

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS Y SERVICIOS DE INFORMACION

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS PALEOAMBIENTAL Y DIAGENETICO DE LA SECUENCIA

CARBONATADA DEL CRETACICO MEDIO EN EL AREA DE IXMIQUILPAN.

ESTADO DE HIDALGO.

ROMAN SANCHEZ MARTINEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

01179
Res.
7

C O N T E N I D O

RESUMEN

I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

- a).- Introducción
- b).- Objetivos

II. GENERALIDADES

- a).- Localización del Area
- b).- Metodología

III. ANTECEDENTES GEOLOGICOS Y GEOFISICOS

- a).- Geológicos
- b).- Geofísicos

IV.- ESTRATIGRAFIA

CRETACICO INFERIOR

Formación Tamaulipas Inferior

Formación "Tlacoyalco"

CRETACICO MEDIO

Formación Tamaulipas Superior

Formación Tamabra

Formación El Abra

CRETACICO SUPERIOR

Formación Agua Nueva

Formación Soyatal

Formación Méndez

V. DESCRIPCION DE AMBIENTES SEDIMENTARIOS
E INTERPRETACION

VI. INTERPRETACION LATERAL Y VERTICAL
DE FACIES SEDIMENTARIAS

VII. DIAGENESIS E INTERPRETACION

- a). Descripción de los procesos diagenéticos
de las facies sedimentarias observadas.

- b). Interpretación de los procesos diagenéticos observados.

VIII. PALEOGEOGRAFIA Y TECTONICA

IX. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

X. GEOLOGIA ECONOMICA

- a). Datos de geoquímica
- b). Manifestaciones de hidrocarburos
- c). Rocas generadoras, almacenadoras y sello
- d). Areas de interés económico

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

XII. BIBLIOGRAFIA

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

- I.1 Mapa de localización del área
- IV.1 Tabla de correlación cronoestratigráfica
- IV.2 Mapa geológico del área
- V-1 Columna estratigráfica No. 1. Sección I
- V-2 Columna estratigráfica No. 2. Sección I
- V-3 Columna estratigráfica No. 3. Sección I
- V-3a Columna estratigráfica No. 3. Sección I
- V-4 Columna estratigráfica No. 4. Sección I
- V-5 Columna estratigráfica No. 5. Sección I
- V-6 Columna estratigráfica No. 6. Sección I
- V-7 Columna estratigráfica No. 1. Sección II
- V-8 Columna estratigráfica No. 2. Sección II
- V-9 Columna estratigráfica No. 3. Sección II
- V-10 Tabla de simbología utilizada en secciones estratigráficas estudiadas
- VI-1 Sección estructural-estratigráfica No. 1 (primera parte)
- VI-1a Sección estructural-estratigráfica No. 1 (segunda parte)
- VI-II Sección estructural-estratigráfica No. 2 (primera parte)
- VI-IIa Sección estructural-estratigráfica No. 2 (segunda parte)
- VII-1 Tabla de procesos diagenéticos por facies sedimentarias
- VII-2 Tabla de ambientes diagenéticos
- VIII-1 Modelo sedimentario del Aptiano al Reciente
- VIII-2 Mapa Paleogeográfico sin reconstrucción palinspástica
- IX-1 Proyección estereográfica Santa Mónica
- IX-2 Proyección estereográfica Santorum
- X-1 Localización de áreas de interés económico

R E S U M E N

El área de estudio se encuentra situada al sureste de la Ciudad de Ixmiquilpan, en el Estado de Hidalgo. Geológicamente se encuentra ubicada en el extremo suroriental de la Plataforma de Valles- San Luis Potosí, cubriendo una superficie aproximada de 3000 Km².

El objetivo de este estudio es el de establecer la distribución de las diferentes facies sedimentarias que constituyen la secuencia carbonatada del Cretácico Medio, utilizando la clasificación estándar de Wilson (1975) para rocas carbonatadas y de identificar los diferentes procesos diagenéticos que en forma sucesiva afectaron a estas facies. Este trabajo está basado en observaciones de campo y en el análisis de secciones delgadas, tanto de muestras colectadas en afloramientos como de muestras recuperadas en la perforación de dos pozos exploratorios.

De acuerdo a la clasificación antes mencionada, se identificaron 6 facies sedimentarias con características litológicas, faunística y de estructuras sedimentarias bien definidas.

Con la información obtenida de la distribución de las diferentes

facies de estas rocas. se establecieron los bordes oriental y occidental de la Plataforma Valles - San Luis Potosí. y se elaboro un modelo sedimentario del Cretácico Medio en el área de estudio.

Se reconocieron siete procesos diagenéticos de los cuales dos afectaron a estas rocas durante la diagénesis temprana y los otros durante la diagénesis tardía. Con base en estos procesos se dedujo que las rocas del Cretácico Medio fueron sometidas a tres ambientes diagenéticos distintos.

Se definieron los diferentes estilos estructurales que presentan las Formaciones El Abra, Tamabra y Tamaulipas Superior y se delimitaron las áreas con mejores posibilidades desde el punto de vista económico-petrolero.

I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

a).- Introducción

Los primeros estudios geológicos realizados con fines petroleros permitieron conocer la columna estratigráfica y la existencia de rocas favorables para la generación y acumulación de hidrocarburos en el área. A partir de estos resultados, se programaron y se llevaron a cabo estudios geofísicos que definieron, la dirección de los

ejes de las principales estructuras en el subsuelo y la profundidad del basamento en el área.

La integración de los datos geológicos-geofísicos del área permitieron la localización y perforación de los pozos exploratorios: Ixmiquilpan No. 1 y Jasso No. 1.

La información derivada de los estudios geológicos y geofísicos y de los pozos perforados fueron analizados e integrados a los datos obtenidos en el presente estudio, permitiendo con ello seleccionar las áreas con mejores posibilidades para la búsqueda de hidrocarburos en rocas del Cretácico Medio.

b). Objetivos

El principal objetivo de este estudio fue evaluar las posibilidades petrolíferas de la secuencia del Cretácico Medio en el área. Para ello fue necesario cubrir las siguientes metas intermedias mediante:

1. Elaboración de modelos sedimentarios de la secuencia carbonatada del Cretácico Medio.
2. Analizar la información geológica, geofísica y geoquímica del área.

3. Establecer el patrón estructural y tectónico del área.
4. Analizar las condiciones de porosidad y diagénesis de la secuencia en estudio.
5. Proposición de localizaciones.

II. GENERALIDADES

a). Localización del Area

El área que comprende el presente estudio se ubica en la porción sureste de la llamada Plataforma Valles - San Luis Potosí (Figura II-1). localizada en las poblaciones de Ixmiquilpan, Tula, Mextitlán, Atotonilco el Grande y Actopan, en el estado de Hidalgo. Geológicamente se encuentra situado entre las provincias Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Presenta la forma de un polígono que cubre una superficie aproximada de 3000 Km² cuyos vértices corresponden las coordenadas geográficas:

⊕ Pozo Ixmiquilpan no.1

● Pozo Jasso no.1

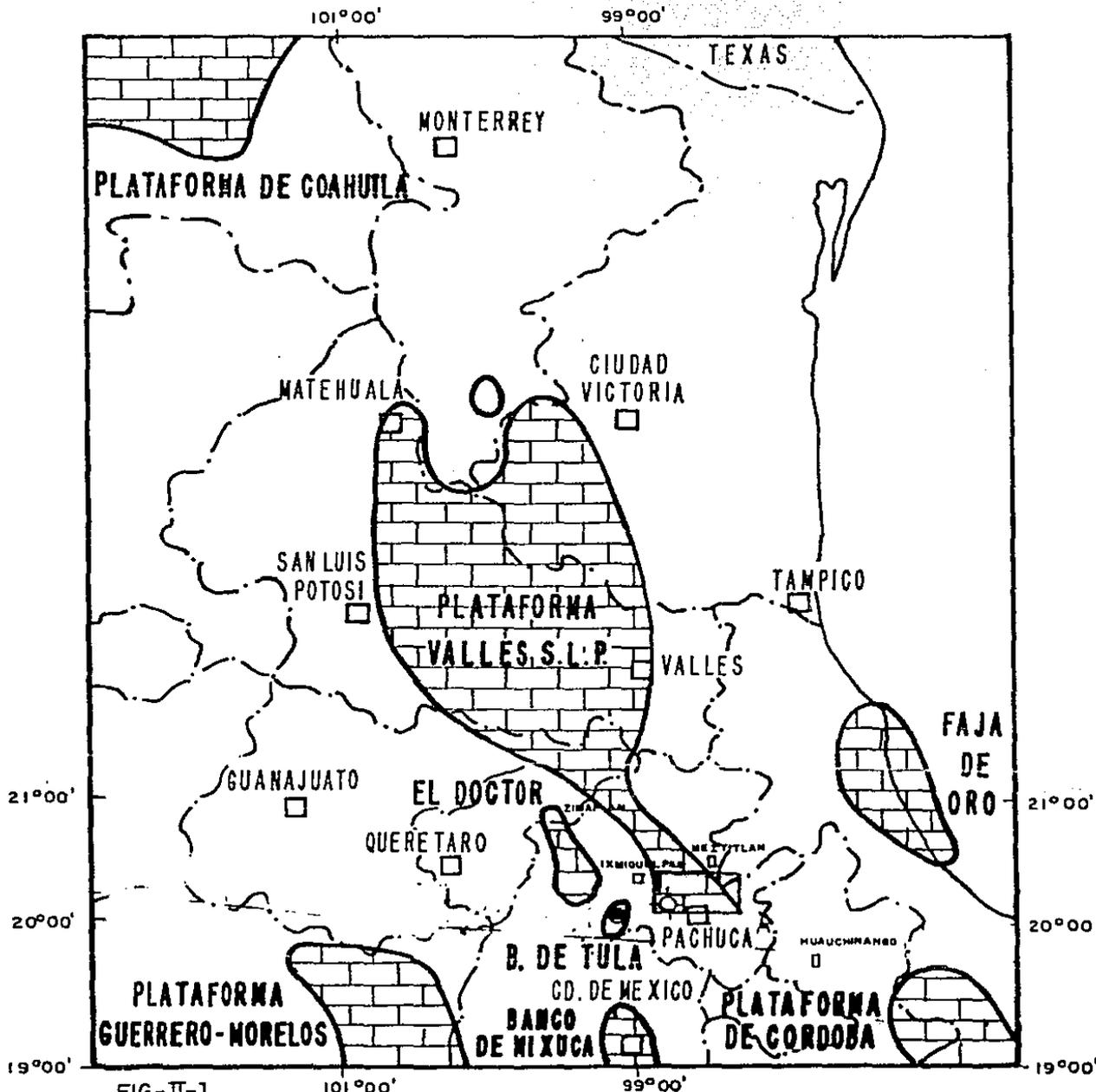


FIG.-II-1

PLANO DE DISTRIBUCION DE FACIES DE PLATAFORMA DEL CRETACICO MEDIO

20°30'00"	latitud norte	99°20'00"	longitud oeste
20°00'00"	"	99°20'00"	"
20°30'00"	"	98°40'00"	"
20°15'00"	"	98°40'00"	"

Cubre las cartas geológicas de las hojas Ixmiquilpan y Actopan publicadas por DETENAL a escala 1:50.000

b) Metodología

El estudio de este trabajo se llevó a cabo mediante:

1. Compilación y análisis de informes y publicaciones previas.
2. Elaboración de un mapa geológico, tomando como base cartas topográficas a escala 1:50.000, apoyándose en trabajos anteriores y en verificaciones de campo.
3. Colección de muestras y de datos estructurales en las secciones estratigráficas medidas.
4. Análisis petrográfico de muestras superficiales colectadas en el área de estudio, así como el de las muestras de canal y núcleos recuperados

durante la perforación de los pozos. Ixmiquilpan No. 1 y Jasso No. 1.

5. Estudio diagenético de las muestras colectadas e interpretación del mismo.
6. Integración de datos de campo y de laboratorio.
7. Integración del estudio diagenético.
8. Elaboración del modelo sedimentario de la Formación El Abra.
9. Delimitación de áreas con posibilidades económico petroleras.

Para la descripción de las muestras estudiadas, se utilizó la nomenclatura propuesta por Dunham (1972), y para la determinación de facies sedimentarias se utilizó la clasificación propuesta por Wilson (1975), para facies en rocas carbonatadas.

III. ANTECEDENTES GEOLOGICOS Y GEOFISICOS

a). Geológicos

En el área que comprende este trabajo, se han llevado a cabo numerosos estudios geológicos tanto de aspecto económico-petrolero como académico, los cuales sentaron las bases de la geología de la región. Asimismo, se perforaron los pozos exploratorios de Ixmiquilpan No. 1 y Jasso No. 1, teniendo como objetivo principal el de investigar la columna estratigráfica del subsuelo. Entre los trabajos más sobresalientes realizados se tienen los siguientes:

En el año de 1970, Manuel Zozaya efectuó el prospecto Queretaro-Tula (I.G.P.R.-90), de tipo regional, donde definió una columna geológica que varía del Cretácico Inferior al Reciente. Postula además la existencia de una serie de islas para el Jurásico y una Plataforma para el Cretácico Medio. Estructuralmente reportó una serie de pliegues muy apretados y recostados al oriente.

En 1971, Ignacio Avila realizó el prospecto Ixmiquilpan (I.G.P.R.-100), de detalle estratigráfico. En este trabajo se estudiaron las Formaciones El Abra, Cuesta del Cura, Cuautla y Sovatal. Estructuralmente reporta la presencia de los anticlinales Ixmiquilpan y San Miguel de la Cal, y propone además, la perforación de un pozo de sondeo estratigráfico en esta última estructura, localizada al sureste del poblado de Ixmiquilpan, Hidalgo.

En el año de 1975, Guillermo Tarango llevó a cabo el prospecto Ixmiquilpan (I.G.P.R.-126), donde define grandes pliegues anticlinales y sinclinales y propone la localización del pozo Ixmiquilpan, mismo que se perforó en el año de 1980, atravesando una columna sedimentaria que va desde el Triásico hasta el Reciente.

En 1978, Antonio Pimentel efectuó el prospecto Santuario (I.G.P.R. 1978), de detalle estratigráfico y reportó una secuencia de sedimentos cuya edad varia del Jurásico Tardío al Cretácico Tardío; definiendo las características de cada una de las unidades formacionales, así como su distribución en el área.

En 1982, Daniel Velez realizó el prospecto Atotonilco El Grande (I.G.P.R. 210), de detalle estructural y concluye que el área presenta un patrón estructural dominado por plegamientos asimétricos, recostados y en abanico; asociados a fallamiento inverso.

b). Geofísicos

La única información geofísica existente en el área es la que se reporta en el prospecto Tula Oriente - Poniente, realizada en el año de 1979 por Héctor Hernández y Sergio Salazar. En este prospecto se integró la información de geología superficial y los resultados de un estudio

gravimétrico efectuado en el año de 1978. Se postuló la presencia de un borde Cuanca-Plataforma para el Jurásico Tardío; asimismo, se interpretaron una serie de depresiones que intercomunican a los bancos de Tula-Ixmiquilpan y El Doctor, los cuales coinciden con levantamientos de basamento.

Una reinterpretación de este mismo prospecto, se integró a la información obtenida con la perforación del pozo Ixmiquilpan No. 1, dando como resultado que los ejes gravimétricos en el área presentan un rumbo sensiblemente orientados noroeste-sureste.

Asimismo, los valores de Anomalía de Bouguer en el área se incrementan regionalmente 300 U.G. desde la Fosa de Jilotepac, localizada al sur del área estudiada, hasta la zona de bancos; poniendo de manifiesto el levantamiento del basamento y rocas suprayacentes hacia el norte y que coincide con la distribución de las calizas de la Formación El Abra del Cretácico Medio.

En el área de Tasquillo, en la parte norte de este trabajo, se observa una pequeña anomalía que se asocia con la presencia local de un fuerte contraste de densidad que refleja la presencia de rocas ígneas intrusivas de mayor densidad relativa que las rocas que la rodean. Otro efecto gravimétrico importante que se observa en esta área es el de un mínimo gravimétrico de forma alargada y de

características regionales que separa el banco de Ixmiquilpan con el banco de El Doctor, el cual se interpreta como un déficit de masa donde puede aumentar el espesor de la columna sedimentaria.

IV. ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía del área está constituida por una secuencia de rocas sedimentarias e igneas, con edades del Mesozoico al Reciente (Figura IV-1).

Durante el Triásico-Jurásico Medio, la sedimentación predominante fue de origen continental. Estos depósitos fueron cubiertos por unidades litoestratigráficas del Jurásico Tardío, que representan dos dominios diferentes de depósito. En la porción occidental, en el área de Ixmiquilpan, los sedimentos de esta edad fueron de origen marino somero, con gran aporte de rocas volcánicas (Formación Trancas), mientras que al oriente, en la región de Meztitlán la Formación Tamán se depositó en un ambiente marino de aguas profundas y sin ninguna influencia volcánica.

Estas condiciones persistieron hasta el Cretácico Temprano con la depositación de las Formaciones Santuario y "Tlacoyalco" en el occidente, y Tamaulipas Inferior hacia el oriente del área, siendo esta última formación la unidad

litoestratigráfica más antigua que aflora en el área estudiada.

En el Cretácico Medio, la distribución de los mares se extienden y propician el crecimiento de estructuras orgánicas y el depósito de sedimentos carbonatados en la parte central del área, así como depósitos de aguas más profundas en las porciones occidental y oriental del área; dando como resultado la formación de una plataforma carbonatada con una distribución de facies sedimentarias bien definidas, las cuales están representadas en las Formaciones El Abra, Tamabra y Tamaulipas Superior.

Durante el Cretácico Tardío, la transgresión marina cubre totalmente la plataforma, depositándose sobre ella sedimentos carbonatados en facies de cuenca en el área de Mezquitlán, Hidalgo; y sedimentos de tipo terrígeno en el área de Actopan y Atotonilco.

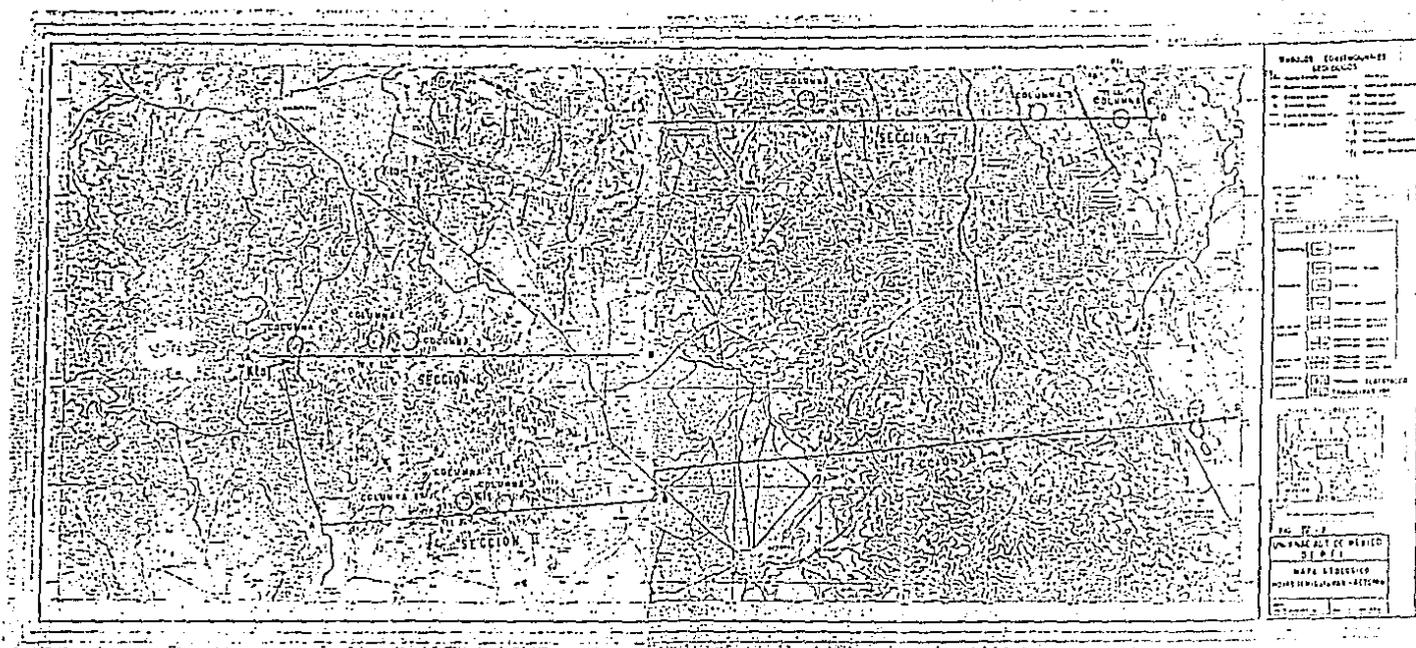
En el Terciario, se produjo en el área el depósito de clásticos continentales; seguida por una intensa actividad volcánica que originó la emisión de tobas, derrames andesíticos y culminó con derrames basálticos en el área.

