

01179 3^{ej}

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA**

**SEDIMENTOLOGIA Y DIAGENESIS
DEL KIMMERIDGIANO EN LA REGION DE
JONOTLA, PUEBLA Y TLACOLULA, VERACRUZ**

Por:
RAUL ANTONIO HERNANDEZ DE LA FUENTE

TESIS
PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA
(EXPLORACION DE RECURSOS ENERGETICOS DEL SUBSUELO)

CIUDAD UNIVERSITARIA

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

C O N T E N I D O

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

| | Página |
|---|--------|
| I INTRODUCCION | 1 |
| IA LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO | 2 |
| IB OBJETIVO | 2 |
| IC TRABAJOS PREVIOS | 2 |
| ID METODOLOGIA | 3 |
| IE MARCO DEPOSITACIONAL Y TECTONICA | 5 |
| II ESTRATIGRAFIA | 8 |
| IIA INTRODUCCION | 8 |
| IIB JURASICO MEDIO | 12 |
| IIC JURASICO SUPERIOR | 12 |
| III DESCRIPCION DE LAS SECCIONES ESTRATIGRAFICAS | 21 |
| IIIA SECCION ESTRATIGRAFICA RIO APULCO | 21 |
| IIIB SECCION ESTRATIGRAFICA CUETZALAN-XOCHICAL | 25 |
| IIIC SECCION ESTRATIGRAFICA JONOTLA | 27 |
| IIID SECCION ESTRATIGRAFICA TLACOLULA | 29 |
| IIIE SECCION ESTRATIGRAFICA HUEYTAMALCO | 32 |
| IV INTERPRETACION AMBIENTAL | 35 |
| IVA AMBIENTES SEDIMENTARIOS | 35 |
| IVB MODELO SEDIMENTOLOGICO | 44 |
| V CARACTERISTICAS DIAGENETICAS | 51 |
| VA ETAPAS DIAGENETICAS | 53 |
| VB AMBIENTES DIAGENETICOS | 57 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| VC | PROCESOS DIAGENETICOS | 57 |
| VD | PARAGENESIS GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO | 67 |
| VI | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 73 |
| | REFERENCIAS CITADAS | 75 |
| | ANEXO A (FOTOMICROGRAFIAS) | |
| | APENDICE PETROGRAFICO | |

RELACION DE ILUSTRACIONES

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1.- Paleogeografía del Golfo de México durante el Kimmeridgiano temprano | 6 |
| Figura 2.- Modelo de cinturones de Facies Estándar de Wilson | 6 |
| Figura 3.- Mapa de ubicación del área de estudio | 7 |
| Figura 4.- Plano geológico A | 9 |
| Figura 5.- Plano geológico B | 10 |
| Figura 6.- Tabla estratigráfica | 11 |
| Figura 7.- Perfil sintético | 17 |
| Figura 8.- Simbología utilizada en las secciones estratigráficas | 22 |
| Figura 9.- Sección estratigráfica Río Apulco | 24 |
| Figura 10.- Sección estratigráfica Cuetzalan-Xochical | 26 |
| Figura 11.- Sección estratigráfica Jonotla | 28 |
| Figura 12.- Sección estratigráfica Tlacolula | 31 |
| Figura 13.- Sección estratigráfica Hueytamalco | 34 |
| Figura 14.- Tipos de rampas | 45 |
| Figura 15.- Correlación ambiental | 47 |
| Figura 16.- Correlación de litofacies | 48 |
| Figura 17.- Modelo sedimentario para el Kimmeridgiano | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 18.- Modelo sedimentario para el Tithoniano | 50 |
| Figura 19.- Ambiente diagenético carbonatado para plataforma bordeada | 52 |
| Figura 20.- Ambiente diagenético para plataforma aislada | 52 |
| Figura 21.- Clasificación de ambientes diagenéticos | 54 |
| Figura 22.- Tipos de porosidad | 56 |
| Figura 23.- Ambientes diagenéticos de sedimentos carbonatados | 58 |
| Figura 24.- Modelos de dolomitización | 61 |
| Tabla I .- Eventos diagenéticos localidad Río Apulco | 69 |
| Tabla II .- Eventos diagenéticos localidad Cuetzalan-Xochical | 70 |
| Tabla III .- Eventos diagenéticos localidad Jonotla | 70 |
| Tabla IV.- Eventos diagenéticos localidad Tlacolula | 71 |
| Tabla V .- Eventos diagenéticos localidad Hueytamalco | 71 |
| Tabla VI.- Paragénesis general | 72 |

D E D I C A T O R I A

A mis padres.

Por haberme dado la vida y saber transmitirme la importancia de la constante superación personal.

A mis hermanos

Y demás familiares por su cariño y comprensión.

A mi esposa Leticia

Con amor por la dicha de brindarme *a mis hijos*
Raúl, José Antonio, Edson y Leticia Nohely.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a la empresa **Petróleos Mexicanos** (Exploración y Producción), en especial al *M.C. Alfredo Guzmán Baldizán*, por las facilidades otorgadas para realizar la maestría en exploración en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M..

Mi agradecimiento al *Dr. Jaime Barceló Duarte*, por su amistad, por aceptar dirigir esta tesis, por su continua asesoría en el laboratorio, por sus ideas y consejos.

También agradezco a mis profesores que supieron guiar mis esfuerzos para obtener un buen aprovechamiento de los temas selectos de geología petrolera impartidos en cada una de las asignaturas cursadas.

Agradezco, al *M.C. Victor Dávila Alcocer*, al *Dr. Javier Meneses Rocha*, a la *Dra. Ma. Antonieta Sánchez Ríos* y al *M.C. Pedro Silva Saldívar*, por haber revisado este trabajo, cuyas sugerencias y comentarios contribuyeron a mejorar el escrito final.

De igual forma, agradezco a los *Ings. Javier Banda Hernández, Ricardo Hernández Martínez*, así como al *Sr. Felipe Cruz Reséndiz* por la edición de las figuras de esta tesis. Mi agradecimiento especial al *Ing. Ricardo Caraveo Miranda* quien por su disponibilidad en todo momento hizo posible la realización de las figuras de esta tesis.

Asimismo, agradezco al *Ing. Sergio Rivera Cruz*, por su apoyo en la edición final del trabajo.

Agradezco la colaboración de la *M.I. Nohemí Aguilera Franco* y las *Biólogas María Ornelas y María del Carmen Cuevas*, en el estudio paleontológico de láminas delgadas. De igual forma, agradezco a la *Dra. Blanca Estela Buitrón* las determinaciones de algunos cefalópodos, así como a la *Dra. María Antonieta Sánchez Ríos* las determinaciones de nannoplancton calcáreo.

Mi reconocimiento a la **Residencia de Exploración Veracruz**, por las facilidades otorgadas durante la etapa de edición de esta tesis; al *Sr. Hipólito Mercado Pastrana* por su valiosa colaboración en la preparación de las secciones y correlaciones estratigráficas. Quiero agradecer de una manera especial a las compañeras *Ma. Eugenia Flores Aguirre* y *Ma. Eugenia Rivera Medina* la redacción y correcciones de esta tesis.

Finalmente, agradezco a la *Residencia de Exploración Tampico* en cuyo laboratorio de Cerro Azul, Ver., se elaboraron las láminas delgadas de este trabajo.

RESUMEN

El área estudiada tiene una superficie de 1000 Km², se localiza en la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental y está limitada por los vértices cuyas coordenadas geográficas (latitud norte y longitud oeste de Greenwich) son las siguientes: A) 20° 04', 97° 35'; B) 20° 04', 97° 00'; C) 19° 53', 97° 35'; D) 19° 53', 97° 00'. Los poblados de mayor importancia son: Cuetzalan y Mazatepec, Puebla, así como Tlapacoyan, Veracruz.

