamichi". En este sentido es usado comúnmente.

Litología y espesor: Esta unidad presenta gran similitud litológica, caracterizándose por tener estratificación gruesa generalmente, color gris que intemperiza a gris amarillento; presenta fracturamiento en bloques, nódulos y bandas de pedernal gris y gris oscuro que intemperiza a café rojizo, con abundantes líneas

estilolíticas y vetillas de calcita. En algunas partes presenta dolomitización.

En la sección medida en la Sierra de la Muerte (Fig. 7) - se diferenciaron tres unidades, las cuales se describen de base a cima como sigue:

UNIDAD 1: Wackestone, en partes mudstone, de radiolarios calcificados, con conchas de ostracodos, globigerínidos mal preservados y foraminíferos bentónicos; en menor proporción contiene fragmentos de equinodermos. Presenta cuarzo autígeno diseminado, nódulos de pedernal y líneas estilolíticas. Se midieron 75 m.

UNIDAD 2: Constituida por dolomía y mudstone dolomitizado; los cristales de dolomita varían entre 80 y 150 micra, se observa porosidad intercrystalina (10%) y se logran observar -- restos de conchas de ostrácodos y fragmentos de equinodermos en las capas de mudstone dolomitizado.

Esta unidad presenta estratificación muy gruesa, nódulos de pedernal y líneas estilolíticas; se midieron 52 m.

UNIDAD 3: Esta unidad consta de un bioestroma de rudistas

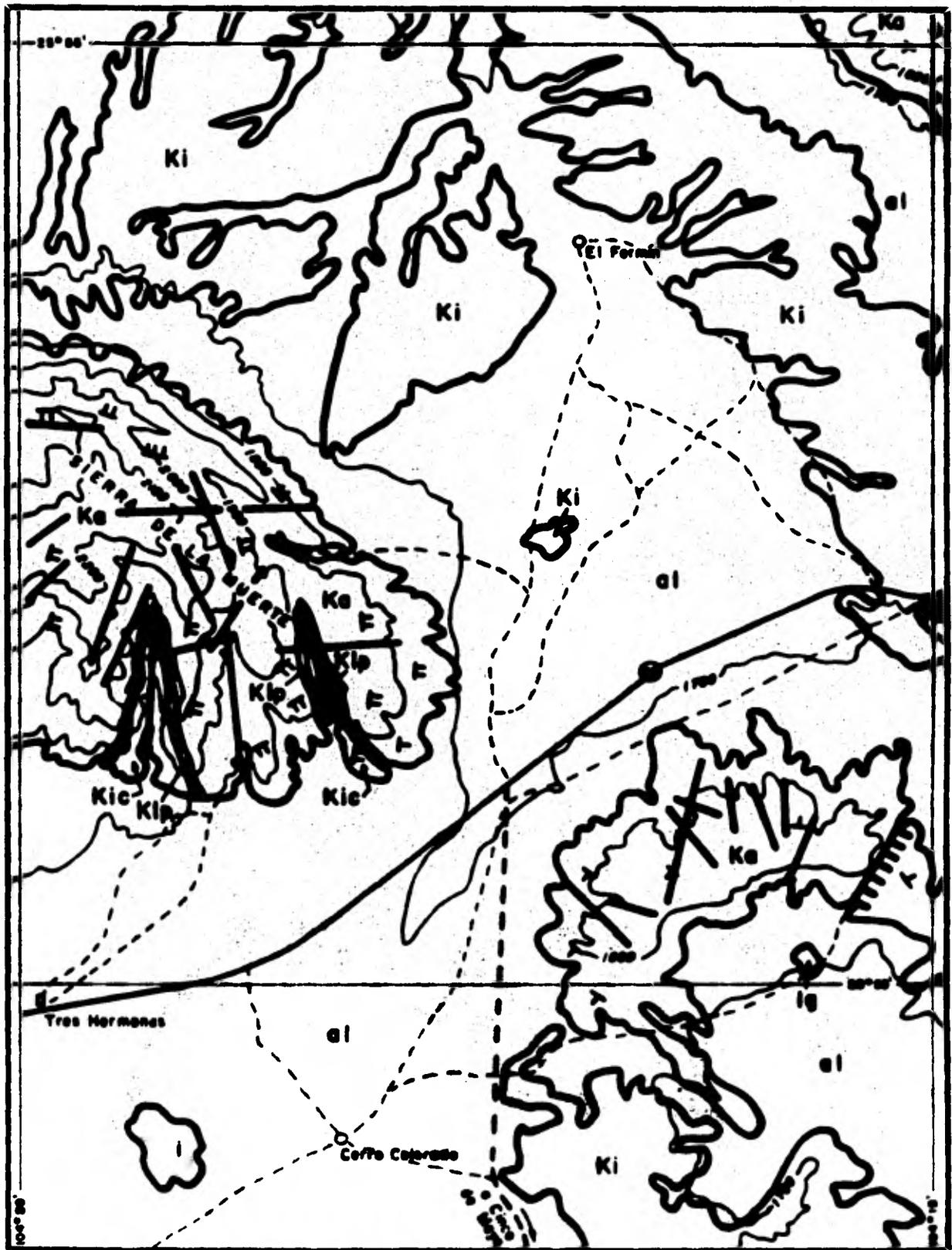


Fig.- 7 SIERRA DE LA MUERTE, DURANGO.

asociados con pelecípodos, gasterópodos y algunos otros fragmentos de moluscos; la mayor parte de estos fósiles están recristalizados.

La unidad en cuestión presenta estratificación gruesa, nodulos y bandas de pedernal, fracturas rellenas de calcita y - - cuarzo autígeno diseminado. El espesor medido a esta unidad es de 15 m.

En la Sierra del Mimbre la Formación Aurora presenta dos unidades (Fig. 4):

UNIDAD 1: Consta de gran variedad litológica, principalmente mudstone y wackestone, en menor proporción se compone de packstone y se llegan a encontrar capas de grainstone; hacia su parte inferior presenta horizontes intercalados de lutita laminar. Contiene radiolarios calcificados, globigerínidos, conchas de ostrácodos y fragmentos de equinodermos. La estratificación varía de muy gruesa a delgada, predominando las capas gruesas, contiene líneas estilolíticas, fracturas rellenas de calcita y cuarzo autígeno diseminado.

Esta unidad llega a presentar capas aisladas de caliza dolomitizada (10 - 50%), en donde se observan estilolitas rellenas de cristales de dolomita, los cuales rodean también a estas

líneas. Se midieron 165 m.

UNIDAD 2: Es similar a la unidad 3 medida en la Sierra de la Muerte. Consta de un biostroma de rudistas (caprinidos) y presenta algunos fragmentos de otros moluscos, los cuales están recristalizados igual que los caprinidos; se observan pellets entre los bioclastos. La estratificación es muy gruesa. El espesor medido es de 10 m y corresponden a la parte superior de la sección medida en esta sierra.

La sección medida en la Sierra La Cadena está constituida de dos unidades (Fig. 4):

UNIDAD 1: Mudstone y wackestone con radiolarios, globigerínidos y fragmentos de equinodermos y de moluscos. La estratificación es delgada y mediana en esta unidad, presenta nódulos de pedernal y fracturas rellenas de calcita. Se midieron 58 m.

UNIDAD 2: Constituida por wackestone de globigerínidos y radiolarios calcificados, presenta además fragmentos de equinodermos, de moluscos y conchas de ostrácodos. En algunas partes se observan granos micríticos redondeados (peletoides) del tamaño de pellets, de origen no definido (pellets orgánicos o -

intraclastos redondeados).

Esta unidad se caracteriza por su estratificación muy - - gruesa ( $> 1.5$  m), siendo mediana y gruesa en la parte superior, contiene nódulos de pedernal, cuarzo autígeno diseminado y en partes presenta líneas estilolíticas. Se midieron 197 m.

En la Sierra Descubridora (Figs. 8 y 9), la Formación Aurora se caracteriza por una secuencia de wackestone, en algunas partes packstone, de radiolarios calcificados y globigerinidos; contiene además calcisferúlidos, conchas de ostrácodos, -- fragmentos de equinodermos y algunos bioclastos indeterminados. En algunas partes presenta peletoides; la base de esta unidad se encuentra dolomitizada. Dicha dolomitización varía de un 10 a un 30%.

Es notable observar que se encuentra intercalado un banco de rudistas (caprinidos) con un espesor aproximado de 20 m.

La secuencia arriba descrita presenta estratificación variable, predominando las capas delgadas y medianas; se encuentran fracturas rellenas de calcita a lo largo de toda la columna de la cual se midieron 195 m.