A continuación se describirán en forma generalizada las formaciones del Cretácico Inferior y Superior; y en forma

T I E M P O					ZONA POZA RICA	PORCION ORIENTAL DE MEXICO	PORCION CENTRAL DE MEXICO	PORCION NORORIENTAL DE MEXICO		
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISO	EDAD M.A.	FORMACION	FORMACION	FORMACION	FORMACION		
CENOZOICO	TERCIARIO	SUPERIOR	RECIENTE	1	ALUVION	TARANGO	TARANGO	TARANGO		
			PLEISTOCENO	13						
			PLIOCENO	25						
			MIOCENO	36						
			OLIGOCENO	58						
			EOCENO	63						
			PALEOCENO	72						
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHIANO	72	MELENDEZ	SOYATAL	COYATLAN	MELENDEZ		
			SENONIANOS	82	SAN FELIPE			SAN FELIPE		
			CAMPANIANO	90	AGUA NUEVA			MEXCALA	AGUA NUEVA	
			SANTONIANO	110	TAMAULIPAS SUPERIOR			ABRA	TAMAULIPAS SUPERIOR	
			CONIACIANO	120	OTATES			ABRA	TAMAULIPAS SUPERIOR	
		MEDIO	CENOMANIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR			SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR
			ALBIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR			SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR
			APTIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR			SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR
			BARREMIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR			SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR
			HAUTERVIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR			SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR
	JURASICO	SUPERIOR	NEOCENOMANIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			BERRIASIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			TITONIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			BONONIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			HAURIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
		MEDIO	SEQUANTIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			ARGONIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			DIVESIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			CALLOVIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
			BATHONIANO	135	TAMAULIPAS INFERIOR	SANTUARIO	SANTUARIO	TAMAULIPAS INFERIOR		
	TRIASICO	SUPERIOR	BAJOCIANO	166	CAHUASAS	CAHUASAS	CAHUASAS	CAHUASAS		
			LIASICO	181	HUAYACOCOTLA	HUAYACOCOTLA ?	HUAYACOCOTLA ?	HUAYACOCOTLA ?		
			RETIANO	200	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL		
NOBIANO			200	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL			
MEDIO		CARNIANO	200	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL			
		LANDEMIANO	200	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL			
		ANISIANO	230	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL			
		SEYTIANO	230	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL			
PALEOZOICO			PERMICO	280	ROCAS METAMORFICAS (ESQUISTOS)					
			CARBONIFERO	345	ROCAS METAMORFICAS (ESQUISTOS)					
			DEVONICO	405	ROCAS METAMORFICAS (ESQUISTOS)					
			SILURICO	435	ROCAS METAMORFICAS (ESQUISTOS)					
			ORDOVICICO	500	ROCAS METAMORFICAS (ESQUISTOS)					
PREPALEOZOICO		PRECAMERICO	?							

EROSION O NO DEPOSITO O NO EXPUESTO

Fig. IV-1.- Tabla de Correlación Cronoestratigráfica



detallada las del Cretácico Medio, que son el objetivo de este estudio.

CRETACICO INFERIOR FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR

Definición.-

Esta formación fué definida por Stephenson, L.W. en 1921 (en Martínez, 1972), para una sucesión de calizas de color gris claro a gris crema con lentes y nódulos de pedernal que aflora en El Cañon de La Borrega, Tamaulipas.

Distribución.-

Esta formación se encuentra distribuida en el área de Santa Mónica y al sureste de Mexititlán, en el estado de Hidalgo.

Litología y Espesor.-

Está formada por una secuencia de mudstones y wackestones de color gris oscuro a negro, estratificados en capas delgadas con intercalaciones de lentes de pedernal de color negro. Esta formación presenta un espesor aproximado de 400 metros.

Edad y Correlación.-

La edad de la Formación Tamaulipas Inferior corresponde del Berriasiano al Aptiano y se correlaciona con la Formación

Santuario en el área de Ixmiquilpan. Hgo.

Sedimentología. -

La presencia de microfósiles planctónicos como: Tintinopsella longa Colom, Calpionella alpina Lorenz y otros, indican que el depósito de esta formación se llevó a cabo en un ambiente de aguas profundas.

FORMACION "TLACOYALCO"

Definición. -

Esta formación fue descrita informalmente por Tarango (1975), para una secuencia de calizas de color gris claro a gris verdoso con abundante Chofatella sp. escasos miliólidos y textularidos, con intercalaciones de lutitas y areniscas de color gris verdoso que afloran en las cercanías del rancho Los Mendoza. Municipio de Actopan. Hgo.

Distribución. -

Aflora en la porción central del área, a 500 metros del pozo Ixmiquilpan 1, y en las localidades del rancho Los Mendoza y al nororiente del poblado de Ixmiquilpan. Hgo. (Figura IV-2).

Litología y Espesor. -

Esta constituida de mudstone - wackestone de pallas, bioclastos y escasos miliólidos y textularias, de color gris claro a

verdoso; con líneas estilolíticas, fracturas con calcita y bioturbación rellena de dolomías de textura media y gruesa. Intercalada con margas gris verdoso que intemperizan a color amarillo ocre, con abundante Chofatella sp. escasos miliólidos y textularios; en partes alternan con dolomías de textura fina a media ligeramente bandeadas y con líneas estilolíticas. Presentan estratos de 0.20 a 0.80 metros de espesor.

En la localidad del rancho Los Mendoza, presenta en la parte intermedia, intercalaciones de lutitas calcáreo-bentoníticas gris verdoso y areniscas de grano grueso a conglomeráticas.

El espesor que presenta esta formación, sin conocer su base es de aproximadamente 240 metros de potencia.

Relaciones Estratigráficas. -

Subyace en secuencia normal a la Formación El Abra del Cretácico Medio y no se observó su límite inferior.

Edad y Correlación. -

Por la posición estratigráfica que guarda con respecto a la Formación El Abra y por la microfauna bentónica (Chofatella decipiens Munier, Chofatella decipiens Slumbergeri) que contiene, así como su macrofauna: placas de equinodermos, fragmentos de requetánidos del género Toucasia sp. y de algas dacycladaceas del género Salpingoporella sp., se la determinó la edad Aptiana.

Se correlaciona en edad (Figura IV.1) con las Formaciones: Otates, de la Cuenca Tampico-Misantla; Acahuizotla de la Cuenca Morelos; San Juan Raya y Zapotitlán, de la Cuenca de Tehuacán; La Peña del área de Saltillo-Monterrey; San Lucas y Comburindio, de la Cuenca de Michoacán. Además se correlaciona con la parte superior de la Formación Tamaulipas Inferior de la Cuenca Tampico-Misantla.

Sedimentología.-

Las características litológicas y paleontológicas que presenta la Formación "Tlacoyalco" en el área de San Salvador (columna 3, sección II), indican que su depósito se originó en un ambiente de plataforma somera de aguas cálidas, transparentes y salinidad estable; que permitió en sus bordes el desarrollo de bancos arrecifales constructores de barreras que indujeron a la formación de una laguna de poca profundidad donde tuvo lugar el depósito de lodos calcáreos y el desarrollo de foraminíferos bentónicos observados en las muestras colectadas. La presencia de terrígenos en la parte intermedia del espesor medido en superficie, señalan que esta plataforma se localizaba próxima a elementos positivos que funcionaron como fuente de suministro de estos sedimentos; asimismo, las bentonitas interestratificadas indican la amplia distribución que a principios del Cretácico tuvieron las efusiones volcánicas, contribuyendo con sus productos al engrosamiento de las formaciones depositadas en este tiempo.

CRETACICO MEDIO

Debido a que uno de los objetivos principales del presente trabajo es el estudio detallado de la secuencia carbonatada del Cretácico Medio, los sedimentos de esta edad se describirán utilizando la clasificación propuesta por Wilson (1975) para facies sedimentarias en rocas de este tipo, y por consiguiente cada unidad litoestratigráfica, puede involucrar una o más facies sedimentarias. En el área estudiada se identificaron tres litofacies distribuidas en franjas orientadas noroeste-sureste, mismas que presentan características petrográficas claramente diferenciadas. Estas litofacies corresponden a:

1. Facies de cuenca (Formación Tamaulipas Superior).
2. Facies de borde de plataforma (Formación Tamabra).
3. Facies de plataforma (Formación El Abra).

FORMACION TAMAULIPAS SUPERIOR

FACIES SEDIMENTARIA No. 3

Definición. -

Esta Formación fue definida por Stephenson, (1936) en Avila (1971), y se asigna a una secuencia de calizas de capas delgadas de coloración oscura con frecuentes bandas de pedernal negro.

cuya localidad tipo se encuentra en el Cañón de la Borrega, en la Sierra de Tamaulipas.

Distribución.-

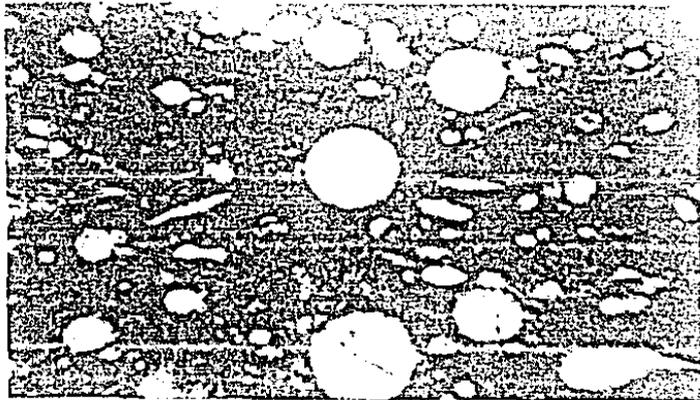
Esta distribuida en una porción muy reducida dentro del área de estudio. Aflora en la región de Santa Mónica Autempa, al sur de Meztitlán, Hgo. (Figura IV.-2).

Litología y Espesor.-

Constituye el equivalente lateral pelágico de la Formación El Abra. Está constituida por una secuencia de mudstone-wackestones de microfósiles planctónicos (Lámina 1 Foto 1), de color gris oscuro a negro estratificado en capas que varían de 0.03 a 0.04 metros, con intercalaciones de pequeños horizontes de bentonitas de coloración verdosa y lentes de pedernal negro. En partes presenta estructuras como laminación, estilolitas y fracturas con calcita.

Se desconoce el espesor total de esta formación en el área, ya que únicamente fue observado su contacto superior. En la sección donde fue estudiada, presentó un espesor de 150 metros.

La columna 6 de la sección I, muestra detalladamente las características petrográficas y paleontológicas, así como el espesor, estructuras sedimentarias y procesos diagenéticos que presenta esta formación.



1



2



3

L A M I N A 1

LAMINA 1

Fotografía No. 1: En esta fotografía puede observarse la abundancia de organismos planctónicos encontrados en los sedimentos depositados en la facies 3 (Formación Tamaulipas Superior). Los microfósiles observados en la fotografía corresponden a radiolarios calcificados.

Fotografía No. 2: Intraclastos derivados de rocas depositadas en aguas someras mezcladas con microorganismos propios de aguas profundas. Estos sedimentos se depositaron en una facies 4 (de talud) y corresponden a la Formación Tamabra.

Fotografía No. 3: En esta fotografía se puede ver la mezcla de organismos planctónicos y bentónicos encontrados en la facies 4 (Formación Tamabra). La barra en estas fotografías representa 0.16 mm.

Relaciones Estratigráficas.-

Subyace en concordancia a los sedimentos de la Formación Méndez del Cretácico Superior y sobryace de la misma forma a los sedimentos de la Formación Tamaulipas Inferior del Cretácico Inferior.

Edad y Correlación.-

La Formación Tamaulipas Superior, mediante la microfauna identificada en las muestras se le determinó una edad Albiano-Cenomaniano.

La microfauna planctónica identificada consiste de:

Colomiella recta Bonet

Colomiella mexicana Bonet

Microcalamojides diversus Bonet

Rotalipora sp.

Radiolarios

Se correlaciona cronoestratigráficamente (Figura IV-1), con las Formaciones El Abra y Tamabra en el área de estudio, y con las Formaciones Orizaba, Morelos y El Doctor de la región de Córdoba, Guerrero-Morelos y del banco El Doctor, respectivamente.

Sedimentología.-

De acuerdo con las características petrográficas consistentes de mudstones a wackestones, así como las características paleontológicas conformadas por organismos pelágicos como radio-

laricos. calcisphaerúlidos y rotalíporas observados a lo largo de la secuencia de la Formación Tamaulipa Superior: se puede inferir que su depósito se llevó a cabo en un ambiente de aguas profundas, correspondiente a la facies No. 3 de Wilson. Por las estructuras sedimentarias que presentan como son laminaciones y estratificación gradual se puede interpretar que en esta facies denominaba un ambiente de baja energía.

FORMACION TAMABRA

(FACIES SEDIMENTARIA No. 4)

Definición

La Formación Tamabra fue definida por Heim A. (1940) en Carrasco V.B. (1971) para designar a las calizas de las facies Tamaulipas Superior, El Abra Y Taninul que afloran en la Sierra El Abra.

Distribución.-

Esta distribuido al norte del poblado de Tutxadho y en el cerro El Cuadril, situados al sureste de la Cd. de Ixmiquilpan, Hgo. y en la porción oriental del área, en las cercanías de Santa María Amajac (Figura IV-2). Carrasco (1971) reporta la presencia de esta unidad en la parte oriental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí, en el área de Meztlán, Hgo.

Litología y Espesor.-

Esta formada por brechas de calizas estratificadas en capas que

varían de 0.20 a 0.60 metros de espesor (Lámina 2 foto 1). Constituidas por fragmentos sub-angulosos de calizas de cuencas con pedernal y clásticos con fragmentos de fósiles de plataforma como radiolíticos y caprinidos en alternancia con estratos de wackestones y grainstones de bioclastos (rudistas, gasterópodos, algas y corales) de 0.50 a 1.0 metros de espesor de color gris claro a crema.

Esta facies sedimentaria fue observada en las columnas 1 y 6 de la sección I y en la columna 1 de la sección II (Figura IV-2). La columna 1 de la sección I se localiza en la porción occidental del área, al sureste del poblado de Ixmiquilpan. En esta columna la facies 4, está formada en su parte inferior predominantemente de packstones y grainstones de bioclastos constituidos principalmente por braquiópodos, palaeípodos y gasterópodos, mezclados con organismos planctónicos como radiolarios y calcisphaerúlidos. Hacia la parte superior está constituido de mudstones a wackestones con abundante fauna planctónica, mezclados con escasos fragmentos de organismos bentónicos. En esta facies se observaron estructuras sedimentarias de flujos de escombros y estructuras de laminación. El espesor de esta facies en esta localidad es de 1000 metros aproximadamente.

La columna 6 de la sección I se ubica en la porción nororiental del área (Cerro Loma Larga). En esta columna, la facies 4 está formada esencialmente de packstones de intraclastos con

intercalaciones de wackestones de bioclastos (rudistas, gasterópodos, algas y corales), mezclados con organismos pelágicos. En esta columna también se observaron estructuras de flujos de escombros. En esta localidad el espesor medio de esta formación fue de 60.0 metros.

En la columna 1 de la sección 2, localizada en la porción centro-occidental del área, la facies sedimentaria No. 4 está representada por una alternancia de wackestones a packestones con bioclastos de ostrácodos, pelecípodos y rudistas; mezclados con fauna planctónica en la parte inferior y de packestones y grainstones con intercalaciones delgadas de brechas de bioclastos e intraclastos en la parte superior. En esta columna fue observado un espesor aproximado de 450.0 metros de esta facies.

Edad y Correlación.-

La fauna encontrada en estos sedimentos corresponde al Albiano - Cenomaniano y consiste de:

Dictyoconus walnutensis Carsey

Nummoloculina heimi Bonet

Dicyclina schlumbergeri Munier-chalmas

Colomiella mexicana Bonet

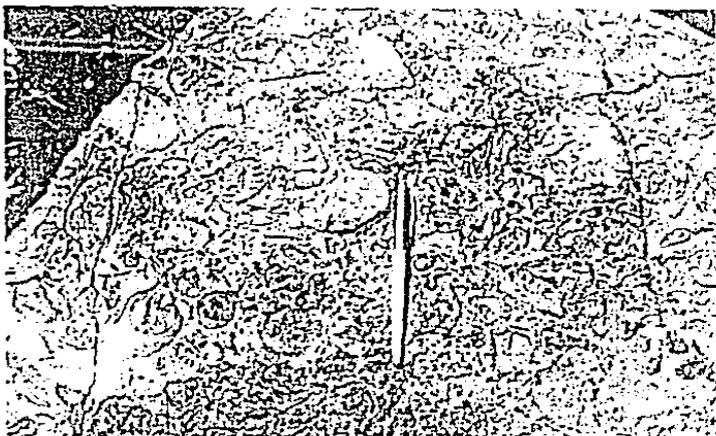
Colomiella recta Bonet

Calciesphaerula innominata Bonet

La Formación Tamabra se correlaciona con las Formaciones El Abra



1



2



3

L A M I N A 2

LAMINA 2

Fotografía No. 1: Brechas de calizas observadas en la Formación Tamabra. Estas brechas están constituidas por fragmentos subangulosos de calizas de plataforma que contienen fragmentos de fósiles como caprinidos y radiolitidos, y de calizas de cuenca con pedernal. Corresponden a la Formación Tamabra en la porción occidental del área.

Fotografía No. 2: Bancos potentes con abundantes rudistas, principalmente caprinidos y monopléuridos y en menor proporción de requiénidos. Estos estratos presentan espesores que varían entre 0.50 a 3.0 metros. Estos bancos pueden constituir pequeños núcleos arrecifales. Forman parte de la Formación El Abra en el área de Xuchitlán, al noroeste de Actopan, Hgo.

Fotografía No. 4: Carpetas de algas observados en las facies 7 y 8 (Formación El Abra). Es común encontrar estas carpetas de algas en las facies lagunares, principalmente en la parte central del área de estudio.

en el occidente del área y Tamaulipas Superior en el área de Meztitlán, Hgo.

Sedimentología.-

Existen distintas hipótesis relacionadas con el origen de estos sedimentos, según diferentes autores.

Bebout, Coogan y Maggio (1969).- Consideran estos sedimentos como de aguas someras y que el escarpe que presentan se debe a fallamiento.

Illing y Barnatche (1965) en Carrasco (1971), consideran que el depósito se debe a fluctuaciones del nivel del agua, transgresiones y regresiones (alternancias de formación de depósitos de plataforma y cuencas y escarpe construccional).

Grimsdale (1953) en Carrasco (1971), establece que es un depósito de clásticos arrecifales acarreados en una zona de mayor profundidad en dirección al mar abierto, depositadas a profundidades batiales.

Enos (1974).- Supone que estas brechas pudieron ser colapsadas y acarreadas durante las tormentas rellenando depresiones.

En este estudio se establece que esta facies consiste de wackestones y packestones y brechas y una mezcla de organismos propios de complejos arrecifales con organismos característicos

de aguas profundas. Texturalmente los sedimentos que constituyen esta facies están mal clasificados y presentan estructuras sedimentarias típicas de alta energía como son: Flujos de granos y flujos de escombros. Por lo anterior se puede deducir que esta facies es el resultado de la acumulación de los sedimentos que provinieron de la destrucción de complejos arrecifales y redistribuidos por flujos de alta energía hacia las zonas de talud, como lo indican la mezcla de organismos de diferentes ambientes.

FORMACION EL ABRA

Facies Sedimentarias 5, 6, 7 y 8

Definición.-

Esta formación fue descrita por J. Muir (1936) en Aguayo C.J. (1978) y asigna con este nombre al complejo de rocas carbonatadas de facies de plataforma depositadas durante el Albiano-Cenomaniano y cuya localidad tipo se ubica en la Estación El Abra a 9 km al oriente de Ciudad Valles. S.L.P.

Distribución.-

La Formación El Abra de esta región está representada por facies de plataforma, constituido por sedimentos arrecifales y aranas postarrecifales (facies 5), facies de bancos de arenas carbonatadas (facies 6) y lagunares (facies 7 y 8).

La facies 5 aflora en la porción occidental del área, sobre el flanco poniente de la Sierra de Xuchitlán y en la Sierra el Cuadril, al sureste de Ixmiquilpan, Hgo. Aflora también en la porción nororiental en la Sierra de Loma Ancha y es reportada por Carrasco B. (1971) en el área de Meztitlán, Hgo.

La facies de arenas postarrecifales, representa el cambio lateral de facies de los sedimentos de la facies arrecifal, y están distribuidas en las mismas localidades anteriormente mencionadas.

Las facies 6, 7 y 8 tienen una distribución muy amplia en la región, principalmente en la parte central del área: afloran en las inmediaciones de los poblados de Villagrán, Xuchitlán, Benito Juárez, Santa María Amajac y Santorum entre otras.

Litología y Espesor.-

a) Facies Arrecifal o Facies 5

Esta facies está constituida por bancos potentes de rudistas, principalmente de caprinidos y mono-pléuridos (Lámina 2 foto 2), de 2.0 a 4.0 metros de espesor, en ocasiones asociados con gasterópodos (Actaeonella sp. y Nerinea sp.), requiénidos (Tocasia sp.) y bioclastos con intercalaciones de dolomias de color gris claro a oscuro de textura media a gruesa en la parte oriental del área: en donde presenta un espesor que varía de 400.0 a 470.0 metros aproximadamente.

En la porción oriental del área, en la región de Meztitlán, Hgo., está representado por biohermas con espesores de 3.0 a 15.0 metros cuyo núcleo está formado principalmente por pelecípodos correspondientes a las familias Radiolitidae y Caprinidae y en menor proporción por corales y foraminíferos bentónicos. Carrasco B. (1971), menciona que este tipo de depósitos puede llamarse arrecifes biohermales de rudistas, siempre y cuando estos biohermas hayan sido capaces de formar un almacén rígido que fuera resistente a la acción del oleaje.

b). Facies de arena postarrecifal o facies 5.

Esta facies indica gradualmente el cambio lateral que hacia el interior de la plataforma sufren los bancos arrecifales a sedimentos de laguna.

La constituyen capas de 1.0 a 3.0 metros de espesor de packstones y grainstones de pellas, bioclastos y miliólidos y ocasionalmente dictyoconidos, de color gris claro y crema; en alternancia con grainstones de colitas y bioclastos con oncolitos y fragmentos de algas, caprinidos, monopléuridos, requiénidos, gasterópodos y corales. En ciertos intervalos presenta horizontes de crecimientos orgánicos de caprinidos o monopléuridos. Esta facies presenta espesores que varían de 500.0 a 800.0 metros de potencia.

c) Facies Lagunar o Facies 7 y 8.

La facies lagunar (facies 7 y 8), comprende la mayoría de los

afloramientos de la Formación El Abra, en ella: es característico observar mudstone-wackestones de pallas, bioclastos y miliólidos, de color gris claro a crema, en alternancia con wackestone-packstones de pallas, miliólidos y escasos textuláridos y dictyocónidos. Estratificados en capas de 0.20 a 1.5 metros de espesor y en partes con horizontes ligeramente dolomitizados con nódulos, lentes y bandas de pedernal negro o bien con lentes y horizontes de requiénidos y monopléuridos asociados algunas ocasiones con gasterópodos y algas dacycladáceas y solenoporáceas. Estas facies presentan un espesor promedio de 1000 metros aproximadamente.

La porción intermedia de esta facies lagunar, en la columna 2 de la Sección I (Figura IV-2), presenta cuerpos de 50 a 150 metros de potencia de dolomías gris claro y oscuro, de textura media y gruesa en capas de 0.30 a 0.80 metros de espesor, con ocasionales lentes y bandas de pedernal negro y lentes de wackestone-packstones de pallas y miliólidos. La parte superior, se caracteriza por la presencia de dicyclínidos asociados con miliólidos y dictyocónidos.