Se estudiaron 221 muestras correspondientes a cinco secciones estratigráficas situadas en las localidades de Río Apulco (Mazatepec), Cuetzalan-Xochical, Jonotla, Hueytamalco y Tlacolula. Las facies sedimentarias se identificaron de acuerdo a la nomenclatura de Wilson (1975). La Formación "San Andrés" presenta rocas que corresponden tanto a facies 6 de bancos de arenas carbonatadas, como a facies 7 de plataforma interna, así como a facies 5 de crecimiento orgánico y postarrecife, 2 y 3 de Wilson correspondientes a plataforma abierta profunda y base de talud, respectivamente. En la porción oriental, la Formación "San Andrés" presenta mayor desarrollo del talud, representado por flujos de escombros y turbidíticos, además de condiciones de alta energía y plataforma interna.

El modelo sedimentario propuesto para el depósito de las rocas del Kimmeridgiano, en las cinco secciones estudiadas, corresponde a una rampa distalmente pronunciada que se "ahogó" en el Tithoniano.

La secuencia paragenética está constituida por 18 eventos diagenéticos los cuales son: Micritización, Perforación, Bioturbación, Disolución, Cementación A, Cementación B, Presión-Solución 1, Fracturamiento 1, Presión-Solución 2, Fracturamiento 2, Presión-Solución 3, Dolomitización-1, Hidrocarburos, Dolomitización-2, Recristalización, Dedolomitización, Silicificación y Oxidación. Aunque la migración de aceite y el fracturamiento no se consideran procesos diagenéticos, se les incluye en la paragénesis debido al interés económico del estudio. Asimismo, se logró determinar la existencia de tres etapas diagenéticas: Eogenética, Mesogenética y Telogenética.

Las porosidades primarias (intergranular e intrafosilar) fueron modificadas y aumentadas principalmente por la disolución, así como por el fracturamiento, recristalización, presión-solución y dolomitización incipiente, previa a la migración de los hidrocarburos, originando el desarrollo de porosidad intercrystalina asociada a fracturas y estilolitas, en mayor parte

I) INTRODUCCION

La necesidad cada vez mayor de Petróleos Mexicanos de incorporar reservas petrolíferas, ha motivado el estudio de modelos sedimentarios que permitan explicar la migración y acumulación de hidrocarburos, con el propósito de aplicarlos en la exploración de áreas potencialmente productoras de aceite y gas.

Los bancos oolíticos del Kimmeridgiano, constituyen prolíficos yacimientos de hidrocarburos en los campos San Andrés, Hallazgo, Remolino, Guadalupe y Riachuelos, en rocas de la Formación "San Andrés", en el Distrito Petrolero de Poza Rica, así como en los campos Tamaulipas-Constituciones y Arenque del área de Tampico, desarrollados a lo largo de la costa del Golfo de México (Figura 1). La Formación "San Andrés", está constituida, principalmente, por bancos oolíticos y en menor proporción desarrollos orgánicos, con cambios de porosidad como resultado de procesos diagenéticos; los bancos oolíticos a la fecha solo están controlados parcialmente en superficie, así como sus características petrográficas, diagenéticas y modelos sedimentarios, motivo por el cual se eligió a esta unidad como tema de estudio.

Este trabajo presenta resultados del análisis detallado de afloramientos en carbonatos de plataforma de aguas someras, correspondientes a la Formación "San Andrés", donde el estudio de cinco secciones estratigráficas muestra la relación de los ambientes de depósito (marco depositacional), para las diferentes facies de la mencionada formación con sus respectivas secuencias paragenéticas, así como el modelo sedimentario que corresponde a una rampa distalmente pronunciada.

I A) - LOCALIZACION DEL AREA

Las secciones estudiadas se localizan en la Provincia Geológica de la Sierra Madre Oriental; la región tiene una superficie aproximada de 1000 km², siendo los poblados de mayor importancia: Jonotla, Cuetzalan y Mazatepec, en el Estado de Puebla, así como Tlapacoyan en el Estado de Veracruz. Asimismo, está limitada por las coordenadas geográficas siguientes (Figura 3):

| VERTICE | LATITUD NORTE | LONG. W. DE G. |
|----------------|----------------------|-----------------------|
| A | 20° 04' | 97° 35' |
| B | 20° 04' | 97° 00' |
| C | 19° 53' | 97° 35' |
| D | 19° 53' | 97° 00' |

I B) - OBJETIVO

El objetivo principal consiste en establecer el modelo sedimentológico de la Formación "San Andrés", así como la definición de su rango cronoestratigráfico, interpretando la secuencia ambiental y los procesos diagenéticos que la han afectado, para conocer sus propiedades como roca almacenadora de hidrocarburos.

I C) - TRABAJOS PREVIOS

Campa (1970), estudió la Formación "San Andrés" en subsuelo, en los campos petroleros Tamaulipas-Constituciones, San Andrés, Hallazgo y Remolino, proponiendo que, por la posición estratigráfica que guarda con la Formación Tamán, ambas unidades son penecontemporáneas (Kimmeridgiano) y que sus cambios de facies obedecieron a diferencias en los ambientes sedimentarios.

Stabler L. Colin (1970), realizó el primer trabajo de Estudios Sedimentarios en los Distritos de Tampico y Poza Rica, estableciendo el marco sedimentario para el Jurásico Superior.

Cantú (1969, 1971), estudió las relaciones estratigráficas entre las formaciones "San Andrés" y Tamán, deduciendo que en Río Apulco, Pue., y en Tamán, S. L. P., la Formación "San Andrés" subyace a la Tamán, en tanto que en Río Texcapa, Pue., las dos unidades están interdigitadas. A la primera le asigna una edad que varía desde el Kimmeridgiano temprano hasta el Tithoniano medio, mientras que la segunda varía desde el Kimmeridgiano tardío hasta la base del Tithoniano temprano.

Cabrera (1973), determinó las microfacies del Jurásico (Jsa III, Jsa II y Jsa I) en la sección Pie de la Cuesta medida por González (1969), donde se tienen 180m de espesor para la Formación "San Andrés".

Menes (1974), determinó que las rocas con mejores posibilidades de acumular hidrocarburos, corresponden a los bancos de arenas carbonatadas que se desarrollaron en el Kimmeridgiano temprano (Miembro "San Andrés Inferior") y que bordean a la postulada Plataforma de Entabladero, en tanto que la Facies "Tecolutla" que generalmente cubre a la Formación "San Andrés", por su litología constituye el sello necesario para el entrapamiento de hidrocarburos.

Bartolo S. (1992), estudió a detalle secciones estratigráficas en Jonotla, Río Apulco y Cuetzalan, Puebla., determinando la existencia de las formaciones "San Pedro", "San Andrés" y "Chipoco" del Kimmeridgiano

I D) - METODOLOGIA

La metodología realizada en este estudio se desarrolló de la manera siguiente:

1.- Compilación y análisis de la información geológica existente.

2.- Con base en el análisis de la información previa, cuya mayor parte corresponde a informes inéditos de Petróleos Mexicanos, se seleccionaron las localidades de Jonotla, Cuetzalan, Mazatepec (Río Apulco), Hueytamalco y Tlacolula, para efectuar la medición de cinco secciones estratigráficas en las unidades aflorantes del Jurásico Superior.

3.- En las localidades mencionadas, se efectuó el levantamiento de secciones estratigráficas a detalle, colectándose en la localidad de Río Apulco un total de 60 muestras, en Cuetzalan 35, en Jonotla 45, en Hueytamalco 38 y en Tlacolula 33 muestras, detallando las estructuras sedimentarias primarias.

4.- Para la preparación de las láminas delgadas de las muestras colectadas, se efectuaron dos cortes por muestra, uno transversal y otro longitudinal, en función del sentido del depósito.

5.- Se realizó el estudio petrográfico empleando la clasificación de Dunham (1962), con las modificaciones de Embry y Klovan (1971) y diagenético de las secciones estratigráficas.

6.- La interpretación ambiental de cada muestra se realizó de acuerdo al modelo de cinturones estándar de Wilson (1975), que incluye nueve facies (Figura 2).

7.- Determinación de la paragénesis en las secciones mencionadas, utilizando la clasificación de Choquette y Pray (1970), para la asignación de etapas y ambientes diagenéticos.