Fauna y edad: Para determinar la edad de la Formación Aurora,

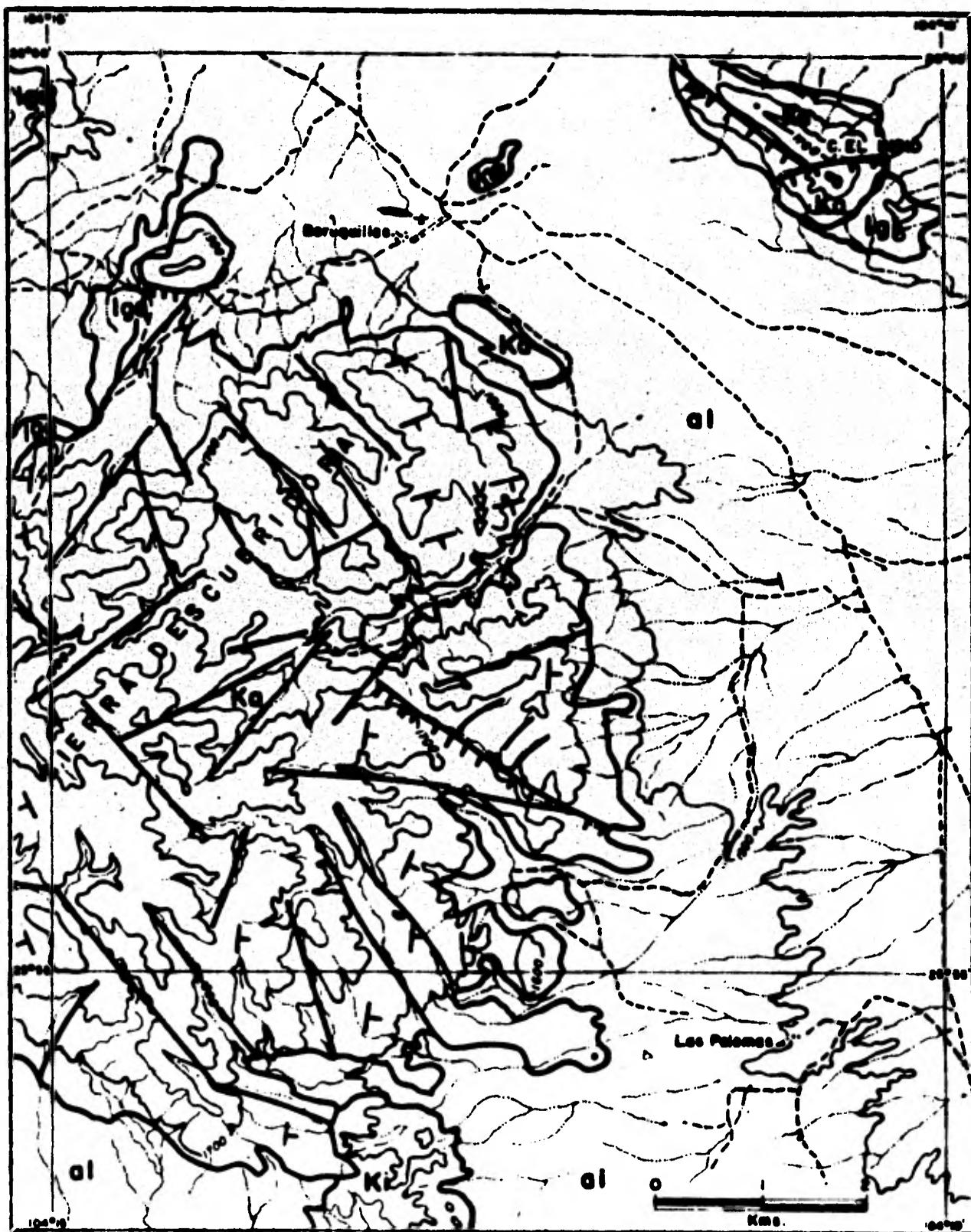
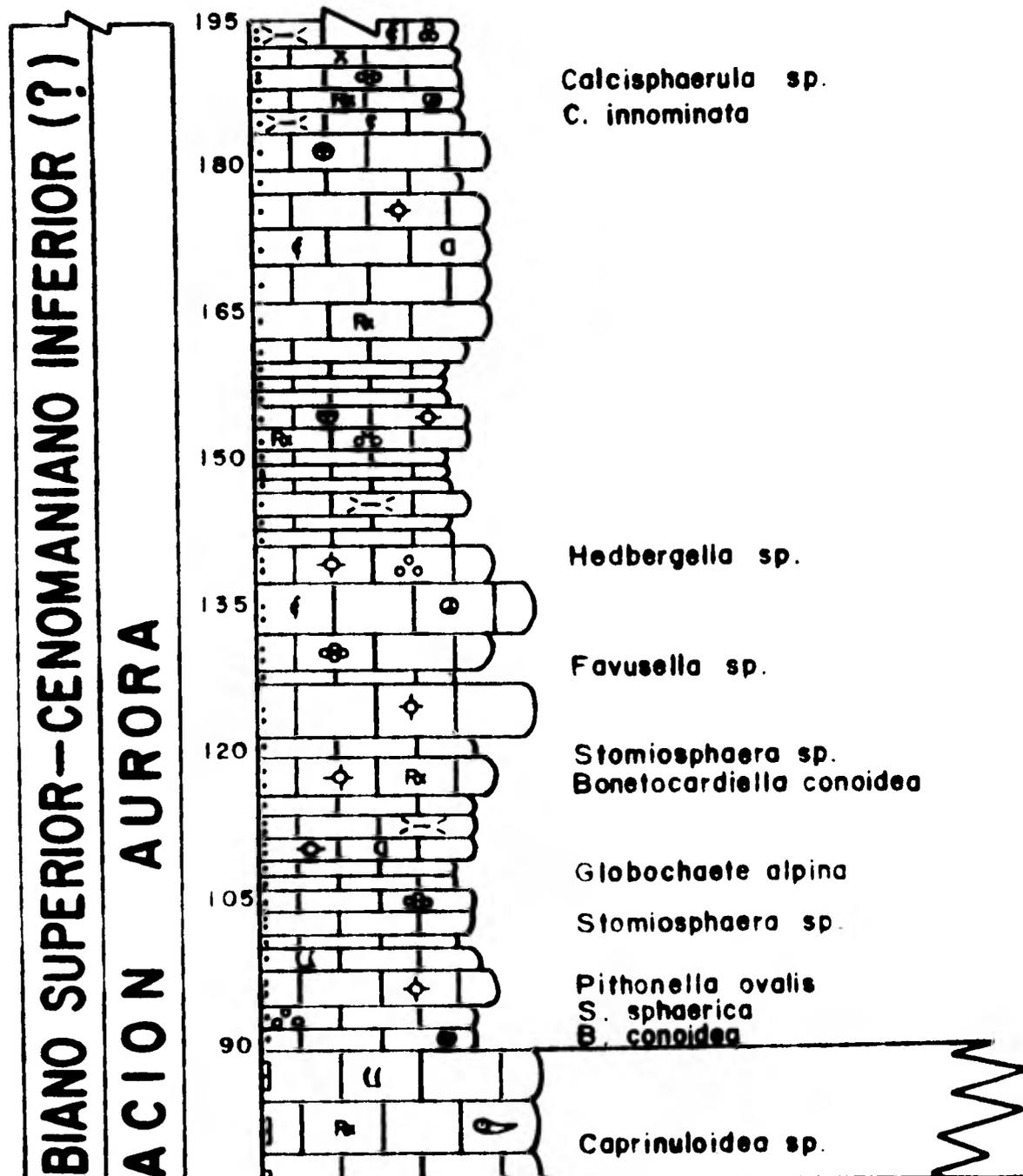


Fig. 6 Sierra Descubridora, Dgo.

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA SIERRA DESCUBRIDORA, DGO.

## L E Y E N D A



	Bioclastos indeterminados
	Pellets
	Fracturas selladas por calcita
	Millólidos
	Recristalización
	Globigerínidos
	Calcisferúlidos
	Radiolarios calcificados
	Ostrácodos
	Equinodermos
	Fragmentos de moluscos
	Rudistas
	Mudstone
	Wakestone
	Pakstone