Es común identificar a través de sus estratos estructuras sedimentarias tales como: gradación en el tamaño de los granos, carpetas de algas, líneas estilolíticas, bandeamiento y canales de arrastre; también son frecuentes las estructuras diagenéticas como: barrenos mecánicos y orgánicos, fracturas con calcita, grietas de desecación y ojos de pájaro.

d) Facies de Bancos de arenas Carbonatadas o Facies 6.

Dentro de la secuencia de la Facies Lagunar se tiene la existencia de bancos de oolitas y bioclastos asociados con oncolitos de algas, miliólidos, textularidos y de fragmentos de monopléuridos, gasterópodos y equinodermos: en ocasiones con parches de boundstone de caprinidos y monopléuridos y con horizontes que presentan abundantes dictyoconidos, dicyclinidos y escasos orbitolinidos. Es también característico observar en esta facies gradación en los granos, estructuras de ojo de pájaro, líneas estilolíticas y fracturas con calcita.

Esta facies presenta espesores que varían de 500.0 a 1000.0 metros aproximadamente.

Relaciones Estratigráficas.-

Sobreyace en concordancia a los sedimentos de la Formación Santuario del Cretácico Inferior en la porción occidental del área y a la Formación Tamaulipas Inferior de la misma edad en la porción oriental del área, y subyace de la misma forma a las Formaciones Mezcala y Agua Nueva de edad Cretácico Tardío.

Edad y Correlación.-

Se ha asignado una edad que abarca del Albiano al Cenomaniano para la Formación El Abra, con base a la gran cantidad de rudistas que contiene, así como los foraminíferos bentónicos:

Dictyoconus walnutensis Carsey

Nummoloculina heimi Bonet

Dicyclina schlumbergeri Munier-Chalmas

Se correlaciona con las Formaciones Tamabra y Tamaulipas Superior en el área de estudio y con las Formaciones Orizaba y Morelos de la región de Córdoba y Guerrero-Morelos, respectivamente.

Sedimentología. -

La facies 5, por su contenido faunístico y relaciones texturales, se considera que fueron depositadas en un ambiente de alta energía, de poca profundidad y salinidad normal que permitieron la proliferación de fauna constructora de estructuras orgánicas. Paleoecológicamente los constructores de estos arrecifes como son los radiolítidos y los caprinidos vivieron (según Young, 1959 en Carrasco 1971), en aguas cuya profundidad fue variable entre la pleamar y el nivel medio de la baja mar en mares muy agitados.

La Facies 5 de arenas postarrecifales, es el resultado de la desintegración mecánica de los biohermas de rudistas por la acción del oleaje en las zonas de alta energía y que posteriormente fueron retrabajados y depositados hacia las zonas más protegidas o en los flancos de dichas estructuras orgánicas, donde se encuentran mezclados con miliolidos y fragmentos de algas y corales. Texturalmente estos sedimentos son de tamaño variable y mal clasificados.



1



2



3

—
L A M I N A 3

LAMINA 3

Fotografía No. 1: En esta foto se puede observar que los granos de oolitas observados en la facies 6 (bancos de arenas carbonatadas) están bien clasificados y son de tamaño grueso. Estos sedimentos fueron observados en la columna 3 de la sección I (Fig. v-3).

Fotografía No. 2: Observe la variedad de constituyentes y la mala clasificación que presentan los granos en esta fotografía. Estos sedimentos corresponden a una facies 5 (arenas postarrecifales).

Fotografía No. 3: Mudstone con miliólidos. Estos sedimentos corresponden a la facies 7 (lagunar) de la Formación El Abra. En la parte izquierda de la foto se puede apreciar que estos sedimentos fueron afectados por procesos de bioturbación (burrows). La barra en estas tres fotografías representa 0.16 mm.

En la facies 6 ó facies de bancos de arenas carbonatadas, los sedimentos que forman estos bancos Proviene de la destrucción de estructuras orgánicas que son transportados en épocas de tormentas o por la acción continua del oleaje hacia el interior de la laguna en zonas locales de alta energía, formando grandes bancos de arenas calcáreas. Texturalmente estos sedimentos son de tamaño grueso y bien clasificados.

Las facies 7 y 8, se localizan hacia las porciones internas de la plataforma. Paleocológicamente, Roehl (1967), ha demostrado que las facies pelatíferas recientes se encuentran limitados a ambientes de aguas someras con profundidades no mayores de 8.0 metros.

Por otro lado, Logan *et al.* (1969) en Carrasco V.B. (1971), consideran que las pelias se depositan en profundidades variables entre el nivel del mar y 60.0 metros. Algunos estudios realizados sobre la ecología de los foraminíferos vivos y en particular sobre el grupo de los miliólidos, han demostrado que estas se encuentran limitadas en un ambiente litoral en profundidades no mayores de 30.0 metros.

CRETACICO SUPERIOR
FORMACION AGUA NUEVA

Definición.-

Esta Formación fué definida por Stephenson L.W. (1936), en Avila M.I. (1971), para una secuencia de calizas con pedernal con intercalaciones de lutitas negras, que afloran en el Rancho Agua Nueva, Tamaulipas.

Distribución.-

Aflora en la porción occidental del área sobre el sinclinal de Xuchitlán, ocupando áreas reducidas, al sur de la Col. Benito Juárez, en la Ranchería de Cerrito Blanco en el cerro situado a 1 km al sur-sureste de esta última localidad, cubre aproximadamente 10 km² (Figura IV-2).

Litología y Espesor.-

Esta constituida de mudstone-wackestones de microfauna planctónica, de color gris oscuro verdoso, bandeado, ligeramente arcilloso, con nódulos, lentas y bandas de pedernal negro y gris humo, estratificado en capas de 0.05 a 0.30 metros de espesor y con fracturas selladas por calcita. En partes alternadas con packstones de bioclastos, pallas y extraclastos, de color gris claro, en capas de 0.20 a 1.5 metros en potencia, presentando ligera dolomitización, estratificación cruzada, gradación y relleno de canales. Hacia la base, se aprecian lentas y horizontes de 0.5 a 4.0 metros de grueso constituidos por brechas calcáreas y dolomias de fragmentos de la Formación El Abra, cementadas por mudstone-wackestone; de microfauna planctónica.

El espesor total de la Formación Agua Nueva es desconocido, ya que en afloramientos existentes en el área, debido a la erosión, no presentan una columna donde se observe su cima. Por construcción gráfica, en las sección donde fue estudiada (Figuras 4 y 5), se le determinaron espesores mayores de 300 metros, pero estos pueden ser erróneos por el intenso plegamiento que presenta.

Relaciones Estratigráficas.-

Sobreyace en ligera discordancia estratigráfica a la Formación El Abra del Cretácico Medio y la cubren en discordancia angular los sedimentos terciarios de la Formación Tarango.

Lateralmente, al occidente el área y en la localidad de Xuchitlán, sufre un cambio de facies a los sedimentos arcillo-calcáreos de la Formación Soyatal.

Edad y Correlación.-

Con base en la microfauna identificada en las muestras colectadas, se le asigna una edad Turoniano. La fauna identificada es la siguiente:

Microfauna Planctónica:

Calcisphaerula innominata Bonet

Pithonella ovalis Kauffman

Pithonella trejoi Bonet

Stomiosphaera sphaerica Kauffman

Hedbergella washitensis Carsey

Hedbergella sp.

Marginotruncana sp.

Saccocoma sp.

Microfauna Bentónica:

Miliólidos

Textuláridos

También se identificaron macroinvertebrados: como serían placas de equinodermos, espículas de esponjas y fragmentos de algas y corales.

Como puede observarse, su contenido microfaunístico es hasta cierto punto similar al de la Formación Cuesta del Cura, pero su asociación con la Pithonella trejoi Bonet y la Marginotruncana sp., la sitúan en el Turoniano. Además, cabe aclarar que algunos de los microfósiles planctónicos al igual que los bioclastos, los miliólidos y textuláridos, fueron identificados en las muestras colectadas en los horizontes formados por los productos de erosión de la Formación El Abra.

Se correlaciona cronoestratigráficamente (Figura IV.1) con las Formaciones Agua Nueva, de la Cuenca Tampico-Misantla; Maltrata, de la Cuenca Apizado-Zongolica y de la Plataforma de Córdoba; Acuitlapan, de la Cuenca Guerrero-Morelos; y Soyatal de los Estados de Hidalgo y Querétaro.

La Formación Agua Nueva tiene sus equivalentes en facies de aguas someras en las Formaciones Guzmantla (en su porción inferior) y Cuautla de las Plataformas de Córdoba y Guerrero-Morelos, respectivamente.

Sedimentología.-

Debido a que el objetivo principal de este trabajo era la secuencia del Cretácico Medio, a partir de esta formación no se llevó a cabo un estudio detallado; por lo que a continuación se efectúa un análisis generalizado de la misma. Las características litológicas y paleontológicas de la Formación Agua Nueva, infieren un depósito en aguas nerítico-intermedias a profundas, originado sobre la laguna de la plataforma existente en el Cretácico Medio, la cual, al efectuarse las primeras pulsaciones de la Revolución Laramide, sufrió un rápido hundimiento facilitando un ambiente favorable para la acumulación de los sedimentos que la constituyen.

FORMACION SOYATAL

Definición.-

La Formación Soyatal fue definida por Wilson B.W. et al en 1955 para una sección de calizas arcillosas de color gris oscuro con intercalaciones de lutitas calcáreas de edad Turoniana que afloran en la parte centro-oriental del Estado de Querétaro

Distribución.-

Aflora en la porción noroccidental del área en el cerro situado inmediatamente al oriente del poblado de Xuchitlán, Hgo. (Figura IV-2).

Litología y Espesor.-

Está constituida de mudstones arcillosos gris oscuro a verdoso, bandeados, con microfósiles planctónicos (globotruncánidos, globigerínidos y radiolarios), fracturas con calcita y en partes con lentes dolomitizados; estratificado en capas de 0.03 a 0.40 metros de espesor e intercalado con lutitas calcáreas gris oscuro. Estos sedimentos al intemperismo adquieren color amarillo ocre.

El espesor total de esta formación es desconocido, ya que además de encontrarse fuertemente plegada no se identificó su contacto inferior y el superior es discordante.

Relaciones Estratigráficas.-

Subyace en discordancia angular a la Formación Tarango del Terciario Tardío y no se observó a que rocas sobrevace. Lateralmente sufre cambio de facies a la Formación Agua Nueva.

Edad y Correlación.- Con base en la microfauna identificada en las muestras colectadas se le asigna una edad Turoniano. Esta fauna consiste de:

Pithonella ovalis Kauffman
Calcisphaerulla innominata Bonet
Marginotruncana sigali Sigal
Marginotruncana renzi Gandolfi
Marginotruncana sp.
Radiolarios calcificados

Se correlaciona en edad con las Formaciones Agua Nueva, de la Cuenca Tampico-Misantla; Maltrata de la Cuenca Apizado-Zongolica y de la Plataforma de Córdoba; y Acuitlapan de la Cuenca Guerrero-Morelos. Sus equivalentes en facies de aguas someras, son las Formaciones Guzmantla (en su porción inferior) y Cuautla de las Plataformas de Córdoba y Guerrero-Morelos, respectivamente.

Sedimentología. -

Su depósito se inició en un ambiente lagunar, para finalizar en condiciones de cuenca. La presencia de las lutitas y el carácter arcilloso de las calizas, indican condiciones inestables, con el aporte de terrígenos derivados de áreas positivas cercanas.

V. DESCRIPCIÓN DE AMBIENTES SEDIMENTARIOS E INTERPRETACIÓN

A continuación se describen las columnas estratigráficas que fueron estudiadas a detalle; así como la interpretación de sus diferentes intervalos. acompaña esta descripción la representación gráfica de cada una de estas columnas, y la localización de las mismas se muestra en la figura IV-2.

COLUMNA 1. SECCION 1

(Figura V-1)

Esta columna tiene un espesor total de 2300 metros y está formada por 4 facies principales.

Formación El Abra

De 0 a 550 metros

Esta formado por una secuencia de mudstones con abundantes miliólidos. fragmentos de equinodermos. pellas fecales y escaso contenido de cuarzo detrítico. Presentan facturas selladas por calcita. líneas estilolíticas y en ocasiones se observaron ligeramente recristalizadas. Por las

características que presentan estos sedimentos. se interpreta que fueron depositados en un ambiente lagunar de poca profundidad (facies 7).

De 500 a 1280 metros Esta constituido por una alternancia de packstones y grainstones con fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, algas, ostrácodos y escasos miliólidos. En algunas ocasiones se observaron dolomitizados, presentan líneas estilolíticas y fracturas selladas por calcita. Se infiere que estos sedimentos fueron depositados en un ambiente de alta energía en la zona de postarrecife (facies 5).

De 1280 a 1550 metros Este intervalo está formado por boundstones de rudistas, gasterópodos, monopléuridos y caprinidos principalmente. Estos sedimentos se observaron afectados por dolomitización, fracturamiento y presión-solución. Por el contenido faunístico y relaciones

texturales. se considera que fueron depositados en un ambiente de alta energía. en una zona arrecifal (facies 5).

Formación Tamabra

De 1550 a 2100 metros Esta secuencia está formada por mudstones a wackestones con abundante fauna planctónica, fragmentos de braquiópodos, pelacípodos, gasterópodos y fragmentos de equinodermos. Presenta estructuras de flujo de grano y laminaciones. Se observaron los procesos diagenéticos de fracturamiento, recristalización y silicificación. Estos sedimentos presentan características de talud (facies 4).

COLUMNA 2. SECCION I

(Figura V.2)

Presenta un espesor aproximado de 1200 metros y está compuesto de 2 facies principales.

De 0 a 500 metros

Esta formado por una secuencia de mudstones a wackestones con fragmentos de moluscos, algas y escasos miliólidos y cuarzo detritico. Estos sedimentos se presentan parcialmente dolomitizados y se observaron en ellos fracturas selladas por calcita y lineas estilolíticas. Se infiere que estos sedimentos fueron depositados en un ambiente lagunar con aporte de terrigenos (facies 8).

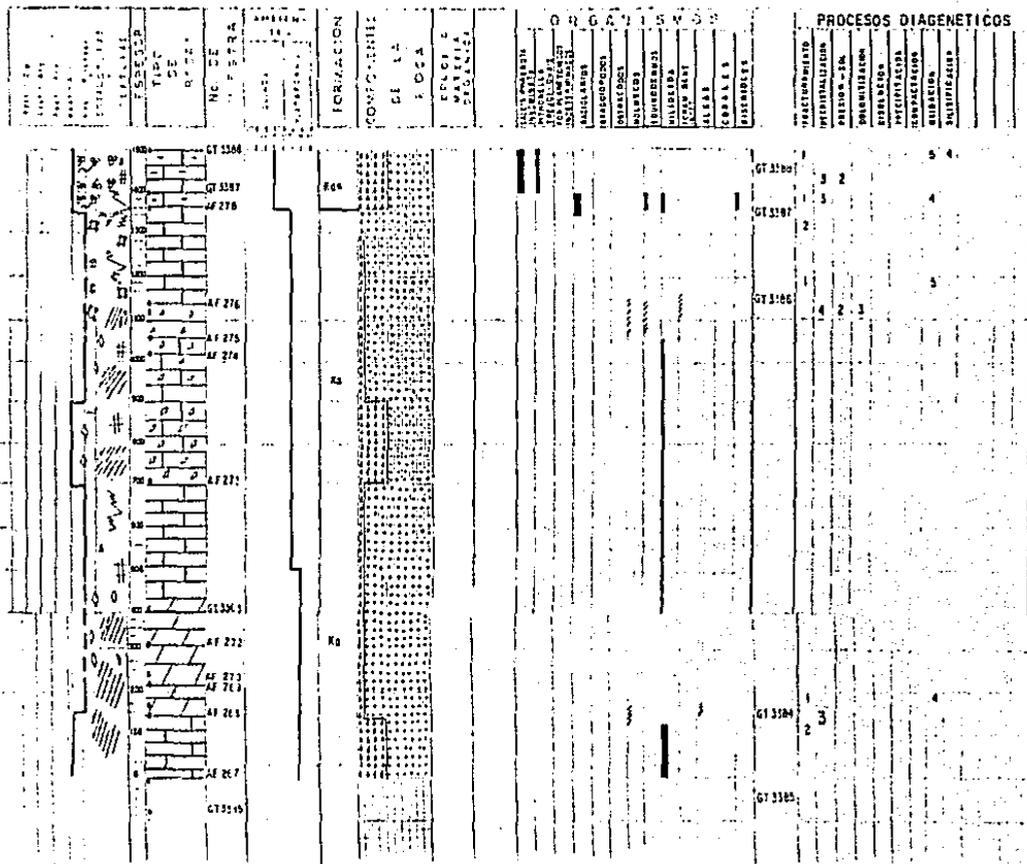
De 500 a 1360 metros

Este intervalo esta constituido por mudstones con abundantes miliólidos y fragmentos de equinodermos, y ostrácodos. Estos sedimentos estan afectados por los procesos diagenéticos de dolomitización, fracturamiento, recristalización y presión-solución. Fueron depositados en un ambiente lagunar en condiciones de baja energia (facies 7).

SECCION ESTRATIGRAFICA

COLUMNA - 2

SECCION - 1



ORGANISMOS

PRESENTES

FRAGMENTADOS

COMUNES

COMPLETOS

ABUNDANTES

FIG. V - 2

Columna 3, Sección I

(Figura V.3)

Esta columna tiene un espesor total de 400.0 metros y comprende únicamente una facies sedimentaria.

Formación El Abra

De 0.0 a 440.0 metros Esta columna está formada por una secuencia de grainstones de bioclastos, con fragmentos de pelecípodos, gasterópodos, rudistas y algas y muy escaso cuarzo detrítico. Esta afectada por los procesos diagenéticos de fracturamiento, recristalización y presión-solución. Texturalmente estos sedimentos se encuentran arredondados y bien clasificados y los organismos que contienen son derivados de estructuras orgánicas que posteriormente fueron arrastrados y retrabajados hacia el interior de la plataforma, formando bancos de arenas carbonatadas (facies 6).

Columna 3A. Sección I

(Figura V.3a)

Esta columna presenta un espesor aproximado de 1260 metros y está constituido principalmente por sedimentos depositados en un ambiente lagunar (facies 7).

FORMACION EL ABRA

De 0 a 460 metros Está constituido por una alternancia de mudstones y wackestones formados principalmente de pellets fecales y bioclastos. Con abundantes miliólidos, foraminíferos bentónicos y algas, así como de fragmentos de ostrácodos, equinodermos, corales y rudistas. Este intervalo presenta los procesos diagenéticos presentes: fracturamiento, recristalización y presión-solución. Debido a las características petrográficas que presentan estas rocas y su contenido faunístico se infiere que fueron depositados en un ambiente de baja energía y de baja profundidad, correspondiente a una facies 7 (lagunar).

De 460 a 760 m. Mudstones constituidos por pellets fecales y

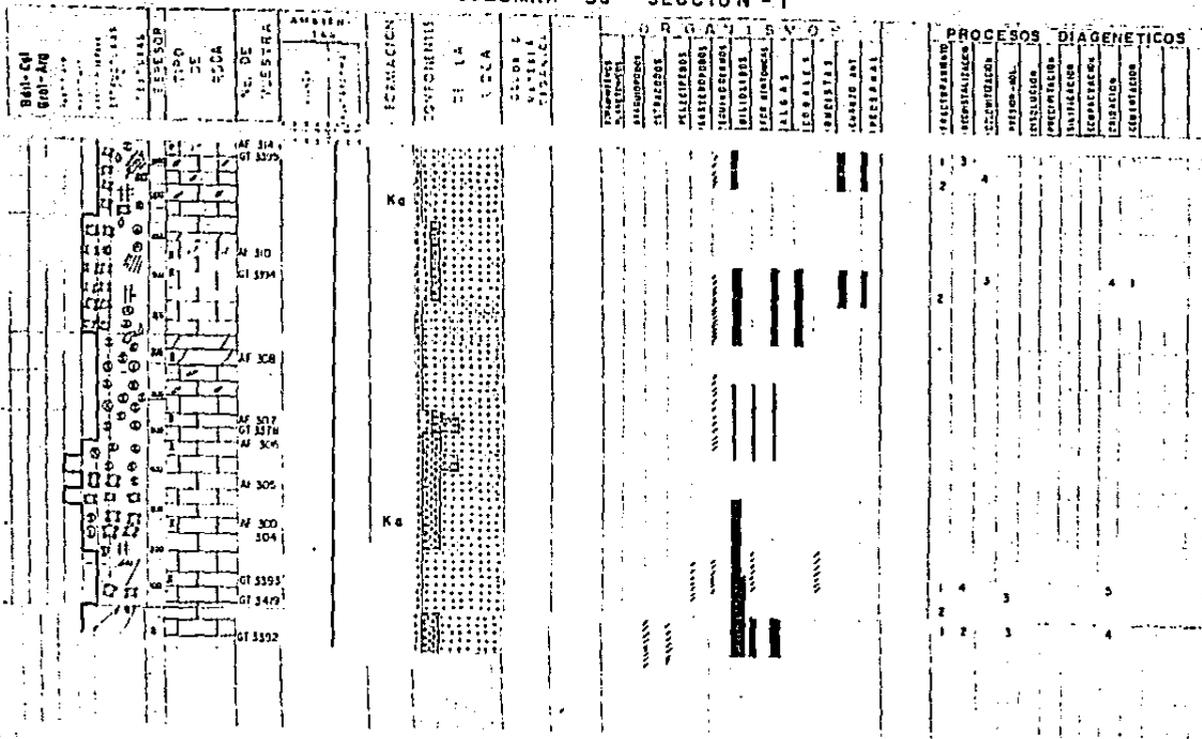
abundantes miliólidos y otros foraminíferos bentónicos. Por el contenido faunístico de estas rocas se interpreta que fueron depositados en una facies 7 (lagunar).

De 760 a 1060 m. Wackestones formados por bioclastos y pellets fecales. Contiene abundante microfauna como miliólidos y otros foraminíferos bentónicos, además contiene fragmentos de algas, equinodermos y de corales. Presenta procesos diagenéticos de cementación, fracturamiento y dolomitización. Por las características observadas en estas rocas, se infiere que fueron depositadas en una zona protegida correspondiente a una facies 7 (lagunar).