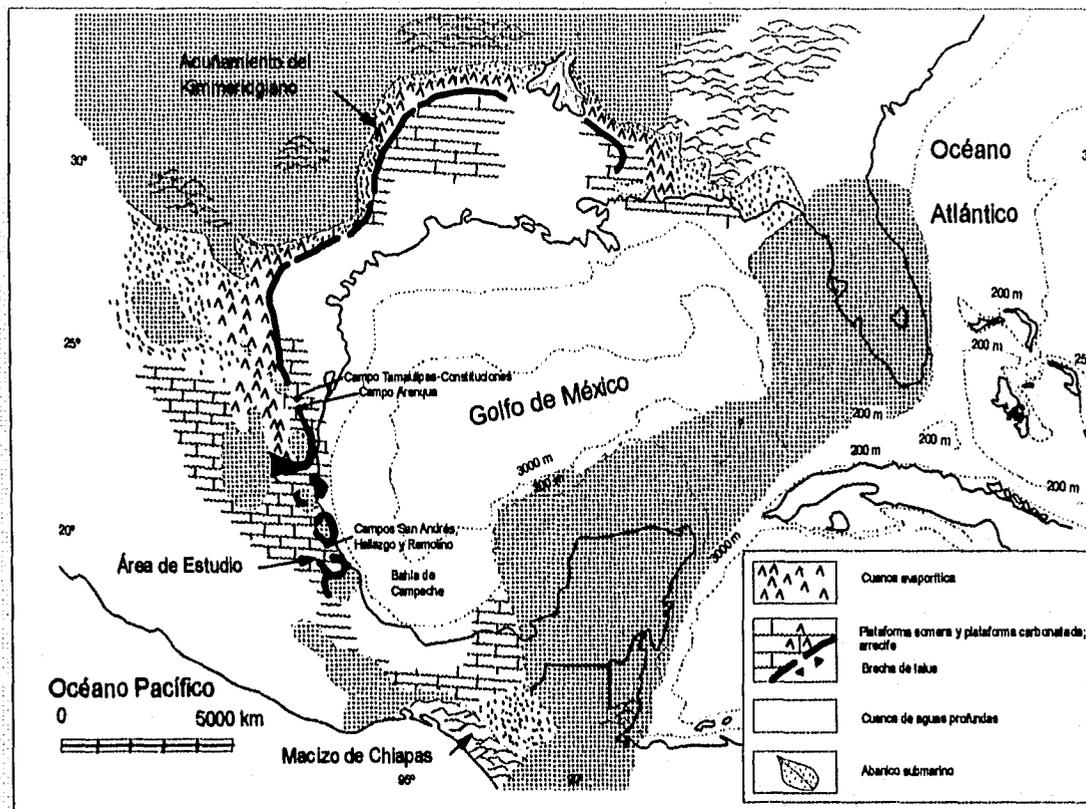
8.- Se interpretó integralmente la información petrográfica, diagenética y de campo.

9.- Elaboración del texto, secciones estratigráficas y láminas fotográficas.

I E) - MARCO DEPOSITACIONAL Y TECTONICA

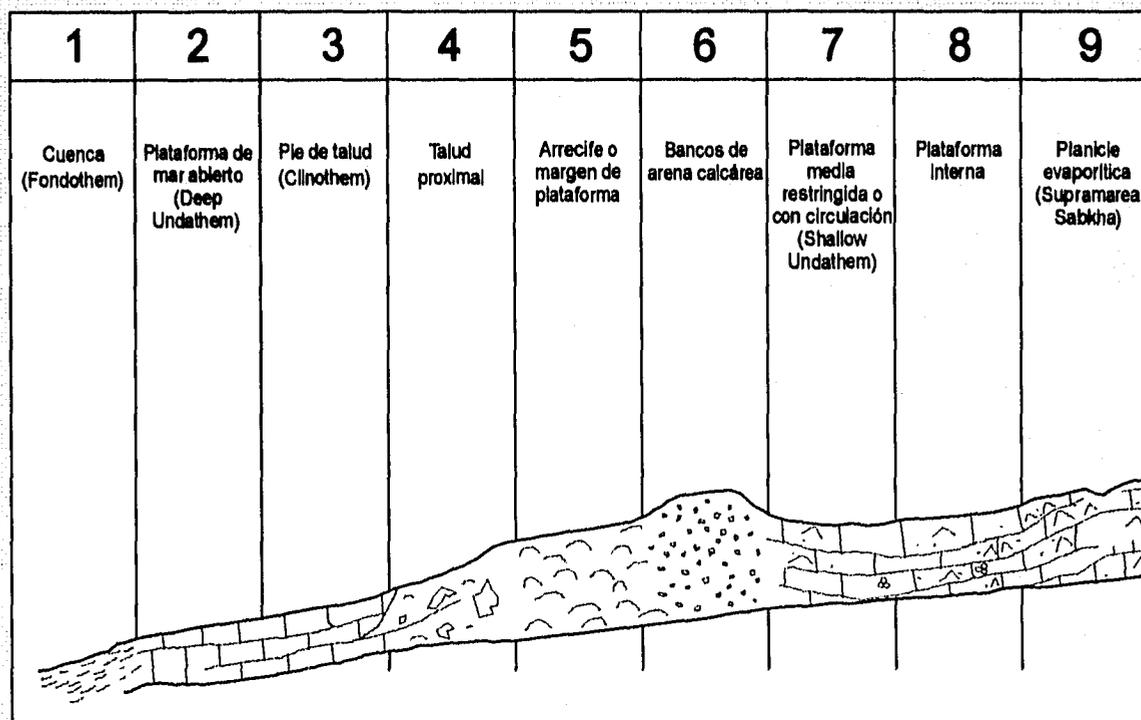
Los carbonatos de la Formación "San Andrés" del Kimmeridgiano, se encuentran expuestos en un cinturón de pliegues y cabalgaduras en la porción sureste de la Sierra Madre Oriental (de la que forma parte el área de estudio), originada debido a la influencia derivada de la apertura del Atlántico Norte y Golfo de México, que durante el Triásico-Jurásico Medio ya se manifestaba en el Norte de México y Costa Este de los Estados Unidos, dando inicio a la sedimentación típica de un "Rift" con los lechos rojos de la Facies "Tenexcate" y con la secuencia carbonatada con influencia de terrígenos en la base, correspondientes a la Formación "San Andrés".

La transición de las condiciones continentales a marinas es concordante, de manera que conforme continuaba la transgresión, tenían lugar las relaciones estratigráficas y condiciones de depósito de las diferentes facies de la Formación "San Andrés", siendo hasta el depósito de las formaciones Tamán y Pimienta cuando tiene lugar la inundación total del área, lo que indica subsidencia no solo local, sino más bien regional debido a su amplia distribución, dando inicio así, la finalización del depósito de las facies características, producto de la influencia del "Rift" que dió origen al Golfo de México.