2

ALBIANO MEDIO - 3AL  
FORM

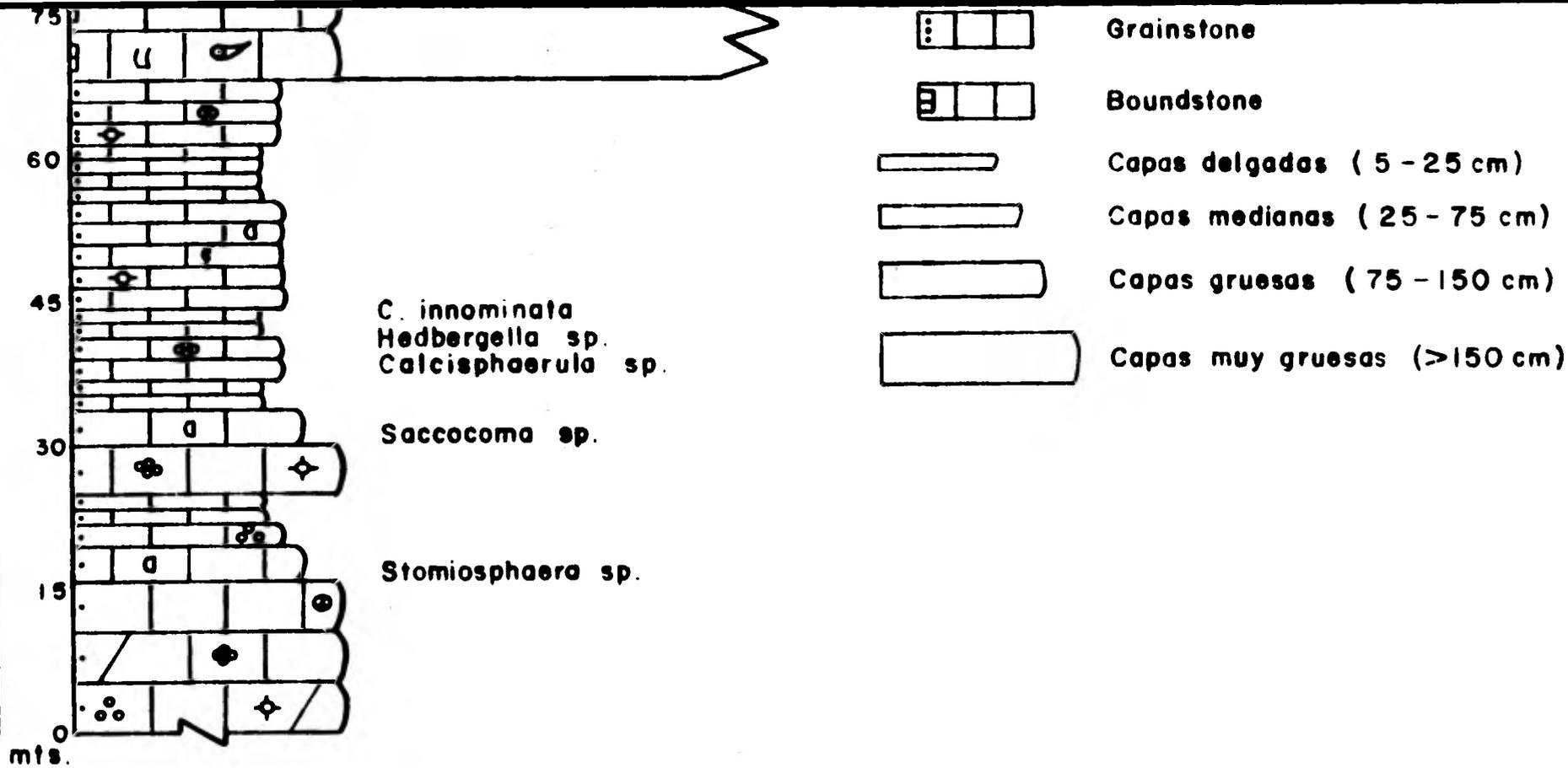


Fig.- 9

se recurrió a la identificación de los microfósiles que contiene. Entre los tintínidos que presenta, se encontraron las especies: Colomiella recta y Colomiella mexicana en todas las columnas, a excepción de la medida en la Sierra Descubridora; los globigerínidos determinados corresponden a: Hedbergella sp., - Favusella sp. y Favusella washitensis; además se encuentra - - Microcalamoides diversus; esta fauna es representativa del Albiano inferior. En la Sierra Descubridora se determinaron los siguientes microfósiles: Calcisphaerula innominata, Calcisphaerula sp., Stomiosphaera sp., Bonetocardiella conoidea, Heterohelix sp., Globochaeta alpina, Pithonella ovalis y Saccocoma -- sp., correspondientes al Albiano medio-Cenomaniano (?).

En base a los fósiles índices mencionados se deduce que - en el área estudiada la Formación Aurora abarca desde el Albiano inferior hasta el Cenomaniano (?).

Relaciones estratigráficas: El contacto inferior de la Formación Aurora, en el área de estudio, es concordante y transicional con los sedimentos de la Formación La Peña. En el campo se identifica entre las últimas capas delgadas de caliza arcillosa y lutita de la Formación La Peña y las primeras capas medianas y gruesas de la Formación Aurora, este contacto es nítido en --

las tres sierras donde se observó.

La cima de esta formación está erosionada en todas las localidades estudiadas; la Formación Indidura, que sobreyace a la Formación Aurora, se encontró en contacto con ésta, mediante fallamiento inverso en el flanco este de la Sierra La Cadena - - (Fig. 6).

Distribución y correlación: Esta Formación aflora en todas las localidades estudiadas en el presente trabajo y se correlaciona con las Formaciones Acatita y Treviño del área Jiménez, Chih. - (Cantú y Martínez, 1980), con la Caliza Aurora y Caliza Cuesta del Cura estudiadas por Pantoja (1964) en la región de San Pedro del Gallo, Dgo., y se correlaciona también con la "Formación Aurora" y Caliza Cuesta del Cura de la Región de Buen Día, Dgo., estudiada por Eguluz (1976).

## VII FACIES Y AMBIENTES DE DEPOSITO

### a).- Facies sedimentarias

A continuación se describen las bio y litofacies de las formaciones del Cretácico Inferior en el área de estudio, identificadas en el presente trabajo.

#### Formación Cupido

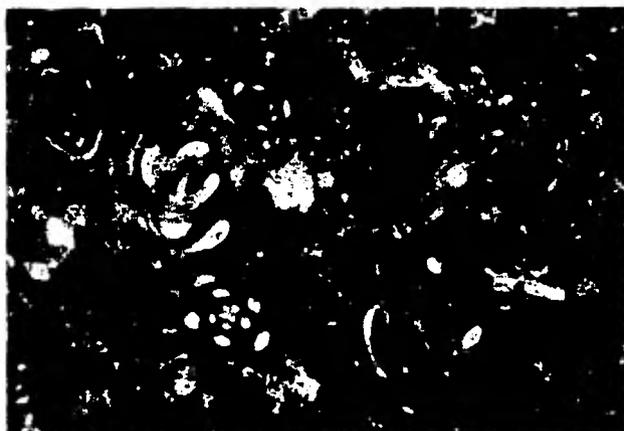
Facies de mudstone con miliólidos (Lám II): Esta facies está representada por mudstone con 6% a 10% de miliólidos, contiene además algunos textuláridos, conchas de ostrácodos, fragmentos de pelecípodos y de otros moluscos indeterminados. Presenta Choffatella decipiens (Lám. II, Fig. 3). Presenta horizontes dolomitizados en algunas localidades (Sierras de la Muerte y del Mimbres).

La estratificación generalmente es gruesa, presenta líneas estilolíticas, cuarzo autígeno diseminado y laminaciones en algunas partes. Esta facies se encuentra en las Sierras de la Muerte, del Mimbres y La Cadena.

#### Facies de wackestone-packstone de miliólidos (Lám III):

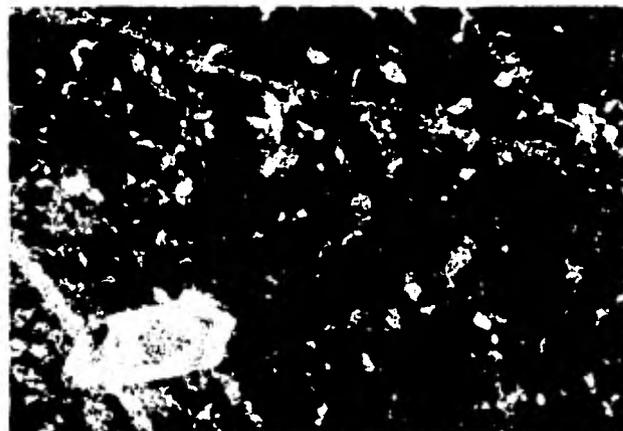
Se caracteriza por una alternancia de wackestone y packstone de