De 1060 a 1260 m. Esta constituida por mudstones en donde los miliólidos son muy comunes. Asimismo, se observaron fragmentos de equinodermos. Por la abundancia de miliólidos se piensa que estas rocas fueron depositadas en una facies 7 (lagunar).

SECCION ESTRATIGRAFICA

COLUMNA - 3a SECCION - I



PRESENTES

FRAGMENTADOS

COMUNES

COMPLETOS

ABUNDANTES

Columna 4. Sección I

(Figura V.4)

Esta columna presenta un espesor aproximado de 200 metros y está constituido por mudstones y wackestones que pertenecen a una facies sedimentaria 7 (lagunar).

Formación El Abra

De 0 a 100 metros Está constituida por una secuencia de mudstones estratificados en capas de 0.15 a 0.80 metros. Contiene abundantes miliólidos, fragmentos de equinodermos, textuláridos y otros foraminíferos bentónicos. Presenta los procesos diagenéticos de fracturamiento, presión-solución, dolomitización y recristalización. Por los microfósiles observados en estos sedimentos así como la textura que presentan, se interpreta que fueron depositados en una facies 7 (lagunar).

De 100 a 200 m. Wackestones de bioclastos y pellets. Contiene abundantes foraminíferos bentónicos en los que predominan los miliólidos, equinodermos y biserials. Por las características faunísticas y texturales

SECCION ESTRATIGRAFICA

COLUMNA 4 SECCION 4

LITOLÓGICO		ESTRATIGRAFICO		LITOLÓGICO		ESTRATIGRAFICO		LITOLÓGICO		ESTRATIGRAFICO		LITOLÓGICO		ESTRATIGRAFICO	
UNIDAD	ESPEZOR	TIPO DE ROCA	NO. DE MUESTRA	ANOTACIONES	FORMACION	COMPONENTES DE LA ROCA	COLORES O MATERIAS ORGANICAS	ORGANISMOS	PROCESOS DIAGENETICOS	UNIDAD	ESPEZOR	TIPO DE ROCA	NO. DE MUESTRA	ANOTACIONES	FORMACION
1	10	arenosa	100		Ko	arenosa		completos		1	10	arenosa	100		Ko
2	10	arenosa	101			arenosa		completos		2	10	arenosa	101		
3	10	arenosa	102			arenosa		completos		3	10	arenosa	102		
4	10	arenosa	103			arenosa		completos		4	10	arenosa	103		
5	10	arenosa	104			arenosa		completos		5	10	arenosa	104		
6	10	arenosa	105			arenosa		completos		6	10	arenosa	105		
7	10	arenosa	106			arenosa		completos		7	10	arenosa	106		
8	10	arenosa	107			arenosa		completos		8	10	arenosa	107		
9	10	arenosa	108			arenosa		completos		9	10	arenosa	108		
10	10	arenosa	109			arenosa		completos		10	10	arenosa	109		
11	10	arenosa	110			arenosa		completos		11	10	arenosa	110		
12	10	arenosa	111			arenosa		completos		12	10	arenosa	111		
13	10	arenosa	112			arenosa		completos		13	10	arenosa	112		
14	10	arenosa	113			arenosa		completos		14	10	arenosa	113		
15	10	arenosa	114			arenosa		completos		15	10	arenosa	114		
16	10	arenosa	115			arenosa		completos		16	10	arenosa	115		
17	10	arenosa	116			arenosa		completos		17	10	arenosa	116		
18	10	arenosa	117			arenosa		completos		18	10	arenosa	117		
19	10	arenosa	118			arenosa		completos		19	10	arenosa	118		
20	10	arenosa	119			arenosa		completos		20	10	arenosa	119		
21	10	arenosa	120			arenosa		completos		21	10	arenosa	120		

ORGANISMOS

PRESENTES

FRAGMENTADOS

COMUNES

COMPLETOS

ABUNDANTES

FIG. - V - 4

observadas en estos sedimentos se concluya que fueron depositadas en una facies 7 (lagunar).

Columna 5. Sección I

(Figura V.5)

Esta columna se localiza en la parte nororiental y tiene un espesor aproximado de 700 metros.

Formación El Abra

De 0 a 60 metros

Está formada por boundstones de rudistas, principalmente de caprinidos y monopléuridos en capas que varían de 0.80 a 3 metros de espesor. Presenta procesos diagenéticos tempranos de cementación y micritización. Por su contenido faunístico se infiere que estas rocas pertenecen a cuerpos formados por estructuras orgánicas (facies 5) y se desarrollaron en un ambiente de alta energía.

De 60 a 260 m.

Constituye un intervalo de packstones de bioclastos. Contiene fragmentos de rudistas, corales, algas y escasos miliólidos y gasterópodos. En esta

intervalo se observaron procesos diagenéticos tempranos de micritización y cementación de calcita fibrosa. Texturalmente estos sedimentos están mal clasificados y de tamaños variables. Por la abundancia de fragmentos orgánicos derivados de construcciones arrecifales se interpreta que estos sedimentos se depositaron en una facies 5 (postarrecifal).

De 160 a 400 m.

Secuencia de wackestones de bioclásticos conteniendo abundantes miliólidos y otros foraminíferos bentónicos, escasos intraclastos y pellets. Contiene estructuras geopatales y de bioturbación. Por la abundancia de miliólidos y otros foraminíferos bentónicos y de las estructuras primarias antes mencionadas se interpreta que su depósito se llevó a cabo en una facies 7 (ambiente lagunar).

De 400 a 700 m.

Esta representado por una asociación de mudstones con alternancia de wackestones de bioclásticos y pellets. Contiene abundantes miliólidos y equinodermos, escasos fragmentos de pelecípodos, gasterópodos y ostrácodos. Presenta horadaciones

provocadas por organismos que posteriormente fueron rellenados por material muy fino. Se piensa que el depósito de estos sedimentos se realizó en condiciones de baja energía correspondiente a una facies 7 (lagunar).

Columna 6. Sección I

(Figura V.6)

Tiene un espesor de 360.0 metros. de los cuales 300 metros corresponden a la facies 3 (Formación Tamaulipas Superior) y 60 metros a la facies 4 (Formación Tamabra).

Formación Tamaulipas Superior

De 0 a 260 metros Esta formado por una alternancia de mudstones y wackestones de color gris oscuro a negro, estratificadas en capas de 0.10 a 0.40 metros de espesor. Contiene abundante fauna planctónica y presenta intercalaciones de lentes y nódulos de pedernal de color negro, estructura de laminación y procesos diagenéticos de fracturamiento y recristalización. Por la abundancia de fauna planctónica observada en estos sedimentos se supone que fueron depositados en un ambiente de aguas profundas

correspondiente a una facies 3.

De 260 a 360 m. Este intervalo está constituido por packstones de bioclásticos con intercalaciones de brechas de grano fino conteniendo fragmentos de organismos de aguas someras. Presenta estructuras primarias como flujos de granos y flujos de escombros. Por la mezcla de organismos tanto de ambiente pelágico como de aguas someras se infiere que fueron depositados en una facies 4.

COLUMNA 1. SECCION II

(Figura V.7)

Esta columna presenta un espesor aproximado de 1400.0 metros y está constituida por cuatro facies principales.

Formación El Abra

De 0.0 a 300.0 metros. Esta constituido por una alternancia de wackestones a grainstones de fragmentos de corales, algas, pelecípodos, gasterópodos y braquiópodos, con escasos miliólidos. Estas rocas están ligeramente dolomitizadas y en ocasiones se observaron

recristalizadas. Presentan fracturas selladas por calcita y líneas estilolíticas. Presentan también los procesos diagenéticos de micritización y cementación. Por las características que muestran estos sedimentos se infiere que fueron depositados en un ambiente de postarrecife (facies 5).

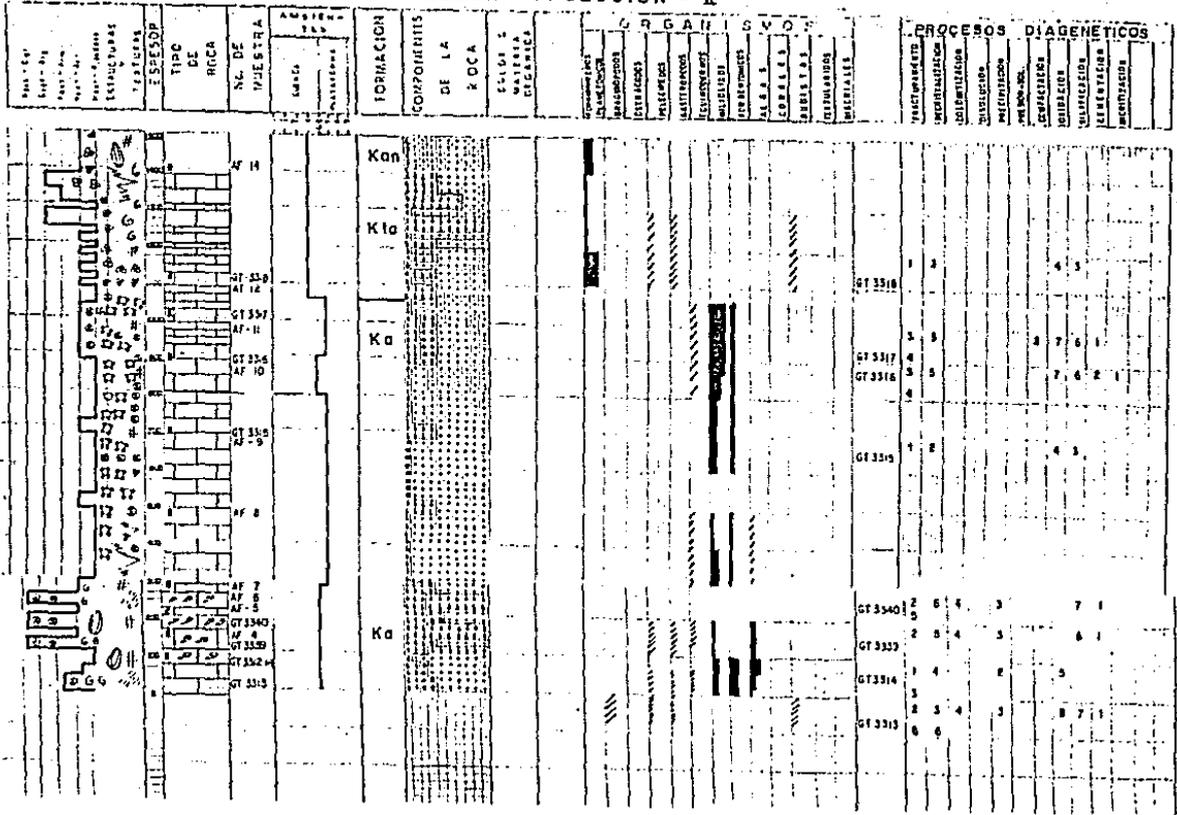
De 300.0 a 800.0 m.

Está formado por mudstones a wackestones con abundantes miliólidos y escasos Salpingoporella sp. (Albiano-Cenomaniano). con pellas fecales. Estas rocas se observaron algunas veces recristalizadas, con abundantes fracturas selladas por calcita. Por la abundancia de miliólidos encontrados en estos sedimentos y muy escaso cuarzo detrítico, se piensa que fueron depositados en un ambiente de laguna (facies 7).

Formación Tamabra

SECCION ESTRATIGRAFICA

COLUMNA - I SECCION - II



ORGANISMOS

PRESENTES

FRAGMENTADOS

COMUNES

COMPLETOS

FIG. - V - 7

ABUNDANTES

De 1060 a 1400.0 m.

Este intervalo está formado por una alternancia de packstones y grainstones con fragmentos de bioclastos de organismos provenientes de la plataforma. También se observaron organismos planctónicos entre los que se encuentran Calcisphaerula innominata Bonet, Pithonella ovalis Kauffman y otros. Se observaron estructuras de flujos de granos y los procesos diagenéticos de fracturamiento, recristalización y silicificación. Debido a la presencia tanto de fauna planctónica como bentónica: así como a la existencia de estructuras de flujos de granos, se interpreta que estos sedimentos fueron depositados en el talud proximal (facies 4).

COLUMNA 2. SECCION II

(Figura V.8)

Esta columna mide un total de 2400.0 m., distribuida de la siguiente manera:

Formación El Abra

De 0.0 a 420.0 m.

Esta formada por una secuencia de mudstones a wackestones en donde es común encontrar miliólidos, escasos bioclastos, pellas fecales y cuarzo detrítico presente. Se observaron fracturas selladas por calcita, líneas estilolíticas y en algunas ocasiones se encontraron recristalizados. Las características que presentan estos sedimentos son propios de un ambiente lagunar, de aguas tranquilas (facies 7).

De 400.0 a 950.0m.

Este intervalo esta constituido por capas estratificadas de 1.0 a 1.5 metros de bounstones de monopléuridos, requiénidos, radiolíticos, caprinidos y gasterópodos. Estas rocas se encuentran parcialmente dolomitizadas alternando con delgadas intercalaciones de mudstones. Debido a la presencia y arreglo textural de los organismos

mencionados anteriormente. Se infiere que estos sedimentos se depositaron en un ambiente de alta energía, dentro de una zona arrecifal (facies 5).

De 950.0 a 2060 m.

Está constituido por una alternancia de wackestones a grainstones con abundancia de fragmentos de bioclastos, derivados de ostrácodos, pelécipodos, gasterópodos y corales. Se observaron estructuras de laminación y los procesos diagenéticos más comunes que se presentaron en estas rocas fueron: micritización, cementación, dolomitización, recristalización, fracturamiento y silicificación. Estos sedimentos fueron depositados en un ambiente de postarrecife (facies 5).

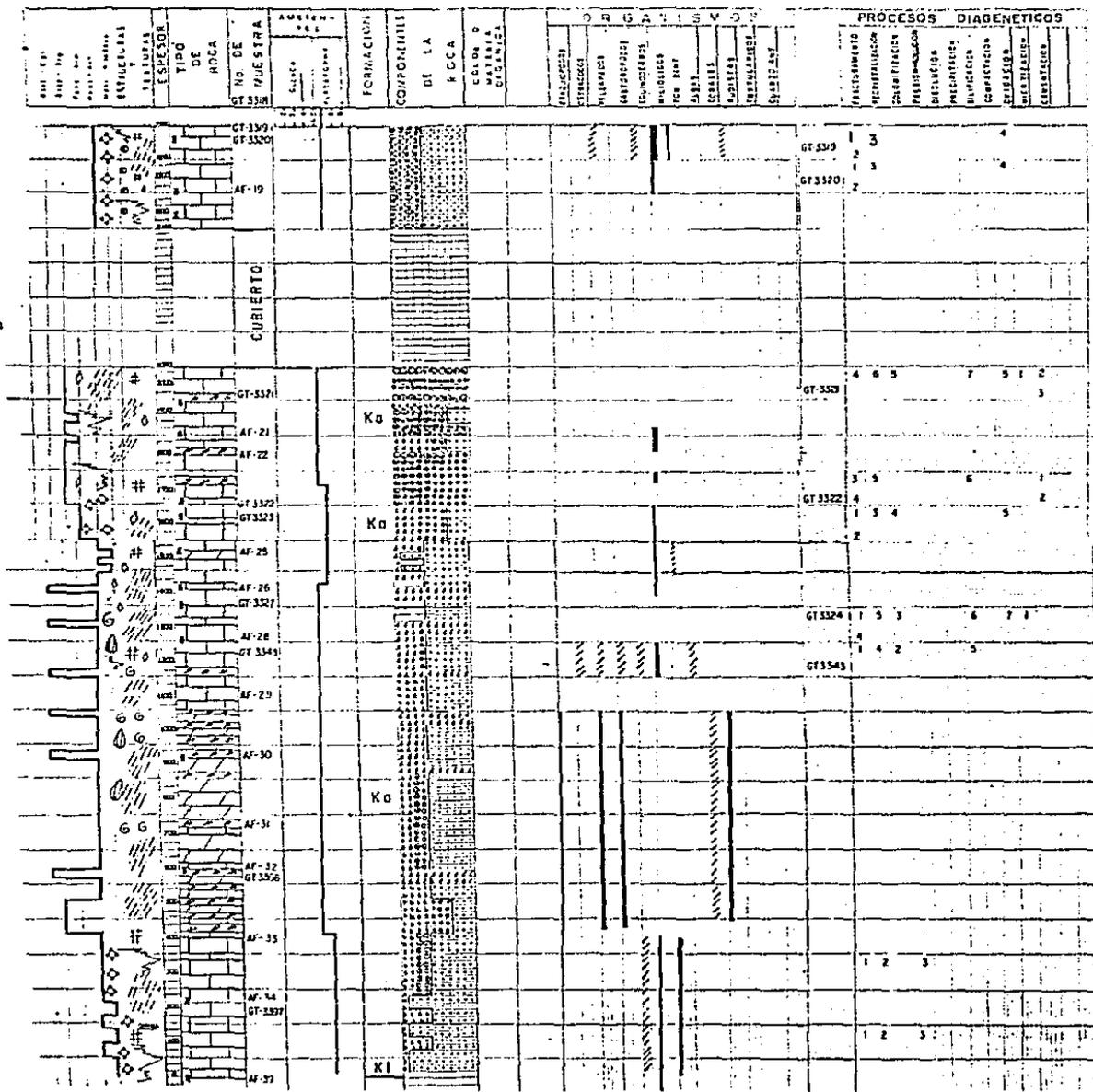
De 2050 a 2360 m.

Esta secuencia está formada de wackestones a packstones con abundantes miliólidos y

SECCION ESTRATIGRAFICA

COLUMNA - 2

SECCION - II



ORGANISMOS

PRESENTES

FRAGMENTADOS

COMUNES

COMPLETOS

ABUNDANTES

FIG. - V - 8

foraminíferos bentónicos y escasos fragmentos de rudistas y pellas fecales. Está parcialmente recristalizado y presenta fracturas selladas por calcita. Dentro de esta secuencia se observó un intervalo de wackestone con presencia de fauna planctónica en donde predominan los calcisphaerúlidos. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente lagunar (facies 7). Esta situación se debió probablemente a variaciones temporales de periodos cortos en las fluctuaciones del nivel del mar, provocando la sobreposición de sedimentos de aguas profundas sobre facies de aguas someras, o bien, debido a una progradación de la cuenca, por erosión, formando canales de mareas que llegaron a las zonas lagunares.

Columna 3. Sección II

(Figura V.9)

Formación El Abra.

De 0 a 400 metros Está constituido por mudstones de bioclastos. contiene miliólidos y otros foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, pelecípodos, equinodermos y con abundante cuarzo detrítico. Por su contenido faunístico así como por su contenido de cuarzo detrítico se piensa que este intervalo se depositó en una facies 8 (lagunar).

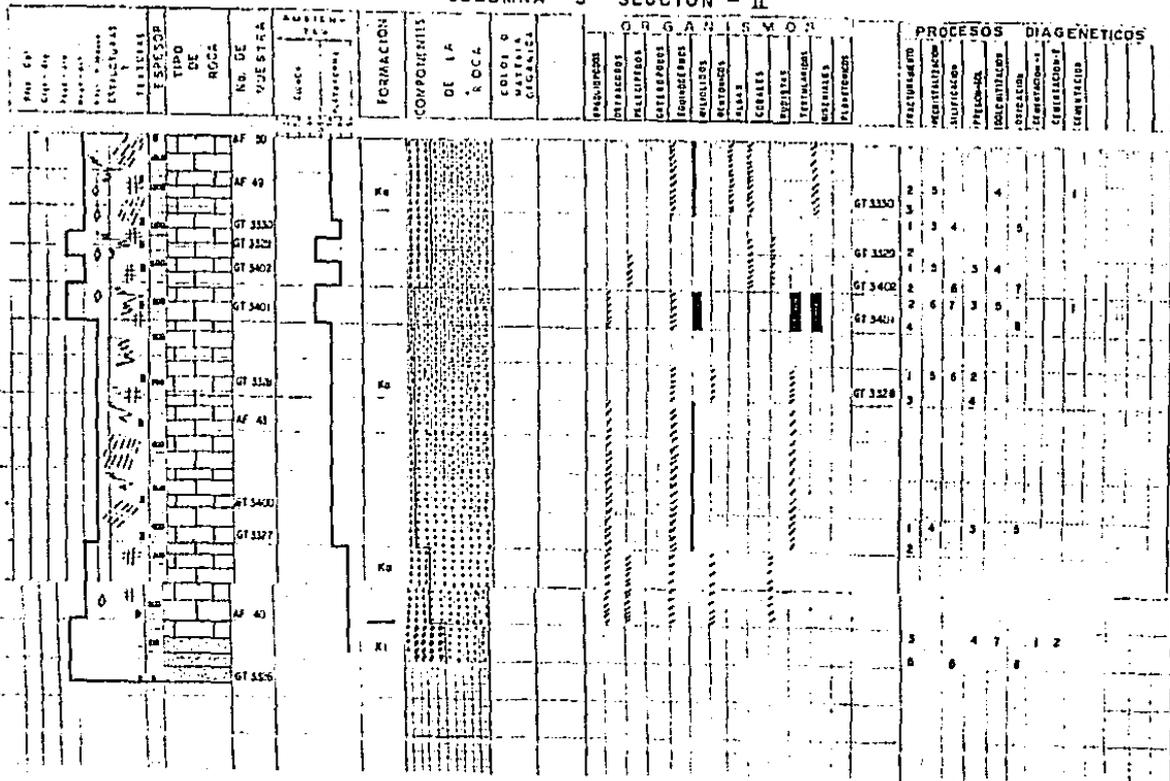
De 400 a 1100 m. Esta formado por mudstones con escaso contenido de miliólidos y otros foraminíferos bentónicos. Contiene fragmentos de ostrácodos, equinodermos y biseriales. Presenta procesos diagenéticos de fracturamiento, presión-solución, recristalización y silicificación. Por sus características petrográficas y contenido faunístico se interpreta que esta facies fue depositada en un ambiente lagunar (facies 7).

De 1100 a 1600 m. Wackestones de bioclastos. Contiene abundantes miliólidos, textuláridos y biseriales, así como fragmentos de braquiópodos, equinodermos, algas y rudistas. Presenta procesos diagenéticos

de cementación primaria, fracturamiento,
recristalización, presión-solución y
dolomitización. Se interpreta que se
depositó en una facies 7 (lagunar).