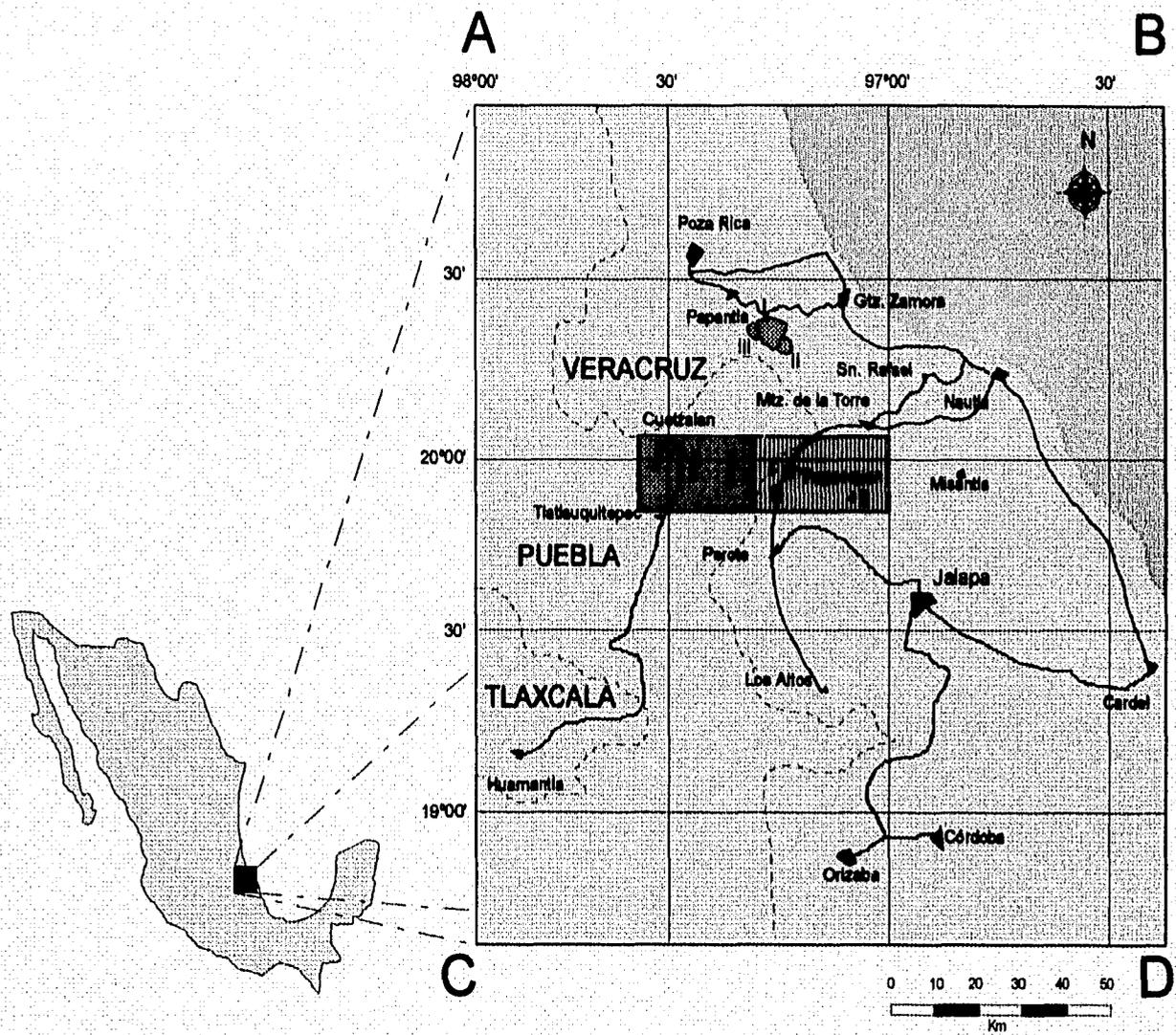
Paleogeografía de la Cuenca del Golfo de México durante el Kimmeridgiano temprano, tomado de Amos Salvador (1991)

FIGURA 1



Facies estándar de Wilson (Wilson, 1975)

FIGURA 2



Principales campos productores (F. San Andrés)

- I San Andrés
- II Hallazgo
- III Remolino

- 1 Sección Río Apulco
- 2 Sección Cuetzalan
- 3 Sección Jonotla
- 4 Sección Tlacolula
- 5 Sección Hueytamalco

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

FIGURA 3

II) ESTRATIGRAFIA

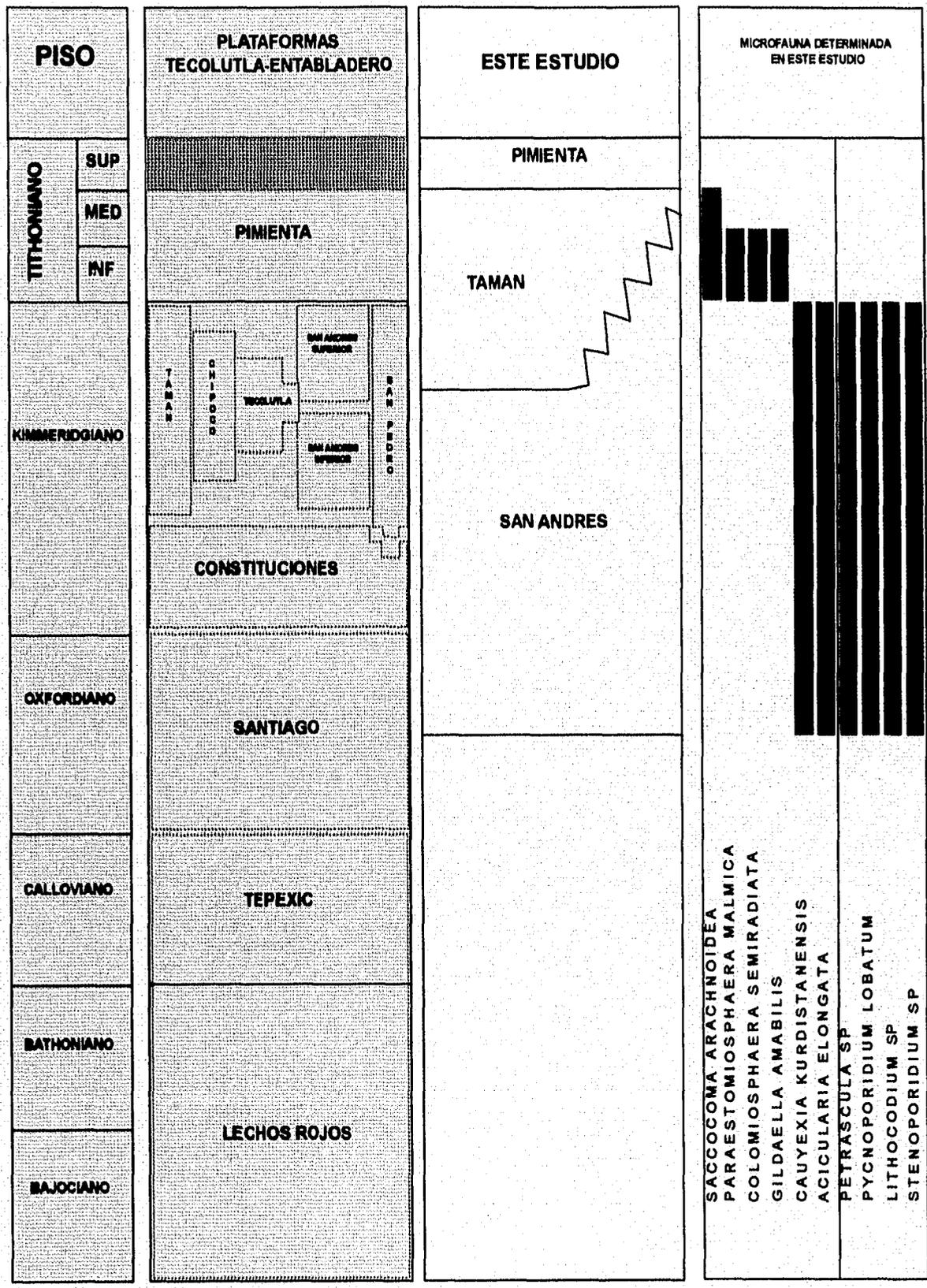
II A) - INTRODUCCION

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias cuyas edades varían del Triásico al Oligoceno. En el presente trabajo, únicamente se describirán las rocas correspondientes al Jurásico Medio y Superior, que delimitan en sus contactos inferior y superior a las formaciones "San Andrés" y Tamán, motivo del presente estudio (Figuras 4 y 5).

En el Distrito Petrolero de Poza Rica, Ver., a las rocas de plataforma del Kimmeridgiano se les ha dividido en varias unidades litoestratigráficas denominadas "San Andrés" Superior e Inferior, "Tecolutla", "San Pedro" y "Constituciones", utilizando descripciones litológicas individuales, siendo que todas ellas conforman una misma unidad litoestratigráfica con cambios de facies laterales y verticales (Figura 6).

En este trabajo se denomina únicamente como Formación "San Andrés" a toda la secuencia carbonatada que incluye a las facies de Wilson 7, 6, 5, 4, 3 y 2, debido a que principalmente las tres primeras constituyen una alternancia y sería repetitivo denominarlas de diferente manera. Como Formación Tamán, se denomina únicamente a las rocas características de la facies 1 de Wilson.