LAMINA II



1

500  $\mu$  ———



2

500  $\mu$  ———



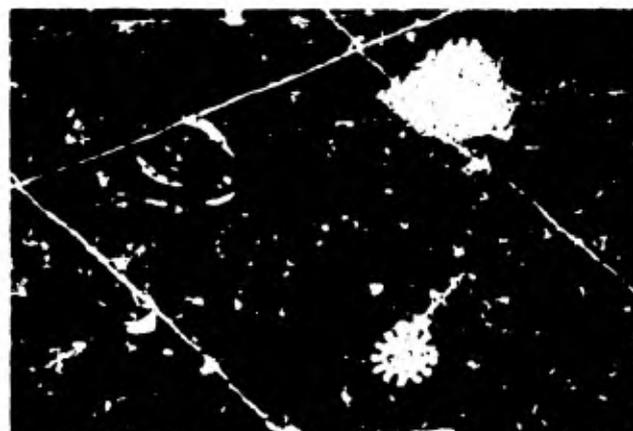
3

500  $\mu$  ———



4

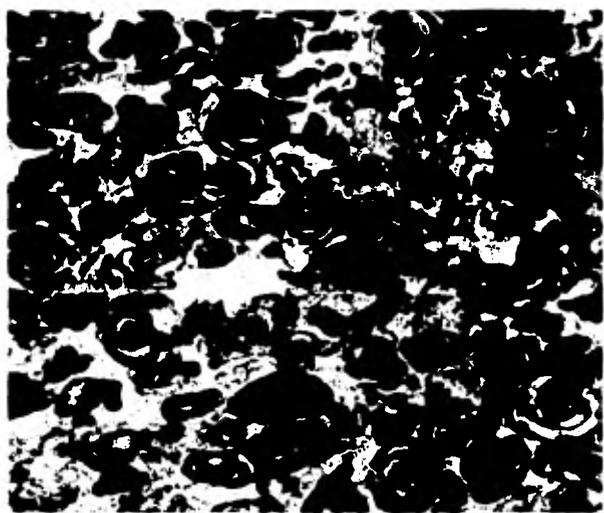
500  $\mu$  ———



5

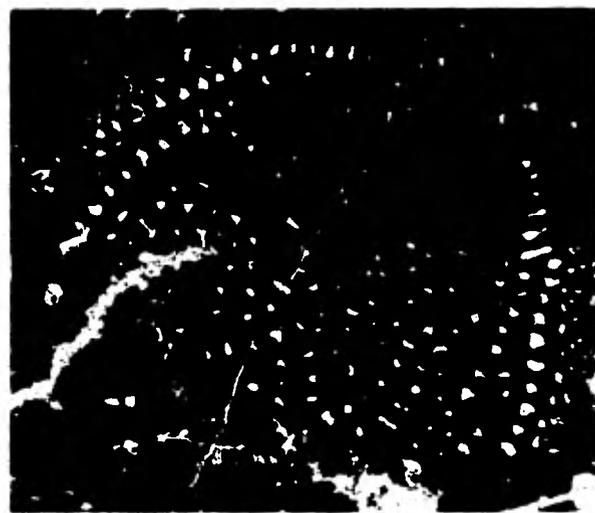
500  $\mu$  ———

LAMINA III



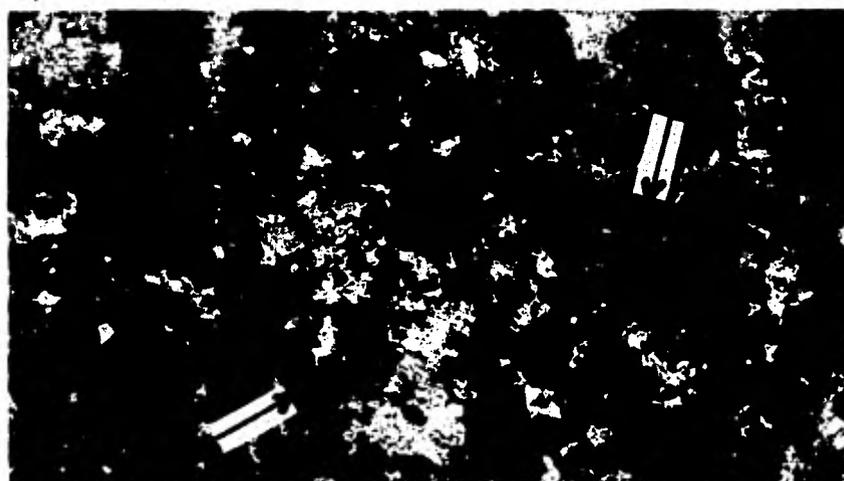
1

500  $\mu$  ———



2

500  $\mu$  ———



3

500  $\mu$  ———



4

500  $\mu$  ———



5

500  $\mu$  ———

miliólidos, con textuláridos (Textularia sp.) gasterópodos, algas y fragmentos de otros moluscos; en menor proporción contiene conchas de ostrácodos y fragmentos de equinodermos. Presenta Palorbitolina lenticularis (Lám. III, Fig. 2).

La estratificación de esta facies generalmente es gruesa, presenta líneas estilolíticas, nódulos ferruginosos y de pederrenal negro, en algunas partes contiene laminaciones, aparentemente carpetas de algas, y bioturbación. La facies en cuestión se presenta en las Sierras de la Muerte, La Cadena y del Mimbres; - en esta última sierra, se observó impregnación de aceite muerto en microestilolitas y en poros intergranulares e intragranulares (Lám. III, Fig. 3).

Facies de Grainstone de moluscos: Esta facies está representada por bioestromas de pelecípodos, acompañados por miliólidos, algas y gasterópodos.

La estratificación es muy gruesa, presenta líneas estilolíticas; en algunas partes se encuentra dolomitización, existe recristalización de los fósiles; se han observado laminaciones y cuarzo autígeno diseminado. Esta facies se encuentra en las Sierras de la Muerte y La Cadena, en donde se llega a encontrar dolomitizada.

En la Sierra del Mimbres se encontró grainstone de miliólidos con pellets, intraclastos, algas y fragmentos de pelecípodos; en menor proporción fragmentos de ostrácodos y conchas enteras de pelecípodos.

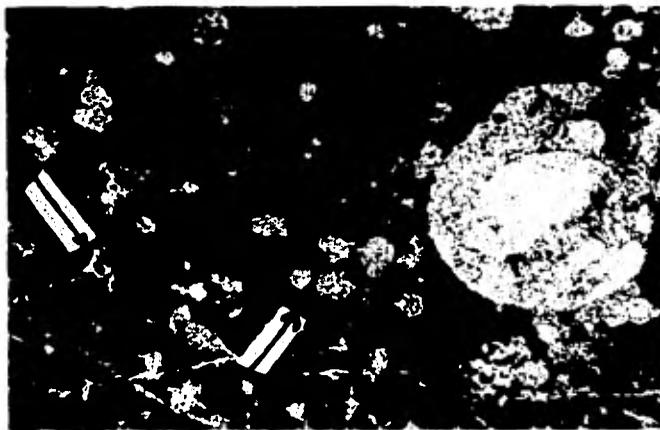
#### Formación La Peña

Facies de wackestone arcilloso (Lám. IV): Está representada por wackestone arcilloso con globigerínidos, entre los cuales se determinaron: Globigerinelloides ferreolensis, G. marvidalensis; tintínidos tales como: Colomiella recta y C. mexicana; amonoideos, entre los que destaca la especie Dufrenoyia justinae. Además esta facies presenta radiolarios calcificados y algunos braquiópodos.

La estratificación que presenta es delgada; contiene abundante pedernal negro en nódulos y bandas y, en partes, cuarzo autígeno diseminado, microestilolitas y laminación escasa debida a alternancia de sedimentos de grano fino y grueso. Esta facies se encuentra en las Sierras de la Muerte, del Mimbres y La Cadena.

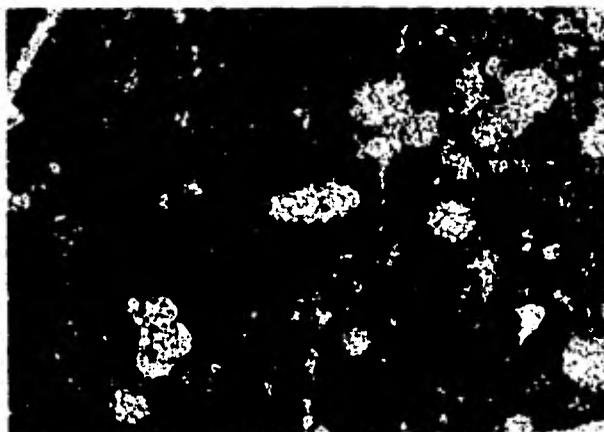
Facies de lutita: Está representada por lutita ligeramente calcárea, de color café claro a gris negruzco, fisil, muy --

LAMINA IV



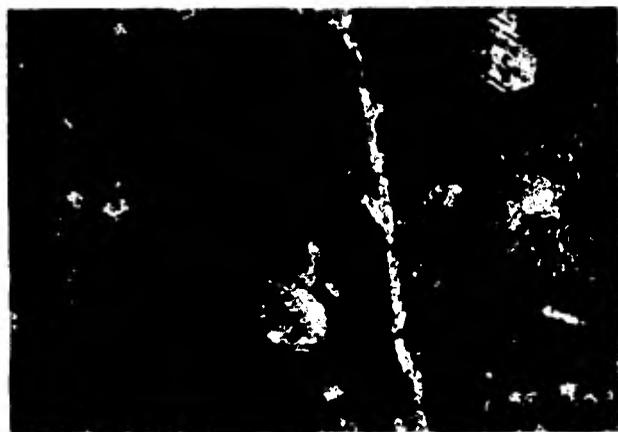
1

500  $\mu$  —————



2

500  $\mu$  —————



3

500  $\mu$  —————

deleznable, con gran abundancia de amonoideos, de los géneros:

D. justinae y Cheloniceras sp.

La estratificación que presenta es muy delgada; en algunas partes contiene pirita diseminada. Esta facies se encuentra representada en las Sierras de la Muerte, del Mimbres y La Cadena.

#### Formación Aurora

Facies de mudstone con fauna pelágica (Lám V): Está representada por mudstone con escasos radiolarios calcificados, globigerínidos, y fragmentos de equinodermos y de conchas de ostrácodos. Contiene tintínidos: Colomiella recta y C. mexicana; además presenta Microcalamoides diversus. Frecuentemente se encuentra dolomía y mudstone dolomitizado en un porcentaje que varía de 15% a 80%.

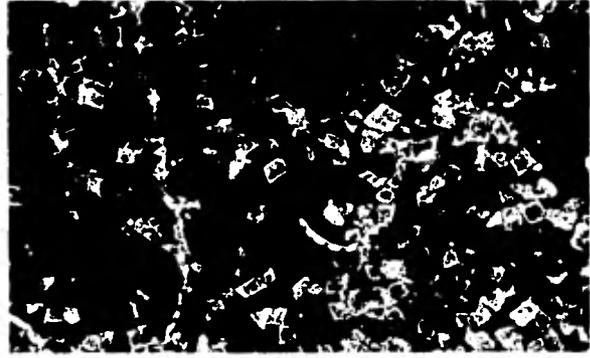
La estratificación es generalmente gruesa, las partes dolomitizadas presentan cristales de dolomita de 50-150 micras; esta dolomitización en partes es selectiva, afectando únicamente la matriz; se observan estilolitas selladas por dolomita, nodulos y bandas de pedernal negro y, en partes, cuarzo autígeno. Esta facies se encuentra representada en las Sierras de la Muerte

LAMINA Y



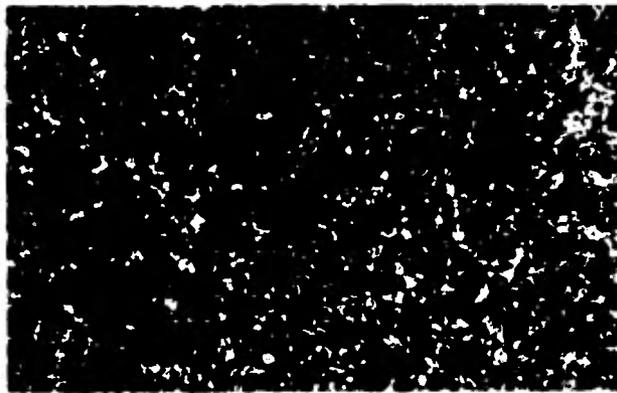
1

500  $\mu$  ———



2

500  $\mu$  ———



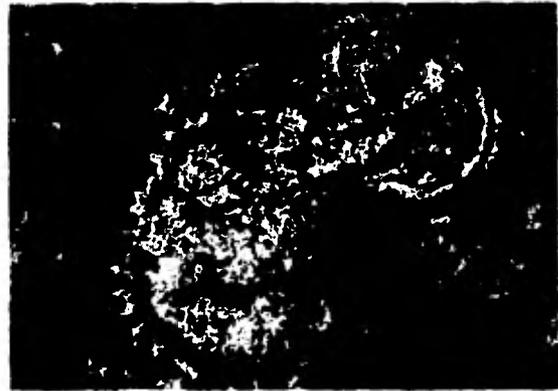
3

500  $\mu$  ———



4

500  $\mu$  ———



5

500  $\mu$  ———

te, del Mimbres y La Cadena. En la Sierra de la Muerte se tiene un espesor de dolomía de 40 m. aproximadamente.