SECCION ESTRATIGRAFICA

COLUMNA - 3 SECCION - II



ORGANISMOS

PRESENTES
 FRAGMENTADOS
 COMUNES

COMPLETOS

FIG. Y - 9

ABUNDANTES

ESTRUCTURAS Y TEXTURAS

	Laminaciones		Estilolitas poco desarrolladas
	Estratificación cruzada		Estilolitas tectónicas
	Yeso introducido		Pelecípodos
	Nódulos de pedernal		Gasterópodos
	Lentes y bandas de pedernal		Fragmentos de moluscos
	Fracturas		Bioturbación
	Oquedades rellenas		Dolomitización
	Laminaciones de algas		Recristalización
	Foraminíferos bentónicos		
	Estilolitas bien desarrolladas		

TIPO DE ROCA

	Caliza		Lutita		Arenisco
	Conglomerado		Dolomía		

COLOR

N Negro	G Gris	P Pardo
R Rojo	A Amarillo	B Blanco
C Claro	O Oscuro	

COMPONENTES DE LA ROCA

Carbonatados :		Clásticos	
	Micrita		Cuarzo
	Intraclastos		Fragmentos de roca
	Biolastos		Cementante
	Peloides		Matriz
	Pelas fecales		
	Terrígenos		
	Oollitas		Crinoides
	Corales		Equinodermos
	Algas		Foram. Planctónicos

**SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LA DESCRIPCION DE LAS SECCIONES
ESTRATIGRAFICAS MEDIDAS
FIG. V - 10**

VI. INTERPRETACION LATERAL Y VERTICAL DE LAS FACIES SEDIMENTARIAS

En este trabajo, únicamente se interpretaron las columnas que presentan un control estratigráfico bien definido. Estas interpretaciones están basadas en los cambios texturales y faunísticos identificados a través de las secciones estudiadas.

COLUMNA 1. SECCION I

(Figura VI-1)

La base de esta columna está formada por una secuencia de sedimentos depositados en un ambiente de baja energía, dentro de una zona lagunar (facies 7). Esta facies gradúa verticalmente a un ambiente de mayor energía en donde se depositaron arenas carbonatadas de la facies de postarrecife (facies 5). Lateralmente esta facies persiste hacia el centro de la plataforma, con ligero cambio en la columna 2, donde presenta un mayor contenido de terrígenos. Hacia el occidente es probable que esta facies cambie a sedimentos depositados en un ambiente de mayor energía (facies 6 ó 5).

Las condiciones de alta energía de la facies 5 de esta columna aumentan ligeramente, propiciando el desarrollo de

crecimientos arrecifales en su parte superior. Hacia el oriente las condiciones de alta energía cambian lateralmente a condiciones de menor energía y se depositan sedimentos de tipo lagunar (facies 7). Estas condiciones persisten hacia el centro de la plataforma.

La facies 5 verticalmente cambia a sedimentos de talud (facies 4 y 3) y lateralmente se puede observar que las facies de alta energía de la parte superior de esta columna cambian hacia el oriente a sedimentos de aguas tranquilas de ambiente lagunar (facies 7).

Esta columna muestra claramente como los sedimentos depositados en un ambiente de alta energía progradan a sedimentos depositados en condiciones de baja energía. Así como también se puede observar en ella como los depósitos del complejo arrecifal, de talud y de cuenca se acuñan contra los sedimentos de plataforma interna.

COLUMNA 2. SECCION I

(Figura VI.I)

La parte inferior de esta columna está formada por sedimentos de tipo lagunar con aporte de terrígenos (facies 8). la cual gradúa tanto lateral como verticalmente a sedimentos de aguas más tranquilas y claras de poca profundidad, donde persisten las

condiciones lagunares pero con mejores condiciones para el desarrollo de fauna bentónica. La parte superior de esta columna presenta cambios laterales de mucha importancia. Hacia el occidente gradúa a sedimentos depositados en ambientes arrecifales, talud y cuenca, y hacia el oriente a arenas carbonatadas depositadas en la parte interna de la plataforma, debido a un aumento en las condiciones de alta energía que prevalecían dentro de la misma.

COLUMNA 3. SECCION I

(Figura VI.I)

Está constituida por una secuencia de arenas de bancos carbonatados que se formó dentro de la plataforma; debido a condiciones de alta energía que prevalecían en la misma. Tanto al oriente como al poniente, esta secuencia gradúa a sedimentos depositados en un ambiente de menor energía en una zona lagunar.

COLUMNA 3A. SECCION I

(Figura. VI)

Esta columna presenta un espesor de 1260.0 m. Está constituida por una secuencia de mudstones a wackestones con abundantes miliólidos y pellets fecales depositados en un ambiente de baja energía correspondiente a una facies 7. No presenta cambios considerables tanto verticalmente

como lateralmente.. Esta facies persiste lateralmente hacia las columnas 3 y 4. la primera ubicada a 5 km al occidente y la segunda a una distancia de 7 km al oriente.

Columna 4. Sección I

(Figura 6-1a)

Presenta un espesor de 200 metros. En su parte inferior consiste de una secuencia de mudstones depositada en un ambiente de baja energía. Este ambiente persiste a lo largo de la columna y lateralmente no presenta cambios importantes.

Columna 5. Sección I

(Figura 6-1a)

Esta columna está constituida en su parte inferior por una secuencia de boundstones formado principalmente de rudistas que se depositaron en un ambiente de alta energía. dentro de un complejo arrecifal (facies 5). Este intervalo cambia verticalmente a una facies de arenas postarrecifales formados por packstones de bioclastos conteniendo fragmentos de rudistas, corales, algas, gasterópodos y escasos miliólidos. depositados en un ambiente de baja energía. Hacia el poniente la base de esta columna es probable que cambie a una facies de menor energía y hacia el oriente varía a una facies de mayor

profundidad y de menor energía (facies 4).

El segundo intervalo de esta columna, formado por sedimentos depositados en un ambiente de moderada energía gradúa verticalmente a una facies de menor energía cuyo depósito se realizó en un ambiente lagunar (facies 7). Este intervalo cambia lateralmente hacia el oriente a sedimentos depositados en un ambiente de menor energía y mayor profundidad (facies 4) y hacia el poniente gradúa sedimentos de menor energía (facies 7).

La parte superior de esta columna está constituido por wackstones depositados en un ambiente de baja energía, gradúa verticalmente a una facies de menor energía que permitió el depósito de mudstones con abundantes miliólidos y pellets. Lateralmente, este intervalo cambia hacia el oriente a una facies de mayor energía, probablemente a una facies 5 (arrecifal) y hacia el occidente no sufre cambios de importancia.

Columna 6. Sección I

(Figura VI-Ia)

Los sedimentos de la parte inferior de esta columna fueron depositados en un ambiente de aguas profundas (facies 3). Gradúan verticalmente a packstones y brechas correspondientes a una facies de mayor energía (facies 4).

Hacia el oriente cambia lateralmente a una facies de menor energía y de mayor profundidad y hacia el occidente varía a sedimentos depositados en un ambiente lagunar (facies 7).

COLUMNA 1. SECCION II.

(Figura VI.II)

Esta columna comienza con una secuencia de arenas carbonatadas depositadas en un ambiente de alta energía en una zona postarrecifal (facies 5). Verticalmente esta facies cambia a un ambiente lagunar de aguas tranquilas de poca profundidad (facies 7). La distribución lateral de las arenas carbonatadas persiste en la columna 2 localizada a 5 Km hacia el oriente y hacia el poniente es probable que cambie a sedimentos de aguas más profundas.

El ambiente tranquilo de la facies 7 de esta columna sufre un cambio vertical gradual en donde predominaron ambientes de alta energía dando como resultado el desarrollo de estructuras orgánicas arrecifales (facies 5). Las condiciones de aguas tranquilas persisten en la columna 2, y más hacia el centro de la plataforma; posiblemente cambia a facies 5 y 6 hacia el occidente.

Las condiciones de alta energía de la facies 5 persisten verticalmente y dan como resultado una mezcla de

sedimentos de cuenca y de plataforma depositados en un ambiente de talud (facies 4). Las facies 5 y 4 de esta columna cambia lateralmente a sedimentos de ambiente lagunar hacia el oriente.

La sobreposición de las facies observadas en esta columna es característico de una secuencia progradante de marino somero a profundo. en ella se puede observar que sedimentos de borde de plataforma y de talud están cubriendo a sedimentos de la plataforma interna.

COLUMNA 2. SECCION II

(Figura VI.II)

La base de esta columna está constituida por sedimentos de ambiente lagunar (facies 7). Esta facies gradúa verticalmente a una facies de alta energía en donde las condiciones fueron propicias para el crecimiento de parches arrecifales (facies 5). Lateralmente esta secuencia no presenta cambios de mucha importancia: hacia el oriente aumenta ligeramente el contenido material de detriticos y hacia el occidente quizá cambia a una facies de mayor energía.

La facies 5 cambia hacia la cima a depósitos de arenas carbonatadas y lateralmente cambia a sedimentos de tipo lagunar (facies 7).

La facies 6 gradúa nuevamente a sedimentos de ambiente lagunar (facies 7). Lateralmente su distribución persiste hacia el occidente hasta la columna 1 y cambia hacia el oriente a sedimentos depositados en un ambiente de baja energía en facies lagunares.

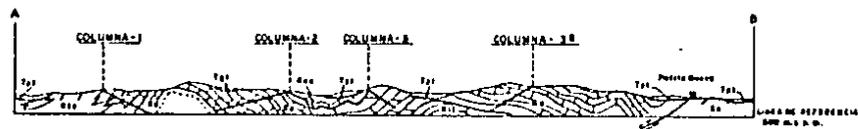
Columna 3. Sección II

(Figura VI-1a)

La parte inferior de esta columna se depositó en una facies de moderada energía y de baja profundidad con aporte de terrígenos (facies 8). Esta secuencia va a ir verticalmente a facies depositadas en un ambiente de menor energía en su parte superior. Lateralmente estos sedimentos persisten hacia la columna 2, localizada a 3 Km al oriente.

La facies 7 de la parte superior de esta columna cambia hacia el poniente a sedimentos de alta energía depositados en un ambiente arrecifal y de talud; mientras que al oriente las condiciones lagunares persisten en el resto de la plataforma.

SECCIÓN ESTRUCTURAL - ESTRATIGRAFICA N° 1



LEYENDA

- Tpt FORMACION TARRAGO
- Esp FORMACION ANA NUEVO
- Eto-Es FORMACION TAMARA
- Els FORMACION EL ASAL
- Etl FORMACION TLACOTALCO

C R E T A C I C O
 T E R C I E R A E R A
 M I O C E N O
 P L E O C E N O
 P L E O C E N O

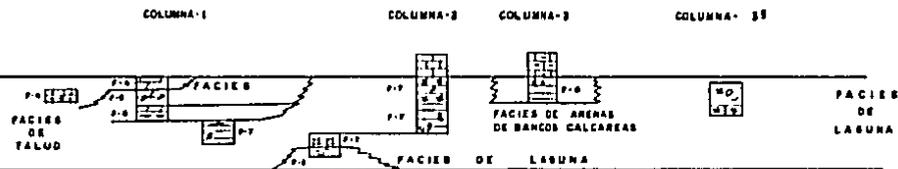


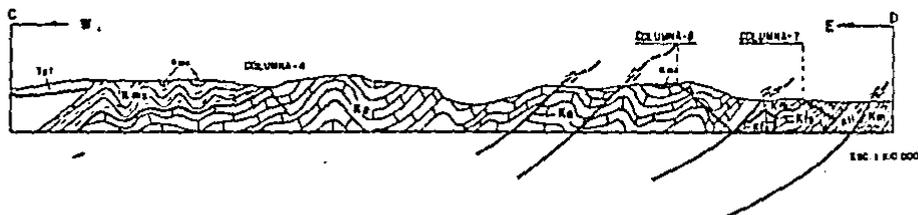
FIG - VI - 1

UNIVERSIDAD NAC. AUT. DE MEXICO
DE PFI

SECCION ESTRUCTURAL N° 1

Contrato Ing. R. Sanchez M. Escala 1:50,000

SECCION ESTRUCTURAL-ESTRATIGRAFICA N° I



LEYENDA

TERCIARIO	Tp1	FORMACION TAMARAC
CRETACICO	Rm	FORMACION MICALA
	Rn	FORMACION NENEZ
	Ra	FORMACION EL AGUA
	Rt	FORMACION TAMARAC
	Rv	FORMACION TAMARAC BP
	Rii	FORMACION TAMARAC BP

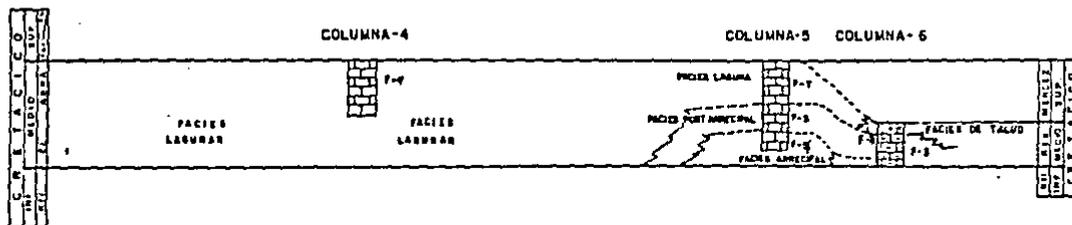


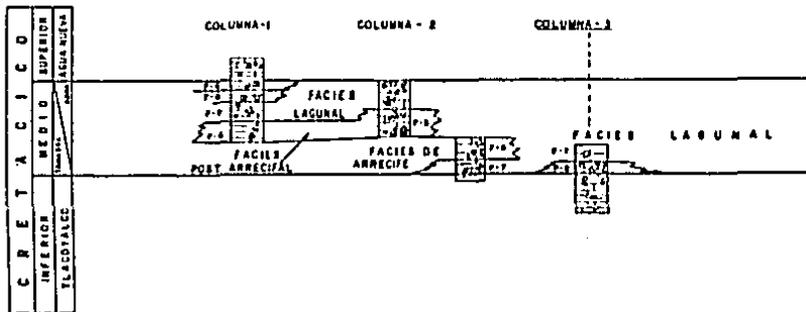
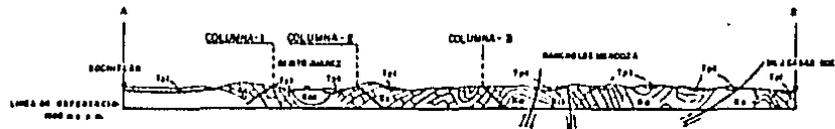
FIG. V-18

UNIVERSIDAD NAC. AUT. DE MEXICO
DE PFI

SECCION ESTRUCTURAL N° I

Elaborado por R. SANCHEZ (1951)	
Escala: 1:50,000	
Fecha: Agosto - 1951	

SECCION ESTRUCTURAL-ESTRATIGRAFICA N° II



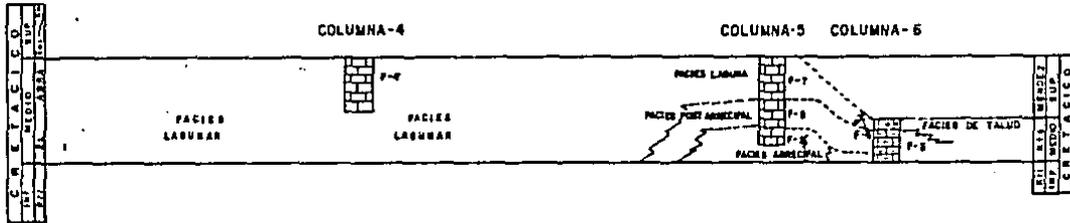
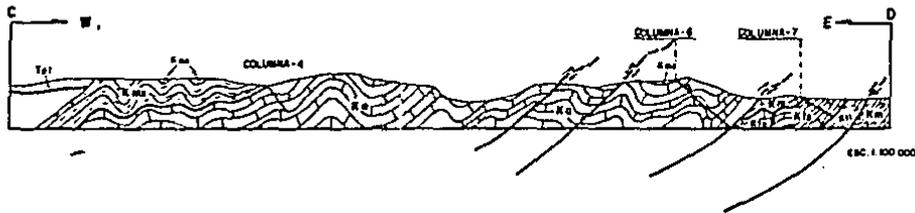
LEYENDA

TERCIARIO	T-1	FORMACION TABASCO
	Es	FORMACION ANA NUEVA
CRETACICO	Es	FORMACION EL ANA
	El	FORMACION ELSDYALCO

FIG. II-2

UNIVERSIDAD NAC. AUT. DE MEXICO DE PFI	
SECCION ESTRUCTURAL N° I	
Controlado por el Servicio de	Estado 1 100,000

SECCION ESTRUCTURAL-ESTRATIGRAFICA Nº I



LEYENDA

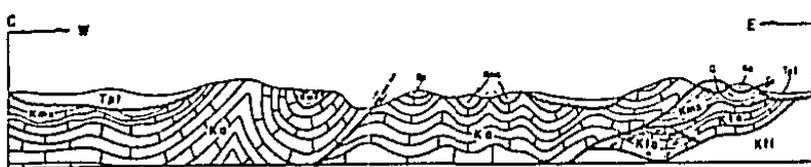
TERCIARIO	Tp1	FORMACION TAMANGO
CRETACICO	Ems	FORMACION MISCALA
	Ed	FORMACION MENDEZ
	Es	FORMACION EL AGRA
	E11	FORMACION TAMANGA
	E12	FORMACION TAMANGA SUP.
	E13	FORMACION TAMANGA SUP.
	E14	FORMACION TAMANGA SUP.
	E15	FORMACION TAMANGA SUP.
	E16	FORMACION TAMANGA SUP.
	E17	FORMACION TAMANGA SUP.
	E18	FORMACION TAMANGA SUP.
	E19	FORMACION TAMANGA SUP.
	E20	FORMACION TAMANGA SUP.
	E21	FORMACION TAMANGA SUP.
	E22	FORMACION TAMANGA SUP.
	E23	FORMACION TAMANGA SUP.
	E24	FORMACION TAMANGA SUP.
	E25	FORMACION TAMANGA SUP.
	E26	FORMACION TAMANGA SUP.
	E27	FORMACION TAMANGA SUP.
	E28	FORMACION TAMANGA SUP.
	E29	FORMACION TAMANGA SUP.
	E30	FORMACION TAMANGA SUP.
	E31	FORMACION TAMANGA SUP.
	E32	FORMACION TAMANGA SUP.
	E33	FORMACION TAMANGA SUP.
	E34	FORMACION TAMANGA SUP.
	E35	FORMACION TAMANGA SUP.
	E36	FORMACION TAMANGA SUP.
	E37	FORMACION TAMANGA SUP.
	E38	FORMACION TAMANGA SUP.
	E39	FORMACION TAMANGA SUP.
	E40	FORMACION TAMANGA SUP.
	E41	FORMACION TAMANGA SUP.
	E42	FORMACION TAMANGA SUP.
	E43	FORMACION TAMANGA SUP.
	E44	FORMACION TAMANGA SUP.
	E45	FORMACION TAMANGA SUP.
	E46	FORMACION TAMANGA SUP.
	E47	FORMACION TAMANGA SUP.
	E48	FORMACION TAMANGA SUP.
	E49	FORMACION TAMANGA SUP.
	E50	FORMACION TAMANGA SUP.
	E51	FORMACION TAMANGA SUP.
	E52	FORMACION TAMANGA SUP.
	E53	FORMACION TAMANGA SUP.
	E54	FORMACION TAMANGA SUP.
	E55	FORMACION TAMANGA SUP.
	E56	FORMACION TAMANGA SUP.
	E57	FORMACION TAMANGA SUP.
	E58	FORMACION TAMANGA SUP.
	E59	FORMACION TAMANGA SUP.
	E60	FORMACION TAMANGA SUP.
	E61	FORMACION TAMANGA SUP.
	E62	FORMACION TAMANGA SUP.
	E63	FORMACION TAMANGA SUP.
	E64	FORMACION TAMANGA SUP.
	E65	FORMACION TAMANGA SUP.
	E66	FORMACION TAMANGA SUP.
	E67	FORMACION TAMANGA SUP.
	E68	FORMACION TAMANGA SUP.
	E69	FORMACION TAMANGA SUP.
	E70	FORMACION TAMANGA SUP.
	E71	FORMACION TAMANGA SUP.
	E72	FORMACION TAMANGA SUP.
	E73	FORMACION TAMANGA SUP.
	E74	FORMACION TAMANGA SUP.
	E75	FORMACION TAMANGA SUP.
	E76	FORMACION TAMANGA SUP.
	E77	FORMACION TAMANGA SUP.
	E78	FORMACION TAMANGA SUP.
	E79	FORMACION TAMANGA SUP.
	E80	FORMACION TAMANGA SUP.
	E81	FORMACION TAMANGA SUP.
	E82	FORMACION TAMANGA SUP.
	E83	FORMACION TAMANGA SUP.
	E84	FORMACION TAMANGA SUP.
	E85	FORMACION TAMANGA SUP.
	E86	FORMACION TAMANGA SUP.
	E87	FORMACION TAMANGA SUP.
	E88	FORMACION TAMANGA SUP.
	E89	FORMACION TAMANGA SUP.
	E90	FORMACION TAMANGA SUP.
	E91	FORMACION TAMANGA SUP.
	E92	FORMACION TAMANGA SUP.
	E93	FORMACION TAMANGA SUP.
	E94	FORMACION TAMANGA SUP.
	E95	FORMACION TAMANGA SUP.
	E96	FORMACION TAMANGA SUP.
	E97	FORMACION TAMANGA SUP.
	E98	FORMACION TAMANGA SUP.
	E99	FORMACION TAMANGA SUP.
	E100	FORMACION TAMANGA SUP.

FIG. VI-10

SECCION ESTRUCTURAL Nº I

Escala 1:100,000
Fecha Fabrega - 1988
Pp

SECCION ESTRUCTURAL-ESTRATIGRAFICA N° II



ESC. 1:50,000

LEYENDA

TERCIARIO	Tp1	FORMACION TARAMBO
CRETACICO	Koa	FORMACION MISCALA
	Ko	FORMACION EL SOTE FORMACION TABALPAS FORMACION TABALPAS SUP
	KII	
	KIo	
	KII	
	KII	FORMACION TABALPAS INF

1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

FACIES LABURAR



FACIES LANURAR



FACIES LAURAR



FIG. VI - 21

UNIVERSIDAD NAC. AUT. DE MEXICO
DE PFI

SECCION ESTRUCTURAL N° I

Escalera	1:50,000
Fecha	1955
Autores	...
Revisores	...
Editor	...