Las secciones estudiadas abarcan: desde la base de la Formación "San Andrés" hasta la cima de la Formación Tamán, y las subyacen la Facies "Tenexcate, por consecuencia se efectúa una descripción detallada de estas unidades y facies, con base a sus características petrográficas, litología, textura, facies, ambiente de depósito, tipos de partículas, tipos de bioclastos, paragénesis y tipos de porosidad.



- SACCOCOMA ARACHNOIDEA
- PARAESTOMIOSPHAERA MALMICA
- COLOMIOSPHAERA SEMIRADIATA
- GILDAELLA AMABILIS
- CAUYEXIA KURDISTANENSIS
- ACICULARIA ELONGATA
- PETRASCULA SP
- PYCNOPORIDIUM LOBATUM
- LITHOCODIUM SP
- STENOPORIDIUM SP

TABLA ESTRATIGRAFICA

FIGURA 6

II.B.) - JURASICO MEDIO

II.B.1) - FACIES TENEXCATE

II.B.1.A) DEFINICION.- El departamento de Geología de Subsuelo de Petróleos Mexicanos, Zona Poza Rica, Ver., (1967), propuso de manera informal el nombre de Facies "Tenexcate" a un cuerpo de conglomerados constituidos por fragmentos de andesita en matriz tobácea, color gris, ubicados en el subsuelo del Distrito Poza Rica, y cortados en los Pozos Tenexcate-1, Tecoantepec-1, Ayotoxco-1, Carolina-1, Entabladero-2, Gachupinate-1 y Manigua-1.

II.B.1.B) DISTRIBUCION.- Aflora en la porción sur del área concretamente en la Presa de la Soledad, en el Río Apulco, a la altura de la Hidroeléctrica de Mazatepec, Pue., sitio donde se midió la Sección Estratigráfica I, asimismo, se localiza en la carretera Tlatlauquitepec-Mazatepec, en Cuetzalan y Jonotla, Pue.

II.C.) - JURASICO SUPERIOR

II.C.1) - FORMACION "SAN ANDRES"

II.C.1.A) DEFINICION.- Burckhardt (1930), describió afloramientos de esta unidad en la región de Huayacocotla, Ver. denominándola como cuerpo de "Caliza con Nerineas", (in Cantú, 1971, op.cit.p.34).

En 1956, se identifica esta formación en el subsuelo de la Provincia Tampico-Misantla, en los pozos perforados casi simultáneamente en los campos San Andrés, de la Zona Poza Rica (Pemex), y Tamaulipas-Constituciones, de la Zona Norte (Pemex), designándola de manera informal con el nombre de Caliza "San Andrés", la cual corresponde a la parte superior de las calizas kimmeridgianas, localizadas en los Campos San Andrés, Hallazgo y Gran Morelos. Se trata de un cuerpo calcáreo constituido por 3 facies: cretosa, calcarenítica y oolítica, que desde el punto de vista geológico-económico, reviste gran importancia por ser productor de hidrocarburos en los campos mencionados (in Carrillo, 1960).

Campa en 1970, realizó la primera descripción petrográfica de esta unidad litoestratigráfica, en los núcleos del pozo San Andrés-8 y Cantú en ese mismo año la consideró como un miembro de la Formación Tamán, mencionando que la localidad tipo del Miembro "San Andrés" se encuentra en el subsuelo del Campo San Andrés, ubicado al SE de Poza Rica, Ver., y que sin embargo, la localidad de Huayacocotla, Ver., puede ser considerada como la localidad superficial tipo (in Cantú, 1971, op.cit.p.34).

II.C.1.B.) DISTRIBUCION.- En subsuelo se le ha encontrado en los campos petroleros San Andrés, Hallazgo, Remolino, Riachuelos, Guadalupe y Paso de Oro. Aflora en pequeñas exposiciones en las localidades de Jonotla, Cuetzalan-Xochical, Río Apulco y Hueytamalco, Pue., así como en los alrededores de Tlacolula, Ver.

II.C.1.C) LITOLOGIA Y ESPESOR.- A continuación se proporciona una descripción detallada de la Formación "San Andrés" en cada una de las localidades estudiadas.

LOCALIDAD RIO APULCO

La Formación "San Andrés" en la base de la sección contiene packstone de peloides, packstone-grainstone de ooides micritizados, bien clasificados, de condiciones de alta energía, con foraminíferos bentónicos (textuláridos) y fragmentos de algas del género *Acicularia*, le sobreyace una litofacies de pellets con foraminíferos bentónicos y encima de esta última también en concordancia, se tienen nuevamente packstone y packstone-grainstone de ooides micritizados y peloides con fragmentos de foraminíferos bentónicos. En la parte media se observa una facies postarrecifal, representada por floatstone y rudstone de corales, a la que le sobreyacen wackestone-packstone, packstone de bioclastos y peloides micritizados. La parte superior está caracterizada por mudstone y wackestone con bioclastos, constituyendo una mezcla de fauna bentónica y planctónica. En afloramiento presenta interestratificaciones de lutitas calcáreas laminares color negro. El espesor total medido es de 50.5 m.

LOCALIDAD CUETZALAN-XOCHICAL

La base de la Formación "San Andrés" está constituida por packstone de peloides y bioclastos micritizados, con abundantes bandas y nódulos de pedernal gris. Le sobreyace una secuencia caracterizada por wackestone y packstone de peloides micritizados. La cima de la Formación "San Andrés" está representada por wackestone en estratos medianos, con mezcla de fauna bentónica y planctónica.

El espesor total medido es de 26.6 m.

LOCALIDAD JONOTLA

La base de la Formación "San Andrés", está formada por bindstone de corales parcialmente dolomitizado. Le sobreyace una secuencia de packstone-grainstone con peloides, ligeramente arenoso y dolomitizado. La cima está constituida por wackestone de pellets, packstone de pellets y bioclastos parcialmente dolomitizados. En afloramiento presenta bandas y nódulos de pedernal.

EL espesor total medido es de 44.5 m.

LOCALIDAD TLACOLULA

La base de la Formación "San Andrés" en esta localidad, está caracterizada por wackestone de rhaxellas y fragmentos de moluscos, le sobreyacen packstone de peloides y bioclastos dolomitizados, así como, packstone-grainstone de ooides. La cima corresponde a grainstone de bioclastos, litoclastos, intraclastos y peloides, a los que le sobreyacen packstone de ooides e intraclastos y bioclastos, con abundantes terrígenos y cuya característica consiste, en que los ooides están fragmentados.

El espesor total medido es de 44 m.

LOCALIDAD HUEYTAMALCO

La base de la Formación "San Andrés" está constituida por floatstone de moluscos y algas, así como por wackestone de equinodermos, le sobreyacen floatstone de corales y algas. La cima está formada por

packstone de ooides micritizados y bioclastos, floatstone de moluscos y algas, así como por packstone de intraclastos y ooides, wackestone de fragmentos de saccocomas y moluscos.

En esta localidad fué donde se midió el espesor máximo de la Formación "San Andrés" que resultó de 110.60 m.

II.C.1.D) - RELACIONES ESTRATIGRAFICAS

En la localidades de Río Apulco y Cuetzalan-Xochical, la Formación "San Andrés" sobreyace en forma discordante a la Facies "Tenexcate" y subyace transicionalmente a la Formación Tamán.

En Jonotla sobreyace en discordancia a la Facies "Tenexcate", sin observarse su contacto superior.

En la localidad de Tlacolula sobreyace en discordancia a la Facies Tenexcate y subyace de manera transicional a la Formación Tamán.

En Hueytamalco el contacto inferior no aflora y subyace transicionalmente a la Formación Tamán.

II.C.1.E.) - EDAD

La base de todas las secciones estudiadas contiene algas dasycladáceas determinadas por Ornelas, M., como *Petrascula sp.*, *Acicularia elongata*, *A. jurasica*, *A. intermedia* y *Acroporella sp.*, donde la primera tiene un alcance estratigráfico del Oxfordiano tardío al Kimmeridgiano temprano. También se determinaron algas codiáceas de los géneros *Cauyexia kurdistanensis*, *Pycnoporidium cf. lobatum*, *Lithocodium sp.* y *Stenoporidium sp.*, del Oxfordiano tardío-Kimmeridgiano temprano, mientras que hacia la cima de la secuencia, se presentan foraminíferos bentónicos de pared hialina del género *Lenticulina sp.*, y calcisferúlidos determinados como *Gildaella amabilis* del Tithoniano temprano, estomiosféridos del género *Colomiosphaera minuta* del Kimmeridgiano tardío-Tithoniano temprano, así como *Saccocoma arachnoidea* del Tithoniano temprano-

medio. Por lo anterior, la edad de la Formación "San Andrés" es Oxfordiano tardío-Tithoniano medio.