Facies de wackestone de radiolarios (Lám. VI, Figs. 1-4):

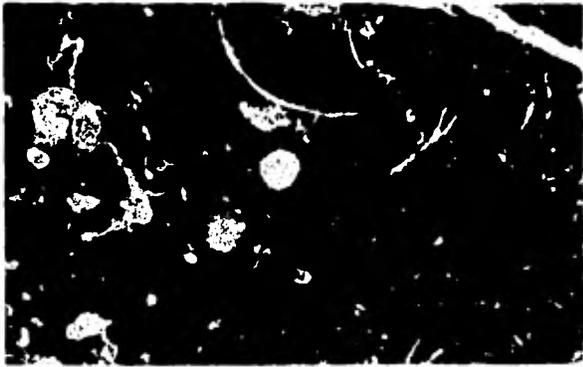
Esta facies está representada por wackestone de radiolarios calcificados con fragmentos de equinodermos y ostrácodos, presenta además globigerínidos, como Favusella washitensis, tintínidos - (C. recta y C. mexicana) y otros fósiles planctónicos, como M. diversus y Cadosina sp.

La estratificación varía de gruesa a masiva, siendo media en algunas partes (Sierra la Descubridora), presenta líneas estilolíticas y nódulos de pedernal negro. Esta facies se encuentra en las Sierras de la Muerte, del Mimbres, La Descubridora y La Cadena.

Facies de grainstone de rudistas (Lám. VI, Fig. 5): Esta facies está representada por bioestromas de rudistas, principalmente del género Caprinuloidea sp., asociados con fragmentos de gasterópodos y de otros pelecípodos.

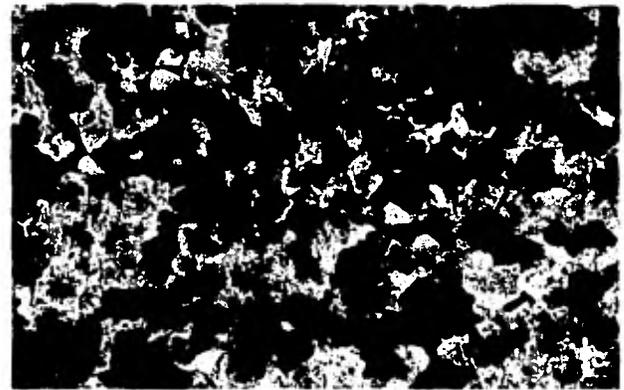
Estos bioestromas se encuentran aislados e interestratificados entre las demás facies de esta formación. La estratificación es muy gruesa, presenta recristalización de los fósiles, -

LAMINA VI



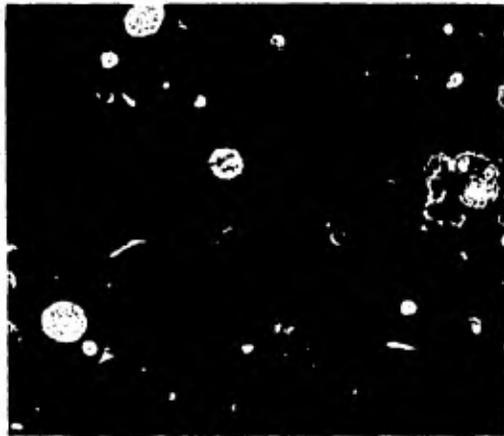
1

500  $\mu$  ———



2

500  $\mu$  ———



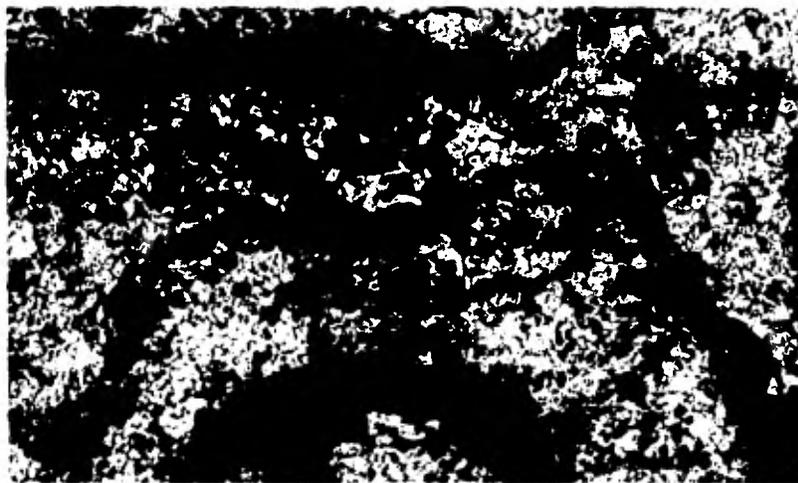
3

500  $\mu$  ———



4

500  $\mu$  ———



5

500  $\mu$  ———

estilolitización, nódulos de pedernal y cuarzo autígeno diseminado. Esta facies se encuentra en las Sierras de la Muerte, la Descubridora y el Mimbres.

b).- Ambientes de depósito.

Dentro del complejo de sedimentos depositados en el mar epicontinental que cubrió el Norte de México durante el Cretácico Temprano, la región donde se sitúa el área de estudio presenta rocas que se originaron en distintos ambientes de plataforma somera, tanto en condiciones de circulación normal o de plataforma abierta, como de circulación semi-restringida y restringida.

Plataforma abierta: Este ambiente está caracterizado por aguas de salinidad normal, buena circulación y oxigenación, y escasa profundidad. Se depositaron en este ambiente calizas de textura fina (mudstone), con estratificación que varía de gruesa a delgada, donde se observan lentes y capas de pedernal. La fauna es exclusivamente pelágica y consiste principalmente de radiolarios, globigerínidos, calcisferúlidos y tintínidos, contenidos en las facies de "Mudstone con fauna pelágica" y "Wackestone con radiolarios" de la Formación Aurora. En este

ambiente, y dentro de esta misma formación se encuentran bioestromas aislados lo que indica que en este tiempo se verificaron fluctuaciones del nivel del mar, que afectaron grandes superficies de la plataforma; las regresiones propiciaron el desarrollo de los cuerpos arrecifales en las partes más someras.

Este ambiente pasa transicionalmente a ambientes de circulación semi-restringida y restringida hacia la plataforma de Coahuila (Fig. 4).

Se considera que en un ambiente similar se depositó la Formación La Peña, la cual se diferencia de la Formación Aurora por su abundante contenido de terrígenos, lo cual se muestra en sus facies de "Lutita" y "Mudstone arcilloso".

Plataforma semi-restringida. Se considera que este ambiente comprendió tanto lagunas post-marginales como extensas bahías con circulación limitada. En ambos casos las condiciones físico-químicas eran diferentes de las de plataforma abierta, lo que originó el desarrollo de una fauna especializada de miliólidos. En este ambiente se depositaron principalmente lodos calcáreos con abundantes miliólidos, pellas de origen fecal, algas y algunos fragmentos de moluscos; que corresponden a las facies de: "Mudstone con miliólidos", "Wackestone-Packstone de miliólidos" y

"Grainstone de moluscos"; las cuales, en el área de estudio, se presentan a la Formación Cupido.

Plataforma restringida: Aunque este ambiente no se definió en el área de estudio, se sabe que prevaleció durante el Albiano sobre la isla de Coahuila. Leyva (1971), y Cantú y Martínez (1980), consideran que en el interior de la isla se desarrollaron extensas planicies en condiciones de inframarea, alternativamente emergidas y sumergidas, bajo condiciones adecuadas de aridez y evaporación, que constituyeron lugares propicios para la precipitación de evaporitas; Humphrey y Díaz (1965), entre varios autores, reportan yesos en sedimentos de la Formación Acatita. Las facies de este ambiente, se encuentran representadas por sedimentos de la Formación Acatita, que es equivalente a la Formación Aurora (Fig. 3).

o contemporáneo a la litificación.

Debido a la presencia de material residual relativamente insoluble en las líneas estilolíticas se confirma que las estilolitas son el resultado de un proceso de presión-solución y no de simple flujo plástico debido a sobrecarga, como fue postulado inicialmente por Rothpletz y Schaub (in Park y Schot, op. - - cit.).

Al incrementarse la presión por la carga sedimentaria sobreyacente, y en consecuencia la presión y la temperatura, se empezaron a generar estructuras de presión-solución, lo cual es evidente por la presencia de líneas estilolíticas paralelas a los planos de estratificación.

En el presente estudio, se observaron líneas estilolíticas en todas las facies determinadas (a excepción de la facies de lutita). Algunas estilolitas se encontraron selladas con -- cristales bien desarrollados de dolomita, lo cual indica, que estas líneas actuaron como un conducto de fluidos enriquecidos en iones de magnesio provenientes tal vez, de la misma arcilla insoluble.

Silicificación: Folk (1968) define al pedernal como una roca sedimentaria originada por precipitación química compuesta

principalmente por cuarzo microcristalino y/o calcedonia. Este autor considera que casi todos los nódulos de pedernal resultan del reemplazamiento de rocas carbonatadas, cuando el lodo calcáreo no estaba litificado.