VII DIAGENESIS E INTERPRETACION

Las rocas carbonatadas del Cretácico Medio en el área estudiada, fueron depositadas en una variedad de ambientes sedimentarios y posteriormente alteradas en diferentes ambientes diagenéticos a que fueron sometidos.

En este capítulo, se describirán los diferentes procesos diagenéticos observados en cada una de las facies sedimentarias y se tratará de interpretar su historia diagenética.

La diagénesis en este trabajo se clasifica en: diagénesis temprana y diagénesis tardía. La diagénesis temprana se refiere a los cambios físicos y químicos que sufrieron los sedimentos carbonatados durante o inmediatamente después de su depósito, pero antes del sepultamiento. La diagénesis tardía se refiere a los cambios físicos y químicos que sufrieron los sedimentos después de la litificación, pero antes de los cambios metamórficos.

De acuerdo con Schmidt (1961) en Aguayo (1978), la diagénesis tardía no es influenciada por los ambientes de depósito o por las condiciones físicas y químicas de las aguas connatas. La diagénesis tardía puede tener lugar en el subsuelo, en la zona subaérea o vadosa, en las

zonas subacuozas o zonas freáticas o expuesto en la superficie, en la cual el intemperismo es uno de los procesos más importantes.

Las 9 columnas estratigráficas estudiadas (Figs.V-1 a v-9) muestran detalladamente los procesos diagenéticos, que en forma sucesiva afectaron los sedimentos de las diferentes facies sedimentarias identificadas en este trabajo, mismos que están resumidos en la Figura VII.1

- a) Descripción de los procesos diagenéticos de la facies sedimentarias observadas:

Facies sedimentaria No. 3 (Formación Tamaulipas Superior).

Esta facies está representada en la columna estratigráfica No. 6 de la sección I, Figura V.6. Los procesos diagenéticos en esta facies actuaron en los sedimentos durante y después de la depositación. Contemporáneo al depósito de estos sedimentos se formaron estructuras primarias como flujos de granos y laminaciones y en una etapa tardía estos sedimentos fueron alterados en diferentes ambientes diagenéticos por los procesos de fracturamiento, dolomitización, presión-solución y recristalización. Estos procesos diagenéticos se llevaron a cabo sucesivamente de acuerdo a la Figura VII.1. La dolomitización es uno de los procesos más importantes en

esta facies y se interpreta que se llevó a cabo posterior a las dos primeras etapas de fracturamiento que sirvieron de vías para la migración de fluidos cargados de iones de magnesio. La formación de minerales de dolomita en esta facies está concentrada en las cercanías de las fracturas.

Facies Sedimentaria No. 4 (Formación Tamabra)

Los procesos diagenéticos que afectaron los sedimentos en esta facies están mostrados en las columnas estratigráficas 1 y 6 de la sección I (Figuras V.1 y V.6) y en la columna 1 de la Sección II (Figura V.7). La historia diagenética se puede resumir de la siguiente manera (Figura VII.1), durante la depositación de estos sedimentos se formaron estructuras sedimentarias primarias como : flujos de granos y flujos de escombros y en la etapa tardía de diagénesis tuvieron lugar los procesos de fracturamiento, dolomitización, presión-solución, recristalización y silicificación. La dolomitización en esta facies se afectó por el mismo mecanismo que en la facies anterior.

Facies Sedimentarias 5, 6, 7 y 8 (Formación El Abra)

En la facies sedimentaria No. 5, se identificaron los procesos diagenéticos mostrados en las columnas estratigráficas 1 y 5 de la Sección I (Figura V.1 y V.5) y

En las columnas 1 y 2 de la Sección II (Figuras V.7 y V.8). Durante la etapa temprana de diagénesis, se llevó a cabo en esta facies por lo menos un proceso de micritización y dos procesos de cementación de calcita fibrosa (Lámina 4, Fotos 1 y 2). En estas fotografías se puede apreciar que los cristales de calcita fibrosa bordean totalmente los granos carbonatados. En otras situaciones los cementos de calcita cubren parcialmente los constituyentes carbonáticos y los espacios porosos. En relación a esta última situación, Aguayo (1978) menciona que los procesos diagenéticos ocurridos simultáneamente a diferentes sitios de un grano es debido a diferencias en los microambientes, es decir que parte del grano pudo haber sido bordeado por algas y otros organismos incrustantes y parte de este grano estuvo libre de estos organismos.

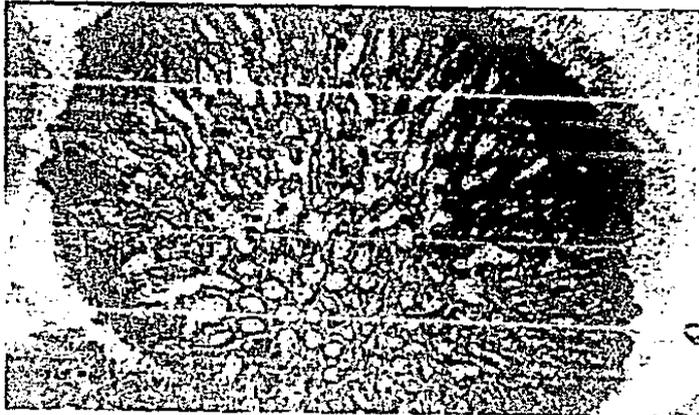
En la primera etapa de cementación mostrada en la Lámina 4 (Fotos 1 y 2), los cristales de calcita muestran unos picos menos pronunciados que los cristales de la segunda etapa de cementación, esto nos puede indicar que los cristales de calcita han sufrido por lo menos dos interrupciones en su estado de crecimiento. Estas interrupciones de los cristales probablemente son debidos a cambios temporales en la química del agua. La ocurrencia de las diferentes sobreposiciones de fábricas diagenéticas y comunidades biológicas en la zona



1



2



3

—
L A M I N A 4

LAMINA 4

Fotografías 1 y 2: En estas fotografías se pueden apreciar claramente, una etapa de micritización, dos etapas de cementación de calcita fibrosa y una etapa de cementación tipo mosaico. Los procesos de micritización y las dos etapas de cemento de calcita fibrosa ocurrieron durante una etapa temprana de diagénesis y el cemento tipo "mosaico" se llevó a cabo en una etapa de diagénesis tardía. Las dos fotografías muestran como los cristales de calcita fibrosa bordean totalmente los granos carbonatados. La primera generación de cemento en las dos fotografías presentan picos muy pequeños y muy suaves, sin embargo, en la segunda generación, los cristales de calcita fibrosa están más desarrolladas y presentan sus picos bien definidos. Los sedimentos de la foto 1 corresponden a una facies de arenas carbonatadas (facies 6), y los sedimentos de la fotografía 2 corresponden a una facies postarrecifal (facies 5). La barra en estas fotografías representa 0.16 mm.

Fotografía No. 3: Exhibe un fragmento de alga rodeado por un anillo de calcita fibrosa ocurrido en una etapa diagenética temprana. Los sedimentos en esta fotografía representan a una facies lagunar (facies 7). La barra en esta foto representa 0.16 mm.

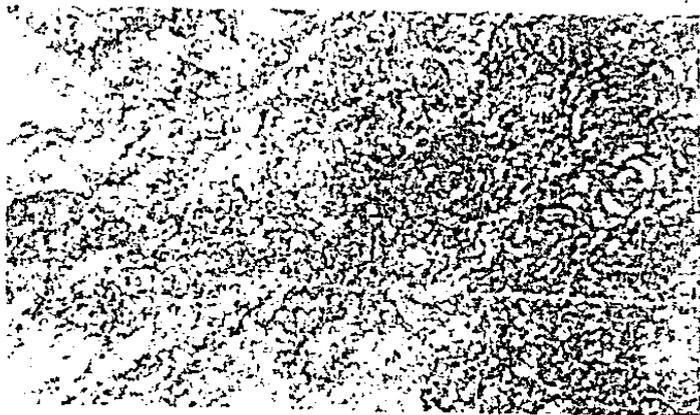
arrecifal reflejan las relaciones complejas entre "periodos cortos de crecimiento controlado orgánicamente en aguas someras alternando con breves periodos de exposición subaérea y diagénesis temprana (Pawrkins 1971: en Aguayo, 1978). En una etapa tardía de diagénesis los sedimentos de esta facies fueron afectados por otro proceso de cementación tipo mosaico y por etapas sucesivas de los procesos de presión-solución, facturamiento, dolomitización y una etapa de silicificación (Figura VIII.1).

Facies Sedimentaria No. 6 o Facies de banco de arenas carbonatadas

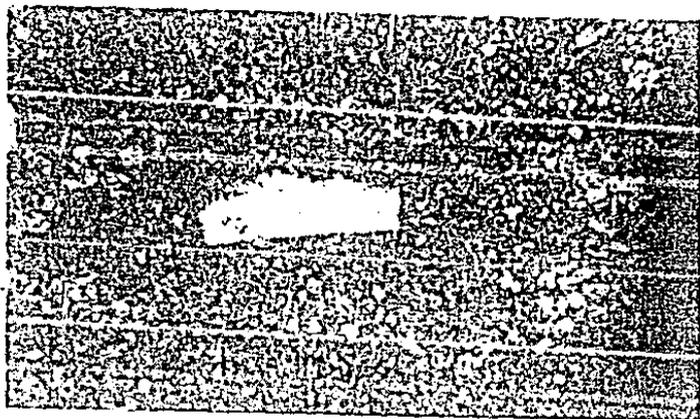
Los procesos diagenéticos observados en esta facies son muy similares a los observados en la facies No. 5 y se muestran en la columna estratigráfica No. 3 de la Sección I (Figura V.1) y en la columna 2 de la Sección II (Figura V.8). En esta facies también se observaron diferentes periodos de calcita fibrosa en la etapa de diagénesis temprana y diferentes sistemas de fracturamiento, presión-solución, dolomitización, recristalización y silicificación en una etapa de diagénesis tardía (Figura VII.1). En la Lámina 5 (Foto 1), se aprecia como algunos granos de oolitas están siendo atacados por el proceso de silicificación y otros aún están completamente sanos.



1



2



3

—
L A M I N A 5

LAMINA 5

Fotografía No. 1: Obsérvese como los granos de oolitas de la parte derecha de la fotografía están siendo atacados por un proceso de silicificación, y los granos de la parte izquierda están totalmente sanos. Este proceso se llevó a cabo en una etapa diagenética tardía. Estos sedimentos corresponden a un ambiente de arenas carbonatadas (facies 6). La barra en la foto representa 0.16 mm.

Fotografía No. 2: En esta fotografía se puede ver como la roca está afectada por el proceso de dolomitización, observándose únicamente algunos rasgos de miliólidos. La dolomitización en esta roca se llevó a cabo en una etapa diagenética tardía.

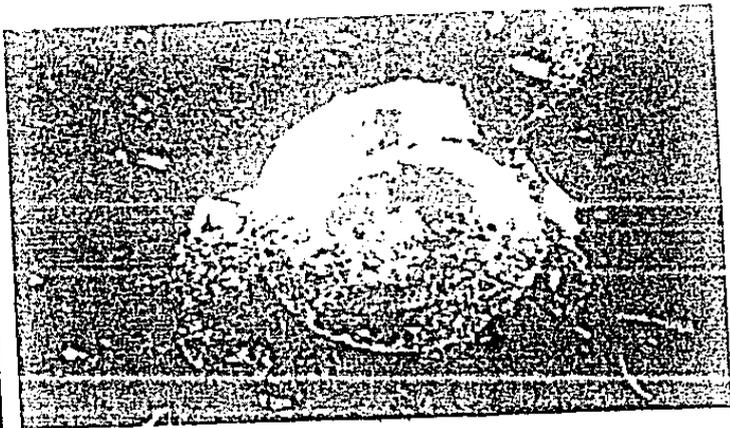
Fotografía No. 3: Nótese que los minerales de dolomita en esta fotografía están concentrados a lo largo de la línea estilolítica, las cuales sirvieron de vías de migración de fluidos cargados de magnesio y que dolomitizaron parcialmente a estas rocas. La barra en las fotografías 2 y 3 representa 0.16 mm. Estas dos últimas fotografías corresponden a una facies lagunar (facies 7).

Facies Sedimentarias No. 7 y 8 o Facies Lagunar

Los procesos diagenéticos que afectaron los sedimentos de estas facies están representadas en todas las columnas estratigráficas estudiadas.

Esta compuesta generalmente por mudstones y wackstones con abundantes pellets, miliólidos y otros microfósiles bentónicos, comunmente presentan coloración oscura debido a la concentración de materia orgánica. Presentan estratificación uniforme que en ocasiones son interrumpidas por procesos de bioturbación (Lámina 6. Fotos 2 y 3): que fueron los primeros procesos diagenéticos tempranos que se llevaron a cabo en este ambiente. Estas fotografías muestran como las oquedades provocadas por organismos son rellenas por partículas más finas que las que forman la matriz. Otro de los procesos diagenéticos tempranos observados en esta facies es el de cementación. La Lámina 4. Foto 3. muestra una primera etapa de cementación de calcita fibrosa bordeando un fragmento de alga. Los procesos de fracturamiento presión-solución, dolomitización y silicificación actuaron en esta facies en etapas sucesivas durante la diagénesis tardía (Figura VII.1).

La dolomitización en estas facies se observó de diferentes formas. En ocasiones se observa que los minerales de do-



L A M I N A 6

LAMINA 6

Fotografía No. 1: Muestra una estructura geopetal. Obsérvese como la base de este organismo está rellena de material muy fino (micrita). La posición que muestra esta estructura en la fotografía es la posición original que tenía el organismo durante el depósito de los sedimentos. Corresponden a una facies lagunar (facies 7). La barra representa 0.16 mm.

Fotografías 2 y 3: Estas fotografías muestran los procesos de bioturbación provocados durante una etapa de diagénesis temprana. Observe como las perforaciones provocadas por los organismos son rellenas por partículas más finas que las que forman la matriz. Los sedimentos representados en estas fotografías fueron depositados en un ambiente lagunar (facies 7). La barra representa 0.16 mm y la fotografía fue tomada con luz paralela y objetivo de 10X.

lomitas están concentradas a lo largo de las líneas estilolíticas (Lámina 5. Foto 3) y fracturas, lo que indica que las estilolitas y las fracturas actuaron como canales de migración de fluidos cargados de magnesio y que dolomitizaron parcialmente estas rocas. En otros sitios la dolomitización afectó a toda la roca (Lámina 5. Foto 2), dejando únicamente fantasmas de sus componentes. En esta última fotografía se pueden apreciar fantasmas de miliólidos y otros constituyentes no identificados.

b) Interpretación de los Procesos Diagenéticos Observados:

El conocimiento de los procesos diagenéticos de una secuencia estratigráfica, es un parámetro que puede permitir al geólogo entender la existencia de patrones de desarrollo de porosidad, incluso a inferir con la ayuda de otros parámetros la existencia de rocas almacenadoras en trampas estratigráficas en áreas poco perforadas o en vías de exploración. El estudio diagenético permite por lo tanto, reconocer las porciones de una secuencia carbonatada que ha sido más afectada por estos procesos y cuales de estos procesos reducan o aumentan la porosidad primaria. Tomando en cuenta lo anterior, es necesario efectuar este tipo de análisis en las diferentes litofacias de una secuencia carbonatada, sobre todo en las litofacias que están más íntimamente relacionadas con la acumulación de hidrocarburos.

En el presente estudio se presentaron diferentes procesos diagenéticos que comprenden dos grandes grupos que son:

Procesos Diagenéticos Tempranos

1. Micritización
2. Cementación (3)

Procesos Diagenéticos Tardíos

3. Presión-Solución (2)
4. Fracturamiento (2)
5. Recristalización
6. Dolomitización
8. Silicificación

Basados en esta historia diagenética, se puede inferir que los sedimentos de esta formación estuvieron sometidos a por lo menos tres ambientes diagenéticos (Figura VII.2).

La primera etapa se llevó a cabo en un ambiente marino somero, en donde ocurrieron los procesos de micritización y la primera y segunda etapa de cementación. La micritización se presenta en estos sedimentos formando granos micritizados, afectando algunos fragmentos de bioclastos que fueron más susceptibles a este proceso, debido posiblemente por la actividad de las algas. La primera etapa de cementación observada es de tipo palizada

(fibrosa). y consiste de cristales que crecen en forma perpendicular a las paredes de los poros: estos cristales se precipitaron en las zonas de circulación activa (Figura VII.2). Las evidencias morfológicas que permiten distinguir los cementos que se precipitaron en estas condiciones son la naturaleza fibrosa de los cristales, la extinción ondulante de los mismos y la apariencia opaca que presentan debido aparentemente a inclusiones. Estos procesos se observaron exclusivamente en las facies sedimentarias 5 y 6. Estos procesos se clasifican como diagénesis constructiva debido a que rellena los espacios porosos por cemento precipitado químicamente reduciendo de esta manera la porosidad primaria de las rocas.

El segundo ambiente diagenético se llevó a cabo en un ambiente freático vadoso en donde los sedimentos quedaron expuestos arriba del nivel del mar, dando como resultado la precipitación de la segunda etapa de cementación observada en estas rocas. El cemento formado en este ambiente diagenético corresponde al cemento denominado tipo menisco y fue observado en los sedimentos correspondientes a las facies sedimentarias 5, 6 y 8 en forma de cristales finos. La precipitación de este cemento se efectúa en la parte inferior de la zona vadosa. Debido a que la zona no está saturada de agua, ésta tiende a permanecer entre los granos por fuerza de

capilaridad. La morfología de los cementos en esta zona tiende a reflejar la distribución del agua en los poros: es decir, si el agua en el poro es distribuida entre los granos en forma de meniscos, como en el caso de estas rocas: la textura asumirá el cemento de este tipo.

El tercer ambiente diagenético que afecta esta secuencia carbonatada es la de sepultamiento profundo. Los procesos más comunes que suceden en esta etapa y que afectan de una manera regional a las diferentes facies sedimentarias son: cementación de mosaico, presión-solución, fracturamiento, recristalización, dolomitización y silicificación. Como resultado de los procesos de presión-solución se tienen los estilolitos observados en estos sedimentos. Al considerar los estilolitos como resultado de estos procesos esto involucra una disolución entre los granos minerales como respuesta de la presión ocasionada por el propio peso de la cubierta sedimentaria y por la acción de esfuerzos laterales de origen tectónico. Durante el análisis de las muestras de la Formación El Abra se observaron 4 etapas de estilolitización. La primera etapa se infiere que se formó debido a la carga litostática de los propios sedimentos, antes de la primera etapa de fracturamiento y fue observada en las facies sedimentarias 5. Las otras etapas posteriores se llevaron a cabo por esfuerzos laterales de origen tectónico y se observaron en

diferentes facies sedimentarias. Como ciertos minerales son más susceptibles al proceso de presión-solución, la estilolitización pudo haber ocurrido a diferentes profundidades. Dunington (1977) en Vera O. (1987) registró para muchos casos de estilolitas una sobrecarga de 600 a 900 metros de profundidad. Los estilolitos observados en estas rocas presentan diferentes características. De acuerdo a la terminología propuesta por Logan y Semaniov (1976) en Vera O. (1987), los estilolitos más comunes en estas rocas son: estilolitas de gran amplitud, estilolitas de poca amplitud, estilolitas irregulares y estilolitas monticulares. De acuerdo a la disposición que presentan sus superficies se observan: estilolitas paralelas y anastomosadas irregulares. Las estructuras de presión-solución que se observaron con más frecuencia fueron las estructuras de estilolaminación, estructura estilonodular y estructura estilobrachado.

La estilolitización puede afectar significativamente las acumulaciones de hidrocarburos de diferentes maneras: a) proveer de conductos para la migración de hidrocarburos, como se puede mostrar por el residuo de bitúmenes encontrados a lo largo de estilolitos; b) puede provisionar de iones carbonatados para la cementación tardía y dolomitización; y c) puede provocar fracturas en las rocas.

Otro de los procesos que se llevó a cabo en la etapa de sepultamiento profundo es el de fracturamiento: se observaron dos etapas de este proceso y se infiere que están asociados a movimientos tectónicos, lo cual concuerda con el análisis estructural.

La recristalización se observó afectando a la matriz, restos biógenos y en rellenos de fracturas. Este proceso presenta una influencia negativa que disminuyó y, en algunos casos destruyó totalmente la porosidad original de los sedimentos.

La silicificación, es otro de los procesos que está intensamente representado en los sedimentos de esta secuencia y se observó reemplazando a la matriz de micrita y fragmentos biógenos. Este proceso también afecta negativamente la porosidad primaria de los sedimentos.

De los procesos ocurridos en la etapa de sepultamiento profundo, el de mayor importancia para la acumulación de hidrocarburos es el proceso de dolomitización ya que genera rocas con características capilares importantes. Este proceso diagenético está presente en las facies sedimentarias 5, 6 y 7 principalmente. De acuerdo con este estudio, se piensa que la dolomitización en el área tuvo diversos orígenes. En algunos casos (pozo Ixmiquilpan No. 1), la distribución de la dolomía estuvo controlada por fallas; mientras que en otros, la

distribución es debida a la migración de una solución magnesiana a través de la roca formando parchas aislados de dolomitas en condiciones profundas.

Existen diversas opiniones referente a los mecanismos de dolomitización. por lo cual no es posible establecer un modelo único que explique la formación de la dolomia. Algunas de las teorías sobre el origen de la dolomitización se resumen a continuación.

Mckenzie (1980) en Vera O. (1987), demostró que la dolomitización ocurre en el sabkha, donde se desarrolla la mayor evaporación de agua y propuso tres etapas para el proceso: inundación, evaporación por capilaridad y bombeo evaporítico o reflujos como parte de un ciclo hidrológico sencillo. el movimiento hacia arriba del agua intersticial en la etapa tardía del bombeo evaporítico aporta un flujo vertical constante de iones de magnesio para la dolomitización.

Muir y colaboradores (1980) en Vera O. (1987), propone que la formación de dolomita se asocia a regimenes hidrológicos y climáticos húmedos. La dolomita es

generada en la zona de refulgencia de aguas subterráneas continentales donde prevalece la evaporación. Esta zona de refulgencia está representada por lagos someros efimeros y alcalinos.