II.C.1.F) - SEDIMENTOLOGIA

Como se observa en la sección sintética (Figura 7), en la localidad de Río Apulco se tienen las siguientes facies de Wilson: 7 de plataforma interna, 6 y 5 de borde de plataforma, 2 de plataforma abierta profunda y 3 de base de talud (apron carbonatado).

En la localidad de Cuetzalan-Xochical, se tienen la facies 6 de Wilson de borde de plataforma, 2 de plataforma abierta profunda y 3 de base de talud.

En la localidad de Jonotla, se tienen la facies 5 de Wilson correspondiente a un crecimiento orgánico, 6 de borde de plataforma, 2 de plataforma abierta profunda y 7 de plataforma interna.

En la localidad de Tlacolula, se tienen la facies 7 de Wilson correspondientes a plataforma interna, 6 de borde de plataforma externa, 4 de flujo de escombros de talud proximal y 3 de base de talud (flujos turbidíticos).

En la localidad de Hueytamalco, se tienen la facies 7 de Wilson de plataforma interna, 2 de plataforma abierta profunda, 5 postarrecifal, 6 de borde de plataforma externa, 4 de talud proximal y 3 de base de talud (flujos turbidíticos).

En general, los datos sedimentológicos indican que la Formación "San Andrés" en Jonotla, Cuetzalan y Río Apulco presenta el desarrollo de ambientes de plataforma interna (7), de borde de plataforma (6), crecimiento orgánico y postarrecife (5), así como, de plataforma abierta profunda (2) y de base de talud (3). En Hueytamalco y Tlacolula prácticamente se tienen las mismas facies, además del desarrollo de flujos de escombros. Esto se explicará con mayor detalle en los dos siguientes capítulos.

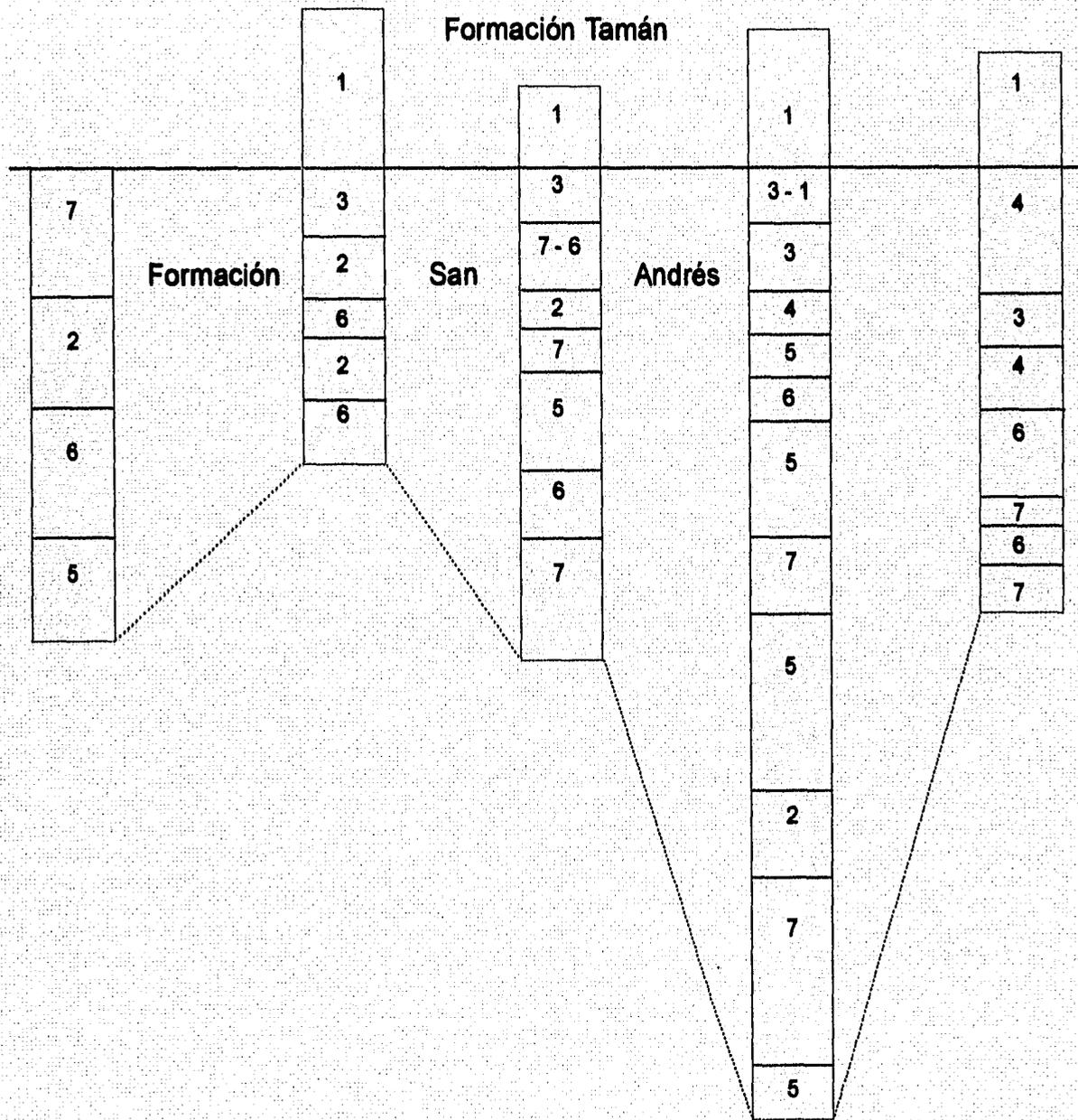
Jonotla

Cuetzalan

Río Apulco

Hueytamalco

Tlacolula



PERFIL SINTETICO DE LAS SECCIONES
ESTRATIGRAFICAS MEDIDAS

FIGURA 7

II.C.2 - FORMACION TAMAN

II.C.2.A.) - DEFINICION

Heim (1926), designó con el nombre de Formación Tamán a una secuencia "de calizas microcristalinas en alternancia con lutitas calcáreas color negro" de edad kimmeridgiano.

Erben (1956), propuso que la localidad tipo debe considerarse en Tamán S.L.P., debido a que ésta no fue establecida con precisión en el trabajo de Heim.

II.C.2.B.) - DISTRIBUCION

En general, la Formación Tamán está ampliamente distribuida en todo el frente de la Sierra Madre Oriental, en el área de estudio se localiza en exposiciones muy reducidas en las localidades de Cuetzalan-Xochical, Río Apulco y Hueytamalco, Pue., y en los alrededores de Tlacolula, Ver.

II.C.2.C) - LITOLOGIA Y ESPESOR

En cuatro de las cinco secciones estratigráficas medidas, está constituida generalmente por wackestone y packstone de radiolarios en condiciones oxidantes y reductoras, con estratos cuyo espesor varía desde 0.20m hasta 0.40m; en la sección de Río Apulco, el espesor medido de la Formación Tamán fue de 8.2m y tiene un cuerpo interestratificado, de composición volcánica, de aproximadamente 1.5m; asimismo, esta formación en Cuetzalan-Xochical presenta 13.7m, en Tlacolula 11m y en Hueytamalco 21.10m de espesor.

II.C.2.D) - RELACIONES ESTRATIGRAFICAS

En las localidades de Río Apulco, Cuetzalan-Xochical y Hueytamalco, sobreyace de manera transicional a los depósitos turbidíticos (aprones carbonatados) de la cima de la Formación "San Andrés"; mientras que, en Tlacolula sobreyace en forma transicional a los flujos de escombros correspondientes a un talud proximal. Su contacto superior únicamente

se observa en Río Apulco y Tlacolula donde subyace en transición a la Formación Pimienta.