Según Pettijohn (1970) las diversas teorías propuestas para explicar el origen del pedernal se pueden resumir en dos grupos: a) es contemporáneo con la sedimentación, b) es producto de reemplazamiento de la roca, generalmente caliza.

Tanto la fuente de suministro de la sílice, como su precipitación a pedernal se ilustra en la Fig. 10.

Según Aguayo (1979), varios factores conducen a que los minerales silíceos se disuelvan, entre los más importantes se encuentra la temperatura, el tiempo y el incremento de pH - - - (< 9.5) en el sistema acuoso.

En el área de estudio todas las facies calcáreas presentan nódulos y bandas de pedernal, generalmente de color negro; lo que nos indica que el pedernal no es un buen índice batimétrico, como se creía antiguamente, pues tanto se encuentra en ambientes sedimentarios profundos como someros. Simultáneamente, la sílice pudo formar nódulos y bandas por reemplazamiento de los cuerpos calcáreos a partir de la disolución de organismos silíceos.

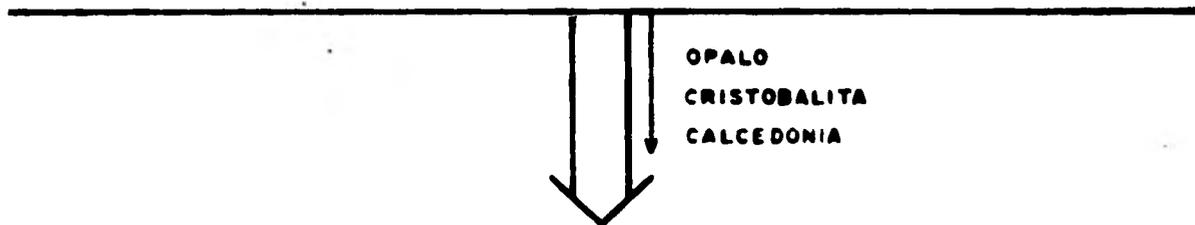
# F U E N T E S     S I L I C E A S

## I N O R G A N I C A S

HIDROTERMALISMO  
DESVITRIFICACION  
MONTMORILLONITIZACION  
CORROSION DE CUARZO DETRITICO

## O R G A N I C A S

RADIOLARIOS  
DIATOMEAS  
ESPICULAS DE ESPONJAS



## P E D E R N A L

### MECANISMOS :

- 1.- SOLUCION → PRECIPITACION
- 2.- REPRECIPITACION
- 3.- REEMPLAZAMIENTO

Fig.- 10 FUENTES Y MECANISMOS EN LA FORMACION DE PEDERNAL. (Tomado de Aguayo, 1979).

Dolomitización: Según Folk (1965), la dolomitización pe-  
necontemporánea se origina por el reemplazamiento de sedimentos  
calcáreos aún no consolidados y a poca profundidad, consideran-  
do como "reemplazamiento" al proceso de sustitución de un mine-  
ral por otro de composición completamente diferente molécula a  
molécula. El mismo autor afirma que la dolomitización se produ-  
ce generalmente en aguas cálidas, someras y muy salinas y puede  
formar manchones irregulares de dolomía en zonas más permeables.

Krumbein y Sloss (1963) consideran que la dolomitización  
es un proceso de reemplazamiento acompañado casi siempre de re-  
cristalización, que hace que una roca pierda algunas de las es-  
tructuras y texturas originales.

Aunque la dolomitización en el área de estudio es general-  
mente esporádica y parece estar asociada con planos de estiloli-  
tización, en la Sierra de la Muerte se observó un cuerpo de do-  
lomía de 35 m de espesor, donde se encontró asociada con nódulos  
de pedernal.

Dadas las condiciones de alto fracturamiento, debido al -  
tectonismo del área, es también posible que este reemplazamien-  
to haya ocurrido por la acción de soluciones ricas en Mg, al --  
ascender éstas por planos de debilidad, tales como fracturas y

## VIII DIAGENESIS

Los rasgos diagenéticos que se presentan en las facies observadas son principalmente los siguientes: estilolitización, silicificación, dolomitización, recristalización y cementación.

Estilolitización: Park y Schot (1968) consideran que, durante el proceso de compactación de los sedimentos, se originan las estilolitas, las cuales se reconocen como planos indentados entre dos unidades de roca; las irregularidades muestran la forma de "stylas" (palabra griega que significa columnas y pirámides). Consecuentemente, las dos unidades de roca parecen estar entrelazadas a lo largo de una superficie muy irregular, la cual es referida como una estilolita comúnmente caracterizada por la concentración de constituyentes relativamente insolubles propios de la roca.

Respecto al tiempo de formación de las estilolitas existen tres teorías: antes de la litificación, durante la litificación y después de la litificación.

Park y Schot (1968) consideran que la mayoría de las estilolitas, si no es que todas, son de origen diagenético anterior

estilolitas, paralelas a los planos de estratificación, reemplazando las secuencias carbonatadas permeables que encontraron -- a su paso. Este reemplazamiento dio lugar a pobre porosidad intercrystalia (10%), entre los cristales de mesodolomía.

La dolomitización se observa tanto en facies de plataforma abierta como semi-restringida y restringida. En la facies -- incipientemente dolomitizadas se observan rombos de dolomita -- (entre 50-200 micras de diámetro) esparcidos en la matriz micrítica y equigranulares; estos cristales afectan únicamente a la matriz, cuando la dolomitización no es avanzada, lo que indica un reemplazamiento selectivo, donde la permeabilidad y el grado de saturación fue más fuerte en las partículas de grano fino. Este tipo de dolomitización redujo la permeabilidad de los sedimentos, ya que, según Folk (1968), la dolomitización parcial reduce la porosidad.

Recristalización: Según Folk (1965), el término de recristalización ha sido comunmente usado en petrología sedimentaria por más de 80 años, para denotar transformación del tamaño, forma u orientación de los cristales dentro de una especie mineral. Dicho autor sugiere el término "Neomorfismo" que incluye tanto un proceso de inversión (transformación de un polimorfo a otro) --

o de recristalización, ya sea por agradación o degradación de los cristales de un mismo polimorfo.

En el área de estudio las rocas de las Formaciones Cupido y Aurora presentan recristalización selectiva de los fragmentos biógenos con respecto a la matriz. En algunos casos desaparecieron las estructuras originales de los fósiles, substituyéndose por un mosaico de espato. En algunos otros casos se encontró recristalización parcial en forma de parches de espato en la matriz micrítica.

En opinión de Folk (1968), el proceso de recristalización es notable en determinadas localidades y horizontes estratigráficos, pero, por lo general, su importancia volumétrica es poca. Sin embargo, aclara este autor, es bastante común la recristalización de la micrita en espato microcristalino de 5 a 15 micras.

Cementación: Según Blatt, Middleton y Murray (1972), entre otros autores, la cementación es generalmente reconocida -- por el desarrollo de nuevos cristales dentro de los espacios vacíos. Los cristales nuevos ocupan poros que primeramente fueron ocupados por fluidos, comunmente agua o aire o bien los dos, donde la cementación toma lugar dentro de la zona vadosa o freática.

ca marina.

La cementación observada en las rocas del área de estudio se efectuó durante dos etapas: una temprana, representada por hábito cristalino fibroso (Lam.III, Fig.5), el cemento rodea las partículas, particularmente en la facies de Grainstone de miliólidos; y una tardía, de origen probablemente vadoso, - que dio lugar a la formación de calcita en bloque (Lám.III, Fig. 5 ), este último tipo de cementación se observó en todas las facies estudiadas. Posterior a ambas etapas, es el relleno de las fracturas por espato, debido a la precipitación de aguas -- principalmente meteóricas.

## IX ESTRUCTURAS

La deformación estructural de las rocas mesozoicas en el área de estudio, y en general en el noreste del país, es el resultado de los movimientos diastróficos de la Orogenia Laramide de fines del Cretácico-principios del Terciario; la cual, independientemente de su origen, actuó como un sistema de fuerzas relativamente uniforme con dirección SW a NE; estos esfuerzos compresionales dieron lugar a estructuras complejas, casi paralelas, alargadas, con una orientación general NNW-SSE, y fallamiento normal e inverso, regidas por los paleoelementos positivos competentes del Jurásico Superior. Algunas de estas estructuras se encuentran afectadas por cuerpos intrusivos.

Se pudo observar, tanto en el campo como en láminas delgadas, que el fracturamiento cruza indiscriminadamente a todos los constituyentes de la roca, y se presenta tanto vertical como transversalmente a la estratificación. En algunas partes se encuentran bien definidos dos sistemas de fracturas, que forman ángulos de  $30^{\circ}$  a  $40^{\circ}$ , debidas probablemente a los esfuerzos de compresión; dichos sistemas pudieran indicar la dirección de estos esfuerzos (Lám V, Fig. 4).

Las principales sierras del área de estudio corresponden

a anticlinales abiertos en rocas del Cretácico Inferior:

Sierra La Cadena (Fig. 6): corresponde a una estructura anticlinal, recumbente hacia el W; es alargada (23 km aproximadamente) y angosta (4 km en promedio), orientada N-S. Los echados varían de  $25^{\circ}$  a  $72^{\circ}$ . En su núcleo afloran sedimentos del Neocomiano tardío-Aptiano temprano de la Formación Cupido.

La sierra de La Cadena presenta, en su flanco oriental, una gran falla inversa longitudinal, paralela a su eje axial. Esta falla pone en contacto las rocas competentes de la Formación Cupido con las incompetentes de la Formación Indidura.

En su parte más al sur, forma un anticlinorio, compuesto de pequeños anticlinales simétricos, algunos recumbentes, cuyos echados son generalmente suaves ( $< 45^{\circ}$ ).