Sears y Lucía (1980) en Carrasco (1971), postulan que el origen de diferentes tipos de dolomias se debe al reflujó de salmueras y a la mezcla de agua marina y agua dulce en zonas arrecifales. Esto es que, además de determinar la ubicación de arrecifes, hay que determinar lo que está dolomitizado de esos arrecifes puesto que constituyen los mejores reservorios de hidrocarburos.

Aguayo (1978), sugiere algunos mecanismos para la dolomitización durante un estado tardío que según este autor pudieran corresponder a los mecanismos de dolomitización a la Formación El Abra.

Harmon (1971) en Aguayo (1973), determina la cantidad de magnesio y otros iones en aguas subterráneas de la Sierra El Abra y que encuentra que la mayoría de estas aguas fueron saturadas con relación a calcita y subsaturadas con relación a la dolomita. Por lo tanto, los procesos por agua meteórica, percolación vadosa y reflujó de aguas subterráneas no fueron los únicos mecanismos para la formación regional de dolomita, sino que fue necesario un gran abastecimiento de iones de magnesio.

Hunshaw et al. (1971). encuentran que la mayoría de los carbonatos de las plataformas de Bahamas están desprovistos de suficiente magnesio para causar una dolomitización extensa. Estos autores proponen que la dolomitización podría ocurrir en las zonas de aguas salobres. Tales aguas vienen de la mezcla de aguas dulces con salmueras del subsuelo o aguas oceánicas.

Fisher y Rosa (1969) proponen que la dolomitización en las Calizas Edwards fue debido a la acción de salmueras enriquecidas de magnesio en sedimentos carbonatados. El origen de los iones de magnesio es una facies de evaporitas localizada en el centro de un área lagunar anterior. Este proceso probablemente sucedió en las calizas El Abra ya que existe la secuencia evaporítica de la Formación Guaxcamá en el centro de la Plataforma Valles-San Luis Potosí. de donde el magnesio pudo haber sido removido de tales evaporitas por disolución de aguas meteóricas que percolaron en el subsuelo; de esta manera el refluo de las aguas subterráneas ricas en iones de magnesio dolomitizan parcialmente las rocas de las Formaciones El Abra, Tamabra y Tamaulipas Superior.

De acuerdo con Matles y Mounjoy (1960) en Vera Ú. (1987), es necesario enfatizar que antes de aplicar un modelo particular al cualquier ocurrencia de dolomía, es conveniente efectuar cuidadosos estudios petrográficos, estratigráficos y geoquímicos. Además estipulan que es necesario establecer el tiempo de dolomitización antes de hacer un intento de interpretación sobre los procesos de dolomitización.

	MICRITIZACION	CEMENTACION ₁	CEMENTACION ₂	CEMENTACION ₃	PRESION SOLUCION ₁	FRACTURAMIENTO ₁	PRESION-SOLUCION ₂	RECRI TALIZACION	DOLOMITIZACION ₁	FRACTURAMIENTO ₂	PRESION-SOLUCION ₃	DOLOMITIZACION ₂	RECRI TALIZACION	DOLOMITIZACION ₃	PRESION-SOLUCION ₄	SILICIFICACION	OXIDACION
FACIES III				X		X				X			X		X		X
FACIES IV				X		X				X			X		X		X
FACIES V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FACIES VI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FACIES VII				X		X				X			X		X		X
FACIES VIII		X	X	X		X				X			X		X		X

Fig VII-1 Tabla de procesos diagenéticos por facies sedimentarios

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PROCESO DIAGENETICO

MICRITIZACION

CEMENTACION "PALIZADA"

CEMENTACION "MENISCO"

CEMENTACION "MOSAICO"

PRESION/SOLUCION (4)

FRACTURAMIENTO (2)

RECRISTALIZACION

DOLOMITIZACION (3)

SILISIFICACION

FREATICO MARINO

METEORICO VADOSO

SEPULTAMIENTO PROFUNDO

PROF. > 1000m.

AMBIENTES DIAGENETICOS

FIG.VII - 2

VIII. PALEOGRAFIA Y TECTONICA

Las rocas que constituyen la columna sedimentaria de la región han sido afectadas por diversos eventos tectónicos a través del tiempo, modificándolas en distintos grados hasta obtener las características morfológicas que presentan actualmente.

Con la apertura del Golfo de México, que se inicia durante el Triásico Tardío?, la invasión de los mares cubre algunas regiones de la República Mexicana. En el área de estudio durante este período la sedimentación que predominó fue de tipo continental, dando lugar al depósito de las capas rojas de la Formación Huizachal. Este ambiente persistió en la región hasta el Jurásico Medio, a excepción del área de Huayacocotla donde se depositaron sedimentos arcillo-arenosos: que constituyen un remanente de los mares que cubrieron esa área durante el Jurásico Temprano. Estos sedimentos depositados en la denominada Cuenca Liásica de Huayacocotla (Carrillo, 1971) fueron deformados a finales de este período para que volvieran a predominar en esta región, la sedimentación continental durante el Jurásico Medio, propiciándose el depósito de los sedimentos de la Formación Cahwasas. Schmidt-Effing (1980) considera que el área de Huayacocotla evolucionó como un sistema "aulacógeno" durante la primera mitad del Mesozoico. La actividad de estas depresiones tectónicas relacionadas con la apertura del

Atlántico ocasionó cambios bruscos en la batimetría, lo que provocó que en algunas zonas se depositaran secuencias pelágicas en la corteza continental, sin que se lograra un proceso de oceanificación. Aunque esta teoría no ha sido del todo comprobada, sin duda, el área estuvo sometida a un sistema de fallamiento en bloques relacionado íntimamente con la apertura del Golfo de México. Estos bloques de basamento están constituidos por un complejo de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de edad precámbrica.

En el Jurásico Tardío, se generaliza la distribución de los sedimentos marinos en el área de estudio, y comienzan a definirse los elementos paleogeográficos principales que controlaron la sedimentación: entre los que se encuentran la Cuenca Mesozoica de México, la Plataforma Valles- San Luis Potosí y el antiguo Golfo de México. La primera se localiza en la porción occidental del área y la segunda en la porción nororiental.

Durante esta edad, se interpreta que se depositaron sedimentos de alta energía en los márgenes de una plataforma localizada actualmente entre los poblados de Ixmiquilpan y Meztlán, Hgo: que la secuencia carbonatada cortada en el Pozo Ixmiquilpan No. 1 para esta edad, corresponde a la Formación San Pedro depositada en un ambiente lagunar, mientras que en las depresiones se depositaron calizas arcillosas y lutitas con alto contenido de materia orgánica que corresponden a las Formacio-

ciones Trancas y Tamán. La primera de estas, se encuentra distribuida dentro de la llamada Cuenca Mesozoica de México, en las localidades de La Pechuga y Las Trancas, y la segunda en la región de Meztitlán, Hgo., localizada en la porción nororiental del área.

La transgresión marina en este período no cubrió totalmente la plataforma y algunas áreas permanecieron emergidas. En el Cretácico Temprano persiste el mismo ambiente depositacional en el área, con aporte de terrígenos asociados a actividad volcánica: en este tiempo se depositaron las Formaciones Santuario y Tamaulipas Inferior de ambiente de cuenca. La primera está distribuida en la porción occidental y la segunda en la porción oriental del área. Aunque no se observaron sedimentos de borde de plataforma, éstos aparentemente migraron en forma progresiva hacia el centro de la plataforma durante el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano en la porción occidental y permanecieron estáticos debido a eventos tectónicos en la porción oriental de la plataforma.

Los periodos Jurásico-Cretácico transcurrieron sin disturbios de consideración en el área, salvo algunos eventos magmáticos. Sin embargo, según Coney (1978) (en Carrillo 1982), para el Jurásico Tardío existió subducción de la Placa del Pacífico debajo de la Placa Americana en el occidente del país. Asociado a este proceso, según este autor, pudo haber existido un arco magmático cuya existencia se infiere en gravas y lavas

andesíticas epimetamórficas: que se puede correlacionar con el Arco Volcánico de Alisitos. De acuerdo con el modelo tectónico que presenta este autor, los sedimentos que constituyen las formaciones del Jurásico Superior y Cretácico Inferior distribuidos al poniente del área en estudio, se depositaron en un ambiente de cuenca de postarco. Así mismo, Winker y Buffler (1978), tomando en cuenta el marco geológico actual establece un modelo en donde interpreta que el borde occidental de México esta representado por el Arco Volcánico Alisitos-Guerrero, y la región de la Mesa Central por una cuenca de postarco (figura VIII-2).

En el Cretácico Medio, en el área de estudio la invasión de los mares continúa y se desarrollan grandes plataformas carbonatadas con una distribución de facies bien definida. Estas condiciones de depósito persistieron hasta el Cretácico Tardío (Turoniano Temprano), pero con algunas interrupciones locales durante periodos muy cortos de tiempo por el avance de las aguas marinas, dando como resultado el depósito de horizontes muy reducidos de sedimentos de talud y de cuenca dentro de la secuencia carbonatada de plataforma (Figura VIII.1).

Durante el Turoniano Tardío, la transgresión marina cubre totalmente la plataforma, depositándose sobre ella sedimentos carbonatados de cuenca en el área de Maztitlán, Hgo., y sedimentos de tipo terrígeno en el área de Actopan y Atotonilco el Grande: debido posiblemente a un basculamiento de la

plataforma hacia el sureste .

Durante el Terciario Temprano ocurrió una deformación (Orogenia Laramide ?). evento compresivo que deformó todos los sedimentos depositados en el área, formando los principales plegamientos y fallas que se tienen en la región, los cuales varían en forma y tamaño dependiendo de la litología, espesor y ubicación paleogeográfica.

En el Terciario Tardío se produjo el depósito de clásticos continentales, acompañada de una etapa distensiva que fué seguida por una intensa actividad volcánica que originó la emisión de tobas, derrames andesíticos y culminó con derrames basálticos en el área.

SECCIONES ESQUEMATICAS DE LAS CONDICIONES DE DEPOSITO DEL APTIANO AL RECIENTE

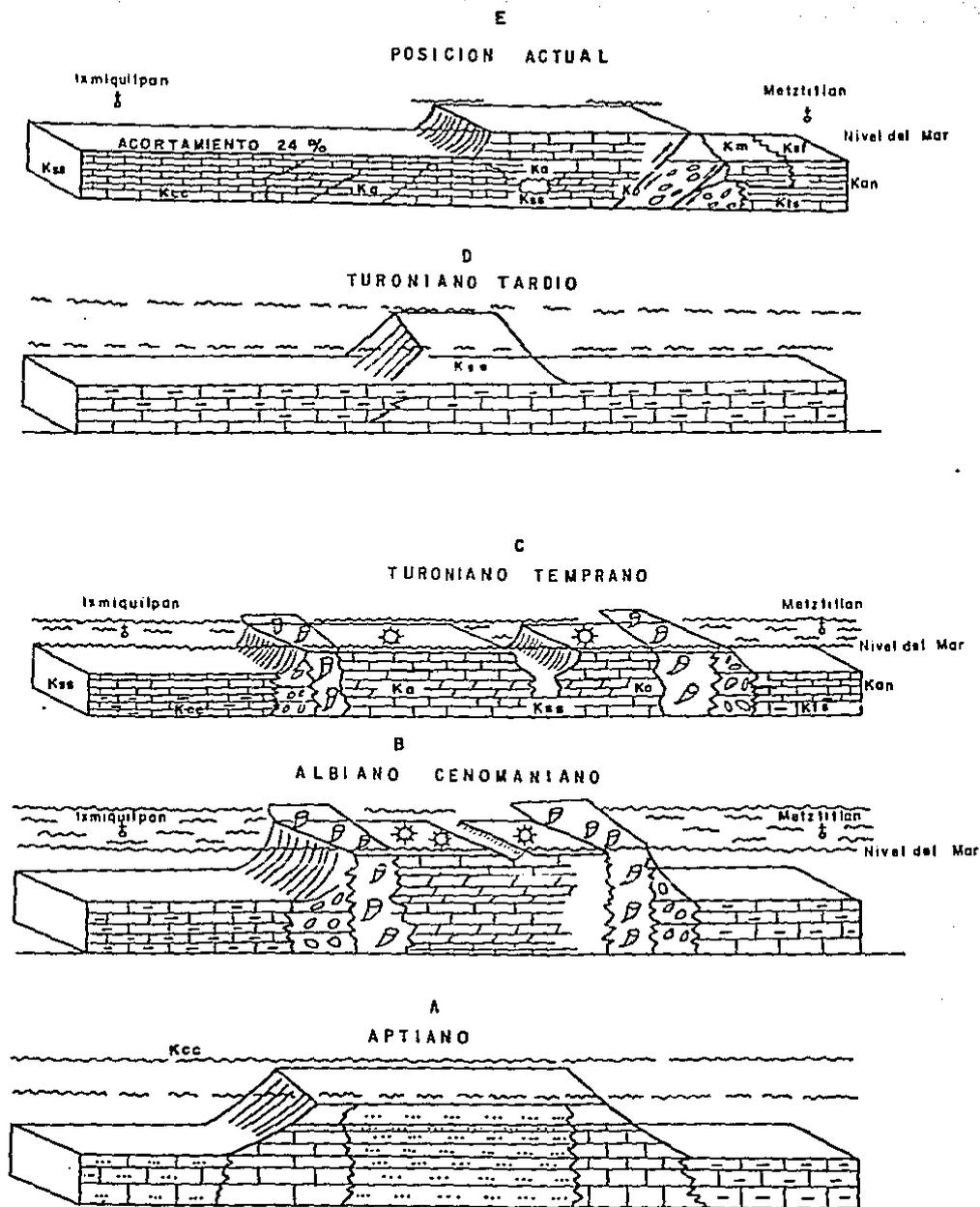
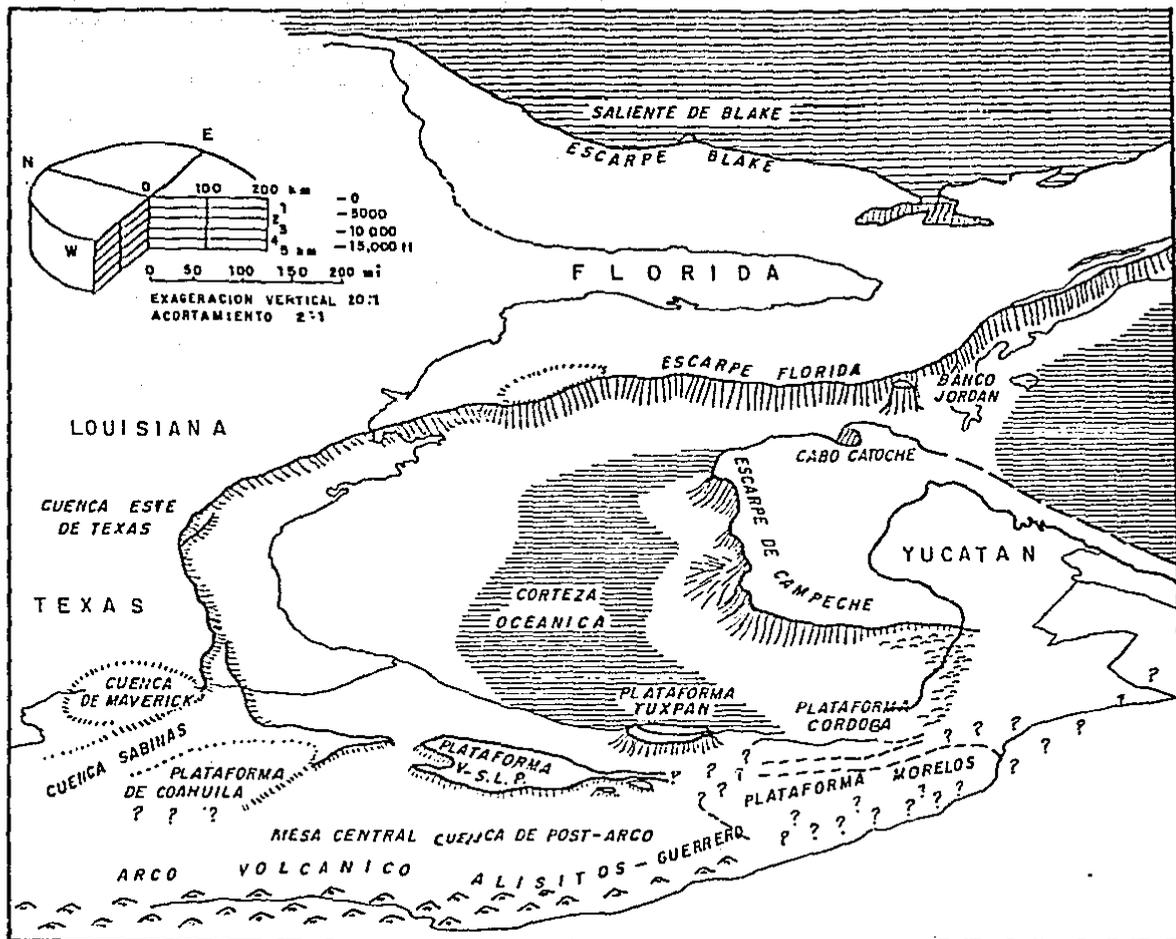


FIG. VIII-1



TOMADO DE WINKER Y EUFFLER, 1986

FIG. VIII-2 MAPA PALEOGEOGRAFICO

IX GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El análisis estructural del área se efectuó con base en los datos y observaciones obtenidos en el campo, así como de la información compilada de informes geológicos.

De acuerdo con este análisis, la evolución estructural del área se puede resumir de la siguiente manera. Una primera fase deformacional de la Orogenia Laramide provocó la formación de grandes estructuras anticlinales y sinclinales con fallas inversas a lo largo de los flancos invertidos de los anticlinales, lo cual indica que el fallamiento inverso tuvo lugar inmediatamente después de ocurrido el plegamiento. Esto ocasionó grandes cabalgaduras que causaron la sobreposición de secuencias de sedimentos más antiguos sobre secuencias de sedimentos más jóvenes. Además, propició que sedimentos de facies de plataforma se colocaran sobre sedimentos de facies de cuenca. En algunas partes del área se pueden observar pequeños bloques alóctonos "klípees" de estas cabalgaduras. Posteriormente, se desarrollaron fallas de desplazamiento lateral izquierdas y derechas que desplazaron los ejes de las estructuras anteriores, así como también a algunos bloques cabalgados.

Los plegamientos y fallas observadas en el área varían en forma y tamaño de acuerdo a la litología, espesor de las capas y la ubicación paleogeográfica.

En la porción oriental se observan grandes pliegues recostados al oriente, cuyos ejes de pliegues tienen una orientación promedio de NW 24° SE y una dirección de máximo esfuerzo (σ_1) promedio de NE 64° SW. La Figura IX.1 muestra la dirección de los ejes de pliegues obtenidos en facies de cuenca en el área de Santa Mónica. Esta región también se caracteriza por presentar grandes fallas inversas localizadas a lo largo de los flancos de los pliegues anticlinales. En algunas partes de esta área se observan también pequeños "klippes" que ponen de manifiesto el carácter alóctono de la secuencia carbonatada de facies de plataforma del Cretácico Medio sobre sedimentos del Cretácico Superior. Esta misma región presenta un frente de cabalgadura de grandes dimensiones orientada norte-sur, en donde se tiene la sobreposición de los sedimentos de plataforma de la Formación El Abra sobre sedimentos de cuenca de la Formación Tamaulipas Superior, dejando sepultados los sedimentos de facies de talud de la Formación Tamabra. Cabe recordar que estas formaciones corresponden a cambios de facies de la misma edad.

En el área de Santorum (Figura IX.2), se identificaron dos familias de fracturas, la primera F-1, tiene una orientación aproximada de NE 84° SE 90° y una segunda familia F-2 con una orientación de NE 85° SW-42°SE, aproximadamente. Se reconocieron también fallas de desplazamiento lateral tanto de movimiento derecho como izquierdo. Las primeras tienen una orientación de NW 86° SE-90° a NW 82° SE 90° y las segundas presentan una orientación de SW 20° NE 90° a SW 39° NE 90°.

En la porción central del área, los sedimentos presentan ligeras ondulaciones y estructuras simétricas afectadas por fallas normales. Las estructuras en esta región están constituidas por rocas carbonatadas de la Formación El Abra del Cretácico Medio, formando pequeñas sierras.

En la porción norte, en el área de Pozuelos, se tiene la presencia de fallas de transcurrancia; el despliegamiento de estructuras sugiere que estas fallas de transcurrancia se desarrollaron después del plegamiento y fallamiento inverso.

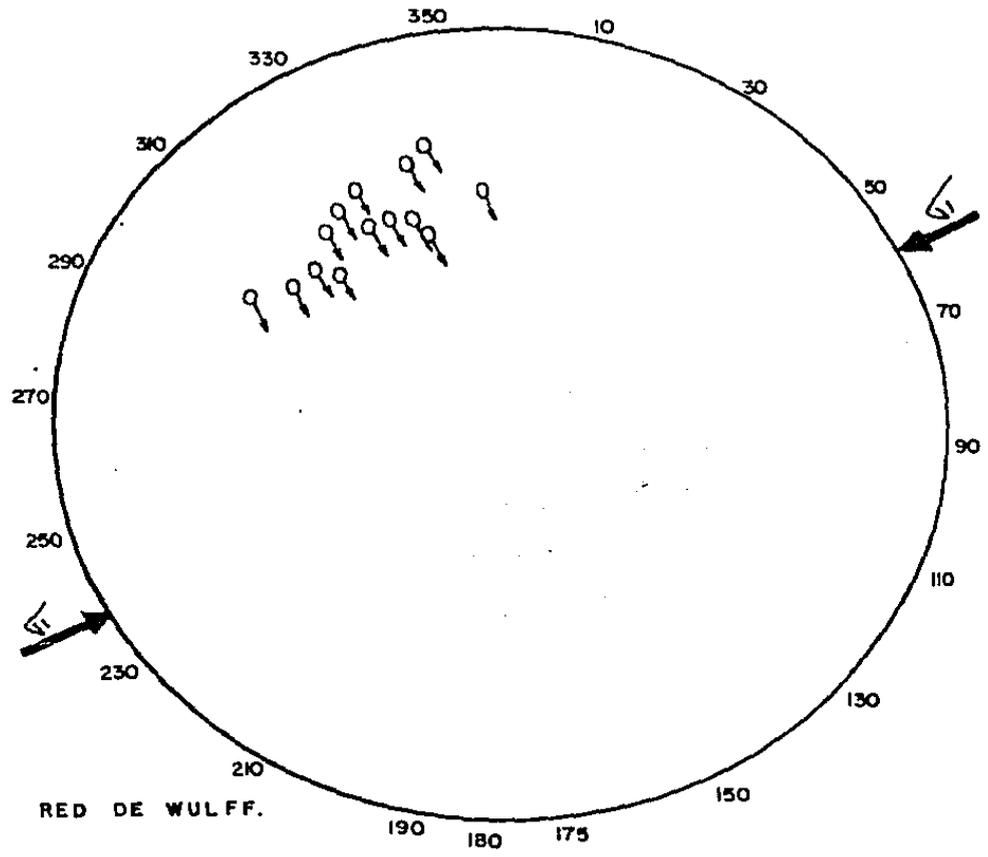
En general, los plegamientos y fallas inversas que se tienen dentro del área están orientados predominantemente al noroeste y suroeste. Sutar (1982) menciona que los pliegues y cabalgaduras en esta región son de poco desplazamiento y que en los bordes de la plataforma se desarrollaron grandes cobijaduras mientras que el interior de la plataforma se tienen pliegues paralelos. Menciona además que la localización de estas cabalgaduras, principalmente en los bordes de la plataforma, se pueden explicar por una concentración de esfuerzos tangenciales tectónicos; causado por la disminución del área transversal en las facies de cuenca.