II.C.2.E) - EDAD

Cantú (1971), reporta en Tamán, S.L.P. que la base de la Formación Tamán contiene *Ataxioceras aff. subinvolutum* e *Idoceras sp.* del Kimmeridgiano temprano, en tanto que la cima contiene *Virgatosphinctes mexicanus*, *Aulacomella neogae* y *Mazapillites tobosensis* del Tithoniano temprano. Aunque aclara que cuando la Formación Tamán sobreyace a la Formación "San Andrés" es ligeramente más joven (como es el caso de este estudio).

Investigaciones de Pessagno et al. (1984) en la localidad tipo de la Formación Tamán, indican que los primeros calpionélidos hialinos (base de la Zona de *Crassicollaria*) ocurren inmediatamente arriba de la Zona de *Aulacomella neogae* y *Virgatosphinctes mexicanus*, y dentro de la Zona de *Mazapillites sp.*, de Cantú (1971).

En el presente estudio se colectaron amonitas en la localidad de Río Apulco, en las que Buitron, B. E., identificó *Idoceras sp.* del Kimmeridgiano y *Mazapillites sp.* del Tithoniano temprano. De igual forma, en la localidad de Cuetzalan-Xochical se colectaron amonitas determinadas como *Idoceras sp.* del Kimmeridgiano y *Andiceras sp.* del Tithoniano temprano; asimismo, en la localidad de Hueytamalco, Pue., se colectaron amonitas determinadas como *Idoceras sp.* del Kimmeridgiano. Aquí también se efectuó un estudio de Nannoplancton calcáreo de 7 muestras (14 frotis), realizado por Sánchez R. M., cuyos resultados indican una edad correspondiente al Jurásico Superior. Lo anteriormente expuesto, indica que la edad de la Formación Tamán es Kimmeridgiano-Tithoniano medio, ya que, al microscopio presenta *Saccocoma arachnoidea*, *Paraestomiosphaera malmica* y *Colomiosphaera semiradiata*, típicas del Tithoniano temprano-medio.

II.C.2.F) - SEDIMENTOLOGIA

En las localidades de Cuetzalan-Xochical, Río Apulco, Hueytamalco y Tlacolula, se tienen facies 1 de Wilson en condiciones reductoras en su mayoría y ocasionalmente oxidantes, por lo que a esta Formación se le considera como perteneciente a cuenca profunda.

III) DESCRIPCION DE LAS SECCIONES ESTRATIGRAFICAS

A continuación se presenta la descripción de la base a la cima de las secciones estratigráficas medidas en el presente estudio. La nomenclatura RH corresponde a las muestras colectadas para su estudio petrográfico y la posición de la serie se puede observar en cada una de las figuras correspondientes

La localización de las secciones medidas se muestra en las figuras 4 y 5, la simbología utilizada en las secciones estratigráficas se muestra en la Figura 8.

III.A) - SECCION ESTRATIGRAFICA RIO APULCO (Figura 9)

Se midió un espesor total de 58.70m de columna para las formaciones "San Andrés" y Tamán, correspondiendo 50.5m a la primera, en cuya base (RH-1 a 6) se observó packstone y packstone-wackestone de peloides y ooides micritizados color gris oscuro, con escasos pellets (Lámina I A), intraclastos y cuarzo detrítico; así como fragmentos de gasterópodos, algas, foraminíferos bentónicos y placas de equinodermos, en estratos de 1m de espesor que muestran gradación normal y estilolitas poco desarrolladas, le sobryace una secuencia de wackestone y packstone de pellets con abundantes algas acicularias y codiáceas (RH 7 a 13), así como lenticulinas (Lámina I B, C y D), escasos intraclastos y cuarzo detrítico, en estratos de 1 a 2m de espesor con abundante bioturbación e hidrocarburos ligados a eventos de presión-solución. Esta secuencia se encuentra afectada por los siguientes eventos diagenéticos: micritización, bioturbación, cemento A, cemento B, fracturamiento, presión-solución, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

En la parte media (RH 14 a 30), se observan packstone y grainstone de ooides y peloides micritizados con intraclastos (agregados), ooides compuestos y simples (Lámina II A, B, C, y D), con abundantes fragmentos de algas, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermos y moluscos fragmentados, presenta hidrocarburos ligados a eventos de

ESTRUCTURAS Y TEXTURAS

-  Estilolitas bien desarrolladas
-  Estilolitas poco desarrolladas
-  Estilolitas tectónicas
-  Laminación paralela
-  Laminación cruzada
-  Laminación convoluta
-  Laminación ondulada
-  Fracturas
-  Dolomitización
-  Nódulos de pedernal
-  Lentes y bandas de pedernal
-  Gradación normal
-  Canales
-  Bioturbación

COMPONENTES DE LA ROCA:

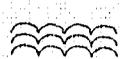
CARBONATADOS

-  Micrita
-  Intraclastos
-  Bioclastos
-  Peloides
-  Pellas fecales
-  Ooides

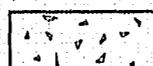
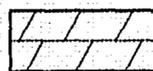
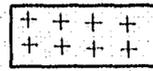
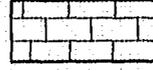
FACIES DE WILSON

| JONOTLA | CUETZALAN | APULCO | HUEYTAMALCO | TLACOLULA |
|---------|-----------|--------|-------------|-----------|
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 3 | 3-1 | 4 |
| 6 | 2 | 7-6 | 3 | 3 |
| 5 | 6 | 2 | 4 | 4 |
| | 2 | 7 | 5 | 6 |
| | 6 | 5 | 6 | 7 |
| | | 6 | 5 | 6 |
| | | 7 | 7 | 7 |
| | | | 5 | |
| | | | 2 | |
| | | | 7 | |
| | | | 5 | |

ORGANISMOS

-  Laminaciones de algas
 -  Foraminíferos Bentónicos
 -  Corales
 -  Radiolarios
 -  Esponjas
 -  Fragmentos de moluscos
 -  Algas
 -  Foraminíferos Planctónicos
 -  Gasterópodos
 -  Saccocomas
 -  Equinodermos
 -  Amonitas
-  Fragmentados
  Completos
  Raros
-  Comunes
  Abundantes

TIPOS DE ROCAS

-  Brecha Volcánica
-  Dolomía
-  Roca Ignea
-  Caliza Arcillosa
-  Lutita

SIMBOLOGIA UTILIZADA EN LAS SECCIONES ESTRATIGRAFICAS

FIGURA 8

presión-solución y porosidad intercrystalina. También contiene corales y nerineas fragmentadas, producto de un acarreo mecánico desde un crecimiento orgánico. Le sobreyace una secuencia constituida por floatstone y rudstone de corales (Lámina III A, B, C y D). El espesor de los estratos varía de 1 a 2m con gradación normal (RH 31 a 42). Está afectada por los eventos diagenéticos de micritización, bioturbación, disolución, cemento A, cemento B, presión-solución 1, fracturamiento, presión-solución 2, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

En la cima de la sección (RH 44 a 48) se presentan estratos de 1m de espesor, observándose wackestone de bioclastos con abundantes espículas de esponjas, placas de equinodermos y fragmentos de moluscos, así como, estomiosféridos y calcisferúlidos determinados como *Colomiosphaera semiradiata* y *Gildaella amabilis*, respectivamente (Lámina IV A y B), además de cuarzo detrítico. Le sobreyace una secuencia (RH 52, 53 y 54) constituida por packstone y wackestone de *Saccocoma arachnoidea*, gasterópodos y foraminíferos bentónicos (Lámina IV C). El espesor de los estratos varía de 0.40 a 0.80m y presenta interestratificaciones de lutitas calcáreas laminares, con abundantes laminaciones convolutas en afloramiento. Los eventos diagenéticos observados son: micritización, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, fracturamiento 2, presión-solución 3, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