Sierra Descubridora (Fig. 8): Esta sierra corresponde a una estructura burdamente circular, de unos 10 km de diámetro aproximadamente; formada por un anticlinorio complejo, en donde los ejes de los anticlinales tienen una orientación NW-SE. Los anticlinales son asimétricos, aunque no recostados.

En la parte central de la sierra aflora un tronco de pór-

fido riolítico que modificó completamente los pliegues originales de esta sierra, constituida por rocas competentes de la Formación Aurora.

La Sierra Descubridora presenta gran fracturamiento, observándose dos direcciones preferentes de estas fracturas: una NW-SE y la otra NE-SE. La inclinación de las capas es siempre menor de  $45^{\circ}$ , generalmente hacia el NE y SW.

Sierra del Mimbre (Fig. 5): Esta sierra de apariencia similar a la que presenta La Descubridora; de aspecto cóncavo semi-circular. Está constituida por un anticlinal asimétrico; su eje axial está orientado NW-SE. Su flanco NE presenta echados de hasta de  $60^{\circ}$ ; mientras que en su flanco SW los echados son más suaves, incluso contiene un pequeño anticlinal simétrico.

El fracturamiento de esta sierra no es tan intenso como en La Descubridora, aunque existe una leve tendencia a seguir la misma orientación de las fracturas de dicha sierra.

En el núcleo de este anticlinal afloran sedimentos competentes de la Formación Aurora. Las Formaciones Cupido y La Peña afloran en un cañón que corta su flanco NE.

Sierra de la Muerte (Fig. 7): Esta sierra está constituida por una estructura burdamente dómica, la cual está afectada por fallamiento normal que dio origen a varios bloques alargados, en los que afloran sedimentos de las Formaciones Cupido, Peña y Aurora. Los echados de esta estructura dómica son suaves, menores de  $45^{\circ}$ .

## X CONSIDERACIONES PALEOGEOGRAFICAS Y GEOLOGIA HISTORICA

De acuerdo con Pantoja (1964), durante el Mesozoico temprano existió un periodo de emersión y erosión de las rocas paleozoicas durante el cual la mayor parte del país fue afectado por tafrogenia o fallamiento en bloques, que probablemente continuó con periodos intermitentes hasta el Jurásico Medio. La secuencia sedimentaria representativa de esta época, está constituida por capas rojas continentales, interdigitadas con derrames volcánicos de riolitas y basaltos que fueron acumulados en grandes fosas o "Graben" y que constituyen a la Formación Nazas.

Las condiciones de ambiente continental prevalecieron hasta el Jurásico Medio, periodo durante el cual se inició una transgresión marina, cuyo comienzo está marcado por los sedimentos clásticos marinos de la Formación La Gloria, depositados en las márgenes de la Península de Coahuila durante el Oxfordiano (Burckhardt, 1930). La transgresión continuó durante todo el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano, primero con el depósito de la Formación La Casita, formada por los clásticos cada vez más finos provenientes de la paleo-Península de Coahuila, hasta llegar a depósitos con mayor cantidad de carbonatos, aunque todavía con aportes clásticos, de las Formaciones Carbonera (Imlay, 1940) y Taraises. Hacia las márgenes de la Península de Coahuila

la, que permaneció emergida hasta el Aptiano temprano (Tardy, - 1972), se depositaron lechos rojos continentales durante el Neocomiano, los cuales descansan con ligera discordancia sobre sedimentos marginales de la Formación La Casita en la Sierra de Mapimí (Garza, 1971) próxima al área estudiada (Fig. 1).

Durante el Barremiano y el Aptiano temprano se desarrolló, hacia ambos lados de la isla de Coahuila, una extensa plataforma sobre la cual se depositaron los sedimentos carbonatados de la Formación Cupido. En el área estudiada predominan facies de ambiente semi-restringido somero con miliólidos y pelecípodos; mientras que hacia el NW de ésta, se observan facies con fauna pelágica de mar relativamente más profundas, como los de la Formación Tamaulipas Inferior reportada por Equiluz (1975) en la Sierra de San Felipe, Dgo.

El depósito de carbonatos de la Formación Cupido, fue interrumpido por una nueva transgresión, acompañada de un fuerte aporte de terrígenos provenientes de las áreas positivas que -- aún existían; estos sedimentos constituyeron la Formación La Peña, que cubrió extensas áreas en el NE de México durante el Aptiano tardío, mientras que, sobre la Isla de Coahuila y su litoral, se depositaban los clastos de la Formación Las Uvas - - -

(Humphrey y Díaz, 1956).

A principios del Albiano temprano la invasión de los mares siguió avanzando y se depositaron los sedimentos de plataforma de la Formación Aurora. En el área estudiada esta formación muestra facies de plataforma abierta; los bancos de rudistas intercalados con sedimentos que contienen fauna planctónica, hacen inferir un ambiente somero en el cual las fluctuaciones del nivel del mar, propiciaron temporalmente condiciones favorables al desarrollo de estos organismos sobre prominencias topográficas.

Al continuar la transgresión, la Isla de Coahuila quedó cubierta completamente por el mar, constituyéndose, sobre esta área positiva en continua subsidencia, una plataforma muy somera, que en partes fue marginal y lagunal, y sobre la que se depositaron secuencias evaporíticas.

Según Burckhardt (1930), durante el Albiano-Cenomaniano existieron movimientos orogénicos al occidente de México, los cuales provocaron el levantamiento y la formación de un área positiva que suministró los terrígenos a los sedimentos tipo flysch de la Formación Indidura, la cual se depositó en un ambiente relativamente poco profundo, como lo indica su conjunto de sedimen-

tos arenosos, arcillosos y carbonatados. Esta formación representa el inicio de la regresión de los mares durante este periodo.

Desde fines del Cretácico empezaron a actuar los esfuerzos tectónicos compresivos provocados por la Orogenia Laramide, a cuyos movimientos se asocia la retirada de los mares, plegando y fallando las rocas de la columna sedimentaria del área.

Posteriormente a la Orogenia Laramide se desarrollaron movimientos tafrogénicos, efectuándose un fallamiento en bloques asociado con basculamiento del basamento, lo que afectó a toda la columna sedimentaria del área en estudio y, en general, del Norte de México, creándose un sistema de pilares y fosas tectónicas.

El relleno de estas fosas tectónicas está constituido por grandes espesores de rocas de origen continental, acompañadas por actividad ígnea de tipo andesítico a riolítico.

## XI GEOLOGIA ECONOMICA

a) Geología petrolera: Dentro del área en estudio se encontraron trazas de aceite residual en la Sierra del Mimbres, en sedimentos de la Formación Cupido. Hacia el NW del área, en las Sierras de Atotonilco y del Toro, se observa aceite residual en rocas de la Formación Aurora. Los Pozos Ceballos No. 1 y Durango No. 1, perforados por Petróleos Mexicanos y ubicados 45 km y 60 km al norte respectivamente del área en estudio, presentaron manifestación de hidrocarburos líquidos y gaseosos en rocas carbonatadas del Cretácico.

En la columna estratigráfica regional existen rocas susceptibles de generar hidrocarburos. La Formación La Casita posee un espesor considerable de rocas arcillosas con facies carbonosas y, según González (1976), con gran contenido de materia orgánica.

Según este mismo autor, las facies arcillo-carbonatadas de la Formación Taraises presentan condiciones propicias para la generación de hidrocarburos, por su contenido y espesor de arcillas negras, depositadas en aguas relativamente profundas y en un ambiente reductor.

Los niveles estratigráficos que pudieran ser favorables a

la acumulación de hidrocarburos son las facies someras de las Formaciones Cupido y Aurora, en particular los horizontes de dolomía con porosidad intercrystalina, que contienen estas formaciones, además las facies arenosas del Neocomiano depositadas hacia las márgenes de la Península de Coahuila, presentan características atractivas para el entrampamiento de hidrocarburos.

Los sedimentos arcillosos de las Formaciones La Peña e Indidura pueden constituir la capa sello que entrampe los hidrocarburos generados en las rocas jurásicas. Dadas las condiciones tectónicas del área, deben existir en el subsuelo, estructuras adecuadas para el entrampamiento de hidrocarburos.

b) Geología minera: La actividad ígnea intrusiva del Terciario, propició la mineralización de la columna estratigráfica antes depositada, en particular de las calizas del Cretácico Inferior.

Según Singewald (op. cit.) la intrusión de cuerpos ígneos como los troncos del Sarnoso y de Ojuela, emplazados en la Sierra de Mapimí, además de levantar y deformar localmente los estratos ya previamente plegados, dieron lugar, con sus soluciones mineralizantes, a grandes depósitos ricos en plata y plomo, con trazas de cobre y estaño (Minas de Ojuela y Dinamita).

En lo que corresponde al área en estudio, los intrusivos graníticos de las Sierras La Descubridora y del Mimbres dieron origen a yacimientos hidrotermales de plata y plomo, emplazados en vetas, y a yacimientos de cobre diseminado (Minas Descubridora, Carolina y La Cobriza).

La explotación de estas menas tuvo su auge a fines del si glo pasado; actualmente se explotan los jales que quedaron de la explotación inmoderada de aquella época. Existen también al gunos yacimientos de fluorita y barita, del tipo vetiforme, que son explotados rudimentariamente por algunos gambusinos o peque ños mineros (Mina La Tórtola, Sierra del Mimbres).

c) Geohidrología: De acuerdo a la columna estratigráfica del área en estudio y a su geomorfología, en los bolsones se combinan características geológicas propias para la existencia de -- acuíferos tanto profundos como someros.