EJES DE PLIEGUES

DIRECCION DEL ESFUERZO-
PRINCIPAL MAYAR

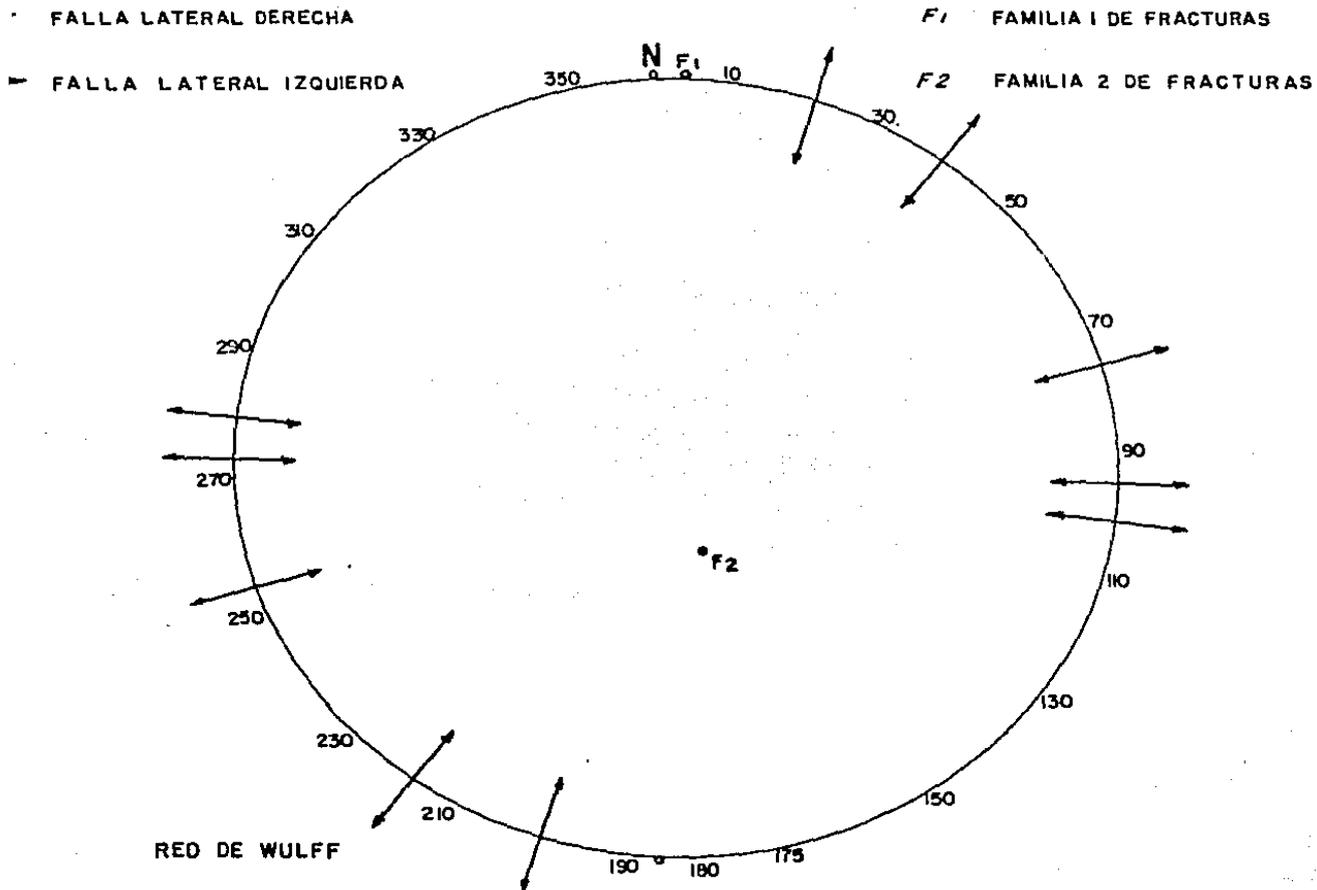
DIRECCION PROMEDIO DE EJES DE PLIEGUES
NW 24° SE
DIRECCION PROMEDIO DE
NE 64° SW



PROYECCION ESTEREOGRAFICA DE LAS
ESTRUCTURAS DEL AREA SANTA MONICA

(FACIES DE CUENCA)

FIG. IX - I



PROYECCION ESTEREOGRAFICA DE LAS
 ESTRUCTURAS DEL AREA DE SANTORUM
 (FACIES DE PLATAFORMA)

FIG. IX - 2

X. GEOLOGIA ECONOMICA

a) DATOS GEOQUIMICOS

Las condiciones de generación de hidrocarburos estan dadas por la cantidad y tipo de materia orgánica, además de una cantidad adecuada de calor para la madurez térmica de los mismos; ya que un sobrecalentamiento puede deteriorar las fuentes potenciales de los hidrocarburos líquidos. por lo que se debe tener en cuenta las variaciones en el flujo de calor a que estuvo sujeta una cuenca durante su evolución a través del tiempo geológico.

De las formaciones que constituyen la columna sedimentaria en el área de estudio, las Formaciones Trancas y Santuario del Jurásico Superior y Cretácico Inferior respectivamente, presentan mejores características para ser consideradas como Rocas Generadoras, con base en sus datos geoquímicos.

De los análisis efectuados en rocas aflorantes, así como en núcleos recuperados en la perforación del Pozo Ixmiquilpan No. 1, se obtuvieron los siguientes datos.

Tipo de materia orgánica: Esta compuesta

predominantemente de restos maderáceos (80%), amorfo sapropélico (15%) y herbáceo (5%), este tipo de materia orgánica son generadoras de gas seco y/o aceite ligero.

El contenido de 46% de materia orgánica (TOC) . indica la presencia de una roca generadora buena.

Índice de madurez termal (I.A.T.).- Las muestras analizadas presentan un promedio de índice de 3 a 4, lo que es indicativo de una roca generadora muy madura.

ANÁLISIS GEOQUÍMICOS EFECTUADOS EN EL POZO IXMIQUILPAN NO. 1

FORMACION	NO. NUCLEO	INTERVALO	TOC	OMT	IAT
Santuario	2	528-532	.99	Amorfo-Sprop.	-4+4
Trancas	3	680-685	.62	"	"
Trancas	4	1070-1073	.56	"	"
Trancas	5	1365-1369	.63	"	"
San Pedro	6	2140-2140	.66	"	"

En función de los datos mencionados se considera que los sedimentos que constituyen las formaciones antes citadas pueden ser generadoras de hidrocarburos.

b) MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS

Se han observado en el área diferentes tipos de manifestaciones superficiales así como en pozos.

En estudios superficiales la presencia de hidrocarburos ha sido observada en forma de gilsonita en sedimentos carbonatados de la Formación El Abra; mientras que en pozos se han reportado en diversas formas.

POZO JASSO 1

Manifestación de gas en las profundidades:

447 m en la Formación El Abra.

452 m en la Formación El Abra.

Manifestación de aceite en las profundidades:

1115 m Impregnación de aceite ligero en sedimentos de la Formación El Abra

1450 m Aceite residual en la Formación El Abra

2100 m Aceite residual en la Formación El Abra

2800 m Aceite residual en la Formación El Abra

POZO IXMIQUILPAN No. 1

Manifestación de gas en las siguientes profundidades:

770 m en la Formación Trancas del Jurásico Superior

1150 m en la Formación Trancas del Jurásico Superior
1839 m en la Formación Trancas del Jurásico Superior
2120 m en la Formación San Pedro del Jurásico Superior

c) ROCAS GENERADORAS, ALMACENADORAS Y SELLO

1. Rocas Generadoras: De acuerdo con los estudios geo-químicos, las rocas que tienen mejores características para considerarse como generadoras de hidrocarburos son las que constituyen las Formaciones Las Trancas del Jurásico Superior y Santuario del Cretácico Inferior.
2. Rocas Almacenadoras: Los sedimentos que presentan mejores características petrofísicas para almacenar hidrocarburos corresponden a las Formaciones Tamabra y Abra del Cretácico Medio, así como los sedimentos de borde de Plataforma del Cretácico Inferior-Jurásico Superior que pudieran encontrarse en el subsuelo.
3. Rocas Sello: Los horizontes arcillosos que se tienen dentro de la Formación Soyatal o los sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Mexcala del Jurásico Superior, pueden funcionar como sello en la migración de hidrocarburos.

d) AREAS DE INTERES ECONOMICO

ZONA A (Figura X.1)

1. Localización.- Se localiza entre las poblaciones de Progreso e Ixmiquilpan en el Estado de Hidalgo. Tiene la forma de polígono irregular cuya superficie aproximada es de 1044.0 Km². Geológicamente se encuentra ubicado en la parte suroccidental de la Plataforma Valles-San Luis Potosí (área de Actopan).
2. Características Topográficas.- Esta zona esta localizada en la porción oriental del Altiplano Mexicano. Consiste en una serie de valles y planicies de aluvión circundados por pequeñas serranías y lomeríos de rocas carbonatadas, en ocasiones cubiertas por derrames lávicos. Los valles en su mayoría son el resultado de rellenos lacustres y aluviones provenientes de la erosión de rocas que forman las sierras y en algunos casos son producto de actividad piroclástica.
3. Características Litológicas.- Está formada por una franja de sedimentos de facies de borde de plataforma constituido por grainstones y brechas calcáreas de fragmentos subangulosos de calizas de plataforma con rudistas, caprinidos y otros organismos constructores de arrecifes.

4. Características estructurales.- En esta zona se observan pliegues recostados al oriente. Asimismo, se reportan fallas tanto de tipo normal como inverso, así como fallas de transurrencia.
5. Tipo de Trampas.- Pueden ser tanto de tipo estructural como estratigráfico, ya que las rocas que afloran en el área presentan una gran variedad de cambios de facies con características petrofísicas adecuadas para almacenar hidrocarburos.
6. Objetivos.- Evaluar las posibilidades económicas de las brechas calcáreas de la Formación Tamabra del Cretácico Medio y los sedimentosoolíticos que pudieran existir en el subsuelo en las formaciones del Cretácico Inferior y Jurásico Superior.
7. Estudios Complementarios.- Los estudios gravimétricos y magnetométricos efectuados en el área han encontrado dificultades para interpretar el subsuelo en esta región: por lo que la información con la que se cuenta hasta ahora es muy pobre. Se requiere de estudios gravimétricos a detalle que permitan identificar las estructuras más favorables y estudios sismológicos de reflexión para cuantificar la geometría de las fallas en el subsuelo. Con respecto a los estudios geológicos, se

recomienda hacer geoquímica y, de ser posible, estudios de biofacies.

ZONA B

(Figura X.1)

1. Localización.- Esta zona se localiza entre las poblaciones de Santa María Amajac y Meztlán, Estado de Hidalgo; cubriendo una franja de aproximadamente 10 Km de ancho y 30 Km de largo. Se ubica en el borde suroriental de la Plataforma Valles- San Luis Potosí (área de Actopan).
2. Características Topográficas.- Forma parte de la orografía que constituye las estribaciones occidentales de la Sierra Madre Oriental, en donde se observa una topografía de montañas elevadas y cañones profundos.
3. Características Litológicas.- Al igual que la Zona A, está formada por brechas de la Formación Tamabra sobreyaciendo por falla inversa a sedimentos calcáreo-arcillosos de la Formación Mexcala del Cretácico Superior.
4. Características Estructurales.- Existen abundantes pliegues angostos y alargados y en ocasiones abanicados. Asimismo, se reportan anticlinales orientados noroeste-sureste con vergencia hacia el noreste afectados

por fallas inversas.

5. Tipos de Trampas.- Las de tipo estructural son las más recomendables a localizar en esta zona, aunque podrían combinarse con trampas estratigráficas. La porosidad de la roca en esta región puede estar incrementada por la abundancia de fracturas, resultado de la deformación sufrida.
6. Objetivos.- Evaluar las posibilidades económicas de los sedimentos de la Formación Tamabra del Cretácico Medio. Las facies de talud de esta formación podrían servir de rocas almacenadoras en trampas estructurales debajo de las cabalgaduras que afectan esta parte de la plataforma.
7. Estudios Complementarios.- No existe ningún tipo de estudio geofísico en esta zona, debido probablemente a la topografía abrupta que presenta; por lo que se recomienda buscar una técnica apropiada para este tipo de topografía aprovechando los escasos caminos de terracería que existen. Desde el punto de vista geológico, se recomiendan trabajos de geoquímica, estratigrafía (biofacies) y de detalle estructural-tectónico.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con los estudios petrográficos realizados en esta área, se identificaron 6 facies sedimentarias principales de las Formaciones El Abra, Tamabra y Tamaulipas Superior.
2. La sobreposición de las facies observadas en las columnas estudiadas muestran que existió una progradación de sedimentos de aguas profundas sobre sedimentos de aguas someras.
3. La Formación El Abra, considerada generalmente de edad Albiano-Cenomaniano, continuó su depósito hasta el Turoniano.
4. Se identificaron 7 procesos diagenéticos importantes que afectaron a los sedimentos de la secuencia estudiada. Algunos de estos procesos se observaron afectando negativamente la porosidad de los sedimentos y otros afectan positivamente la porosidad primaria de las rocas.
5. Las Formaciones Trancas y Santuario del Jurásico Superior y Cretácico Inferior respectivamente, poseen horizontes arcillosos y calcáreo-arcillosos ricos en materia orgánica, por lo que se pueden considerar como posibles

rocas generadoras de hidrocarburos.

6. Las posibilidades económicas en el área son buenas, por las manifestaciones que presentan los sedimentos del Cretácico Medio en los pozos perforados.
7. Las rocas que tienen mejores posibilidades para ser consideradas como objetivas, son las que constituyen las facies 4, 5 y 6 de las Formaciones El Abra y Tamabra del Cretácico Medio; mismas que están constituidas por brechas calcáreas, bounstones de rudistas y arenas carbonatadas.
8. Las posibilidades que presentan los sedimentos considerados como objetivo, pueden estar incrementados por los procesos de dolomitización y fracturamiento a que fueron sometidos.
9. Los lugares con mayores posibilidades económicas son las zonas que están localizadas a lo largo de las márgenes de platafoma; en donde se tienen grainstones y brechas calcáreas, cuyas características petrofísicas pueden ser excelentes para acumular hidrocarburos.
10. En las áreas de interés económico-petrolero, se estima que existen condiciones estructurales que pueden estar ocultando los cambios de facies de las diferentes

formaciones que presentan condiciones favorables para acumular hidrocarburos.

11. Las características estructurales en superficie consisten, en la porción oriental, de pliegues largos y angostos orientados de noroeste-suroeste y recostados al oriente, afectados regularmente por fallas inversas en esa misma dirección; mientras que, en la porción central son anticlinales casi simétricos. En ambas regiones estas estructuras están constituidas por rocas carbonatadas del Cretácico Medio.

X. BIBLIOGRAFIA

- Aguayo, C.J.E.. 1978. Sedimentary environments and diagenesis of a Cretaceous reef complex, eastern Mexico: An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. U.N.A.M. 5(1): 83-140.
- Avila, M.I.. 1971. Prospecto Ixmiquilean (I.G.P.R.-100): Informe interno, Petroleos Mexicanos.
- Bathurst, R.G.C. 1971 Carbonate sediments and their diagenesis: Elsevier Scientific Company. p. 620.
- Bebout, D.G., Coogan A. y Maggio. 1969. Golden Lane-Poza Rica trends Mexico - An alternative interpretation: Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull., v.53. p. 706.
- Campa, M.F., Oviedo, Amador y Tardy, Marc. 1976. La cabalgadura laramidica del dominio volcanosedimentario (Arco de Alisitos-Teloloapan) sobre el miogeosinclinal mexicano. en los limites de los Estados de Guerrero y México: Acapulco (México). Congreso Latinoamericano 3. resúmenes 3. p. 23.

Campa. M.F., Ramirez. J., Flores. R., Conev. P.J., 1981.

Terrenos Tectonoestratigráficos de la Sierra Madre del Sur, región comprendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos: Serie tectónico-científica 10. p. 28. Universidad Autónoma de Guerrero.

Carrasco. V.B. 1969. Posible importancia económico-petrolera de la brecha litoclástica de la base de la Formación El Doctor, en Mezquitlán, Hgo: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, p. 70-72.

1971. Litofacies de la Formación El Abra en la Plataforma de Actopan, Hgo: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, 3(1): 5-26.

1977. Albian sedimentation of submarine autochthonous and allochthonous carbonates, east edge of the Valles-San Luis Potosí Platform: Mexico. Soc. of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication No. 25, p. 263-272.

Carrillo. B.J., 1971. La Plataforma Valles-San Luis Potosí Bol. Asoc. Mex. de Geólogos Petroleros, v.23:1-101.

Carrillo M. y Sutter M., 1982. Tectónica de los alrededores de Zimapan. Hgo: Revista del instituto de Geología de la U.N.A.M.: 1-20.

Dunhan, R.J., 1962. Clasificación of carbonates rocas according to depositional texture: Am. Assoc. Petroleum Geologists, Memoir 1:108-121.

Deffeyes, K.S., F.J. Lucia y P.J. Weyl, 1965. Dolomitization of recent and Plio-Pleistocene sediments by marine evaporite waters on Bonaire. Netherlands Antilles: Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Spec. Publ., 13:71-88.

Eros P., 1974. Reefs, Platforms and Basins of Middle Cretaceous in northeast Mexico: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v-58:800-809.

Flügel, E., 1982. Microfacies Analysis of limestones, Springer Verlag, Berdelberg, New York, p. 533.

Fisher y Rosa, 1969. Edwards Formation (Lower Cretaceous) Texas, dolomitization in ancient limestones: Soc. Econ. Paleont. and. Mineralogist, Spec. Publ. 13:14-48.

- Friedman, G. M., 1976. Early diagenesis y lithification in carbonate sediments: Soc. Econ. Paleont. and Mineralogist, Reprint Series 1, No. 1:101-137.
- Hanshaw 1971. A geoquimical hipotesis for dolomitization by groundwater: Economic Geology No. 66:710-724.
- Hernández H. y Salazar S., 1979. Prospecto Tula Oriente: Informe interno de Petróleos Mexicanos.
- James, P.N., 1980. Introduction to carbonate facies models: Geoscience Canada, Reprint Series 1, Facies Models No. 9:105-107.
- Martínez, P.J., 1972. Exploración Geológica del área El Estanquillo-San Francisco, San Luis Potosí. Hojas K-8 y K-9: Bol. Asoc. Mex. de Geólogos Petroleros XXIV (7-9):325-402.
- Morrow, D.W., 1982. Dolomitization Models and ancient dolostones: Geoscience Canada v-9, No. 2:95-107.
- Padilla y S.R., 1984. Implicaciones estructurales de los arracifes en el desarrollo de pliegues: Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, V-XXXIV, No. 2

Padilla y S.R., 1985. Las estructuras de la curvatura de Monterrey. Estados de Coahuila, Nuevo León, Zacatecas y San Luis Potosí: Revista del Instituto de Geología. U.N.A.M., Vol. 6. No. 1:1-20.

Pimentel, R.A., 1978. Prospecto Santuario (I.G.P.R. -159): Informe interno. Petróleos Mexicanos.

Reading, H.G., 1973. Sedimentary Environments and facies: Elsevier N.Y.

Roehl, P.C., 1979. Stony Mountain (Ordovician) and Interlake (Silurian) facies analogs of recent low energy marine and subaerial carbonates. Bahamas: Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol., vol.51, p. 1979-2032.

Schmidt-Effing R., 1980. The Huayacocotla Aulacogen in Mexico (Lower Jurassic) and the origin of the Gulf of Mexico: Symposium. The origin of the Gulf of Mexico, in the early opening of the central north atlantic ocean, Baton Rouge, Louisiana.

Tarango, O.G., 1975. Prospecto Ixmiquilpan (I.G.P.R. -126): Informe interno. Petróleos Mexicanos.

Velez, S.D., 1982. Prospecto Atotonilco (I.G.P.R.-210): Informe interno. Petróleos Mexicanos.

Vera G.M. y Torres, V., 1987. Diagénesis de carbonatos: Div. Estudios de posgrado. Fac. Ingeniería. U.N.A.M., p. 229.

Wilson B.J., Hernández S.P., Meave T.E., 1955. Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro: México. Bol. Soc. Geol. Mexicana. XIII(1): 1-10.

Wilson J.L., 1974. Characteristic of carbonate Platform Margins: Am. Assoc. Petrol. Geologists, Spec. Publ. 14:4-19.

1975. Carbonate Facies in Geology History: Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, N.Y., p. 471.

Winker Ch. D., y Buffler, R. T., 1988. Paleogeographic Evolution of Early Deep Water Gulf of Mexico and Margins, Jurassic to Middle Cretaceous (Comanchean): Am. Assoc. Petrol. Geologists Bull., V.72 No. 3