Las fosas tectónicas derivadas de los movimientos post-la ramídicos, contienen potentes espesores de material de relleno que incluyen conglomerados, en su mayor parte mal consolidado, que constituye grandes acuíferos que se recargan con las esca-- sas pero potentes lluvias que caen en la región.

Una adecuada prospección mediante métodos geofísicos eléctricos, sismología de refracción y sondeos, puede llevar a una evaluación de las reservas probables de agua y a una explotación racional de estas.

## CONCLUSIONES

- La columna estratigráfica observada en los afloramientos del área estudiada, está representada por rocas cretácicas que abarcan a las Formaciones Cupido (Barremiano-Aptiano inferior), La Peña (Aptiano superior) y Aurora (Albiano Cenomaniano (?)).

- La Formación Cupido presenta facies de plataforma semi-restringida en toda el área de estudio; las Formaciones La Peña y Aurora corresponden a depósitos de plataforma abierta en las localidades estudiadas.

- Durante el Albiano se desarrollaron bioestromas de rudistas intercalados en facies con fauna pelágica. Estos bioestromas se encuentran aislados, no forman un alineamiento arrecifal definido, por lo que se considera que no tienen implicaciones económico-petroleras.

Los horizontes de dolomías de las Formaciones Cupido y Aurora, son los niveles estratigráficos más importantes en cuanto a implicaciones económicas, ya que contienen porosidad intercrystalina.

Las impregnaciones de aceite residual encontradas dentro

de las Formaciones Cupido y Aurora, sugieren que el área es potencialmente productora de hidrocarburos.

En algunas de las estilolitas presentes en las rocas del área estudiada se observan rombos de dolomita bien desarrollados e impregnación de hidrocarburos, por lo que se infiere que estas líneas actúan como un conducto de los fluidos enriquecidos en iones de magnesio y como vías de migración de los hidrocarburos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguayo C., E., 1979.- Diagénesis en nódulos de Pedernal de la Formación Tamaulipas Superior (Cretácico Medio) NE de México. Rev. Inst. Mex. del Petróleo. -- Vol. 2, n. 2, p. 25-37.
- Blatt, H. G., G. V. Middleton y R. Murray, 1972.- Origin of -- Sedimentary rocks. PRENTICE-HALL, INC., New --- Jersey, 634 p.
- Bridges, L. W., 1961.- Pre-Carboniferous Paleozoic rocks in cen- tral Chihuahua, Mexico: Am. Assoc. Petroleum -- Geol. Bull., Vol. 45, p. 98-104.
- Burckhardt, C., 1910.- Estudio geológico de la región de San - Pedro del Gallo, Durango. Parergones Inst. - - Geol. México., t. 3, p. 307-357.
- Burckhardt, D., 1912.- Faunes jurassiques de San Pedro del Ga- llo (Etat de Durango, Mexico. Univ. Nal. Aut. - Mexico. Bol. Inst. Geología., n. 29, 260 p.
- Burckhardt, D., 1930.- Etude synthétique sur le Mésozoïque - - mexicain. Mem. Soc. Paléont. Suisse, Vol. 50, - p. 49-50.
- Burrows, R. H., 1910.- Geology of northern Mexico: Bol. Soc. Geol. Mexicana, Vol. 7, n. 1 y 2, p. 85-103.
- Cantú Ch.. A., 1976.- Nuevas localidades del Kimeridgiano y -- Titoniano en Chihuahua (Norte de México). Rev. Inst. Mex. del Petróleo, Vol. 8, n. 2, p. 38-45.
- Cantú Ch., c. y A. Martínez C., 1980.- Estudio estratigráfico- sedimentológico de las rocas del Albiano-Cenoma- niano en el área de Jiménez, Chihuahua. Institu- to Mexicano del Petróleo, informe inédito.
- De Ford, R. K., 1969.- Some keys to the geology of northern -- Chihuahua. in Guidebook. New Mexico Geology - - Society, 20th Field Conference: The Border - - Region, p. 61-65.

- Dunbar, C. O. y J. Rodgers, 1975.- Principles of stratigraphy: John Wiley and sons, New York, 356 p.
- Dunham, J. R., 1962.- Classification of carbonate rocks according to depositional texture. in Ham, W. E., - - ed., Classification of carbonate rocks. Am. - - Assoc. Petroleum Geol., Mem. 1, p. 62-84.
- Eguiluz de A., S., 1975.- Estudio fotogeológico del Prospecto Banderas. Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Eguiluz de A., S., 1976.- Estudio geológico del Prospecto Buen Día, Estado de Durango. Petróleos Mexicanos, in forme inédito.
- Folk, R. L., 1965.- Dolomitization and limestone diagenesis, a symposium. Soc. Econ. Paleon. Mineral Spec. - - Publ. 13, p. 14-48.
- Folk, R. L., 1968.- Petrology of sedimentary rocks. Hemphill's Austin, Texas. 170 p.
- García D., C., 1971.- Reconocimiento geológico del área General Cepeda, Coah. Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Garza G., R., 1971.- Estudio geológico del Prospecto San Pedro del Gallo, Edos. de Durango y Coahuila. Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Garza G., R., 1973.- Modelo sedimentario del Albiano-Cenomaniano en la porción sureste de la Plataforma de - - Coahuila (Prospecto Parras, Edo. de Coahuila). - Bol. Asoc. Mex. de Geol. Petr., Vol. 25, n. 7-9, p. 311-339.
- González G., R., 1976.- Bosquejo geológico de la Zona Noreste. Petróleos Mexicanos. III Simposium de Geología del Subsuelo, Reynosa, Tams., p. 5-30.
- Humphrey, E. W., 1949.- Geology of the Sierra de los Muertos - area and Paleontology of the La Peña Formation, Mexico: Geol. Soc. America, Bull., vol. 60, - - p. 80-176.

- Humphrey, E. W. y T. G. Díaz, 1956.- Jurassic and Lower Cretaceous stratigraphy and tectonics of Northeast -- Mexico. Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Imlay, R. W., 1936.- Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico, Geol. Soc. Amer. Bull., Vol. 47, p. 360-587.
- Imlay, R. W., 1940.- Neocomian faunas of northern Mexico. - - Geol. Soc. America. Bull., Vol. 51, p. 117-190.
- Kellum, L. B., 1936.- Geology of the Mountains West of the Laguna District. in Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico. Geol. Soc. America Bull., Vol. 47, p. 1039-1090.
- Kelly, A. W., 1936.- Geology of the Mountains bordering the - Valleys of Acatita and Las Delicias. in Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico. Geol. Soc. America, Bull. Vol. 47. p. 1009-1038.
- Leyva U., S., 1971.- Evaluación Geológico Petrolera "Prospecto Tlahualilo-Zaragoza". Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Meza G., J., 1980.- El género Orbitolina en México y su distribución estratigráfica. Rev. Inst. Mex. del Petróleo. Vol. 12, n. 3, p. 4-33.
- Neumann, M., 1967.- Manuel de Micropaléontologie des foraminifères. Gauthier-Villars, Paris, 297 p.
- Ordoñez, E., 1936.- Principales Provincias Geográficas y Geológicas de la República Mexicana; Univ. Nal. Aut. México, Inst. Geología, Guía del Explorador Mineiro, p. 103-142.
- Pantoja A., J., 1964.- Resumen de la geología de la hoja San - Pedro del Gallo, Estado de Durango. Univ. Nal. Aut. de México, Inst. Geología, Serie 1:100,000.
- Park, W. C. y E. H. Schot, 1968.- Stylolites: their nature and origin. Jour Sed. Petrology, Vol. 38, n. 1, - - p. 175-191.

- Petróleos Mexicanos, Zona Noreste, 1977.- VIII Excursión de -- Geología Superficial, Reynosa, Tams. Modelos es-- tructurales y su probable origen a través de la ruta: Torreón-Mapimi-Monclova-Salttillo-Monte-- rrey. 39 p.
- Pettijohn, F. J., 1970.- Rocas sedimentarias (traducción al es-- pañol), Ed. EUDEBA, p. 657-668.
- Raiz, E., 1959.- Landforms of Mexico. Geography Branch, Office of Naval Research, Cambridge, Mass.
- Singewald, D. Q., 1936.- Igneous phenomena and geologic struc-- ture near Mapimi. in Evolution of the Coahuila Peninsula, Mexico. Geol. Soc. America Bull. - - Vol. 47, p. 1153-1176.
- Tamayo J., L., 1965.- Geografía Moderna de México. 4a. edi-- ción, Editorial F. Trillas, S. A., México, D.F., 413 p.
- Tardy, M., 1972.- Sobre la estratigrafía de la Sierra Madre -- Oriental en el sector de Parras Coahuila: Dis-- tinción de las Series Coahuilense y Parrense, - Bol. Soc. Geol. Mexicana t. 33, p. 51-70.
- Tovar R., J., 1964.- Secciones columnares de la Formación Cupi-- do de las Sierras del Fraile, Minas Viejas, La - Silla y Cañón de la Huasteca. Petróleos Mexica-- nos, informe inédito.
- Valencia R., J., 1973.- Reconocimiento geológico de las áreas de la Boquilla, Jiménez y Escalón, Chihuahua. - Petróleos Mexicanos, informe inédito.
- Wilson, J. L., A. Madrid., and R. Malpica, 1969.- Microfacies of Pennsylvanian and Wolfcampian strata in south western U. S. A. and Chihuahua. in Guidebook, - New Mexico Geology Society, 20th Field Confer-- ence: The Border Region, p. 75-87. .
- Zwanzinger A., J., 1976.- Geología regional del sistema sedi-- mentario Cupido. Petróleos Mexicanos. III Sim-- posium de Geología del Subsuelo, Reynosa, Tams., p. 134-159.