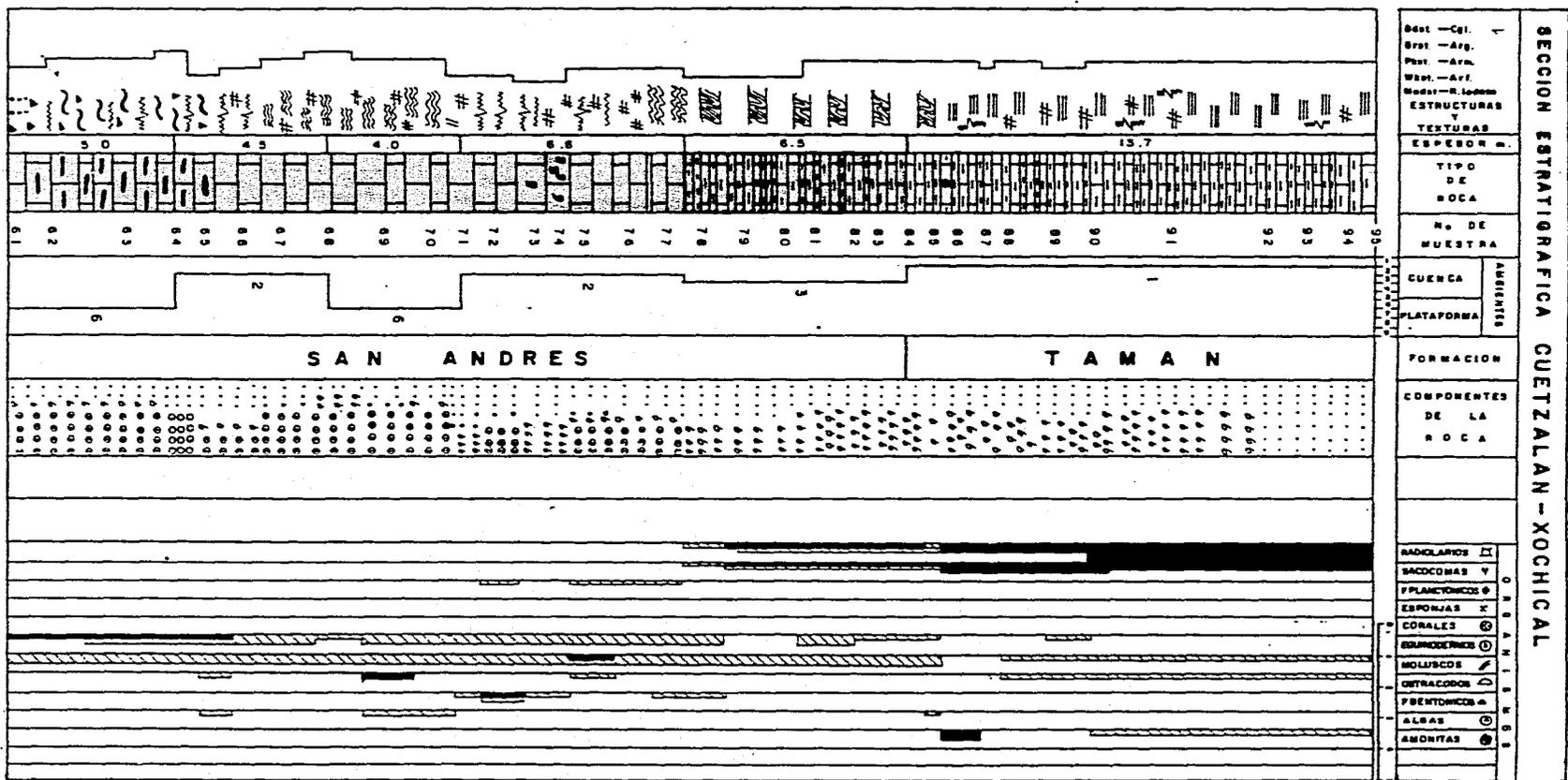
Finalmente, sobreyaciendo a toda la secuencia anteriormente descrita se tienen wackestone y packstone-wackestone de radiolarios calcificados y *Saccocoma arachnoidea* (Lámina IV D), así como, abundantes amonitas correspondientes a la Formación Tamán de un ambiente de cuenca (RH 55 a 60), cuyos estratos varían de 0.20m a 0.40m de espesor con laminaciones paralelas. Presenta un cuerpo interestratificado de composición basáltica de 1.5m de espesor. Se determinó la siguiente paragénesis: presión-solución-1, fracturamiento 1, presión solución 2, fracturamiento 2, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

III.B) - SECCION ESTRATIGRAFICA CUETZALAN-XOCHICAL (Figura 10)

Se midieron 40.3m de espesor total, de los cuales 26.6m corresponden a rocas carbonatadas de plataforma de la Formación "San Andrés". En esta localidad, en la base (RH 61 a 64), se tienen estratos de calizas cuyo espesor varía de 1 a 2m con bandas y nódulos de pedernal gris intercalados, en afloramiento se observa gradación normal y abundante fracturamiento; petrológicamente están constituidos principalmente por packstone de peloides micritizados y bioclastos, así como, escasos intraclastos y cuarzo detrítico (Lámina V A). Entre los bioclastos se observan fragmentos de moluscos y placas de equinodermos.

En la parte media inferior (RH 66 a 77), se observa una secuencia de wackestone y packstone de peloides micritizados y bioclastos, entre los que se tienen espículas de esponjas, gasterópodos, valvas de ostrácodos y escasos calcisferúlidos (Lámina V B, RH 72). Presenta los siguientes eventos diagenéticos: micritización, bioturbación, disolución, cemento A, cemento B, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, dolomitización, hidrocarburos, silicificación y oxidación.

Hacia la parte media superior de la sección (RH 78 a 85), se tienen estratos de 0.10 a 0.40m de espesor, con intercalaciones de lutitas calcáreas laminares, abundantes laminaciones paralelas y convolutas que corresponden a aprones carbonatados (Lámina V C), constituidos principalmente por wackestone y packstone de peloides micritizados con *Saccocoma arachnoidea* y gasterópodos (Lámina V D), así como, escaso cuarzo detrítico. Se observaron los eventos diagenéticos de presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación. Sobreyaciendo en concordancia, se presentan estratos de 0.20 a 0.40m de espesor con abundantes laminaciones paralelas, constituidas por wackestone y packstone de radiolarios y estomiosféridos determinados como *Paraestomiosphaera malmica* (RH 86 a 95), con intercalaciones de lutitas calcáreas laminares, que corresponden a la Formación Tamán de ambiente de cuenca.



Se determinaron los eventos diagenéticos de fracturamiento 1, presión-solución 1, presión solución 2, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

III.C) - SECCION ESTRATIGRAFICA JONOTLA (Figura 11)

Se midieron 44.5m de espesor total para la Formación "San Andrés". La base de la sección estratigráfica (RH 97 a 103), está constituida por 5 m de espesor de rocas carbonatadas masivas, que corresponden a una construcción orgánica de corales, constituida principalmente por bindstone de corales en posición de crecimiento, parcial y totalmente dolomitizado (Lámina VI A y B) y silicificado; en menor proporción se observan algas rojas, fragmentos de moluscos y placas de equinodermos, así como, intraclastos y cuarzo detrítico. Presenta los siguientes eventos diagenéticos: micritización, perforaciones, cemento A, cemento B, presión-solución, fracturamiento, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

Le sobreyace una secuencia de alta energía, representada por packstone de peloides y bioclastos, arenoso y parcialmente dolomitizado, packstone-grainstone de peloides ligeramente arenoso, micritizado, con cuarzo detrítico (RH 104 a 106); entre los bioclastos se observan fragmentos de moluscos, corales, algas y equinodermos. Los eventos diagenéticos observados son: micritización, cemento A, cemento B, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, fracturamiento 2, presión solución 3, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación; como se observa, los hidrocarburos están asociados al tercer evento de presión-solución que es tectónico, así como a dolomitización, por lo que la porosidad, de acuerdo con Choquette y Pray (1970), es de fábrica selectiva (Intercristalina) y de fábrica no selectiva (estilolitas). Sobreyaciendo en secuencia, aparece una litología de mudstone-wackestone de bioclastos, (RH 107 a 109), donde se observa *Rhaxella sorbyana*, placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, escasas lenticulinas y estomiosféridos, lo que implica condiciones de plataforma abierta profunda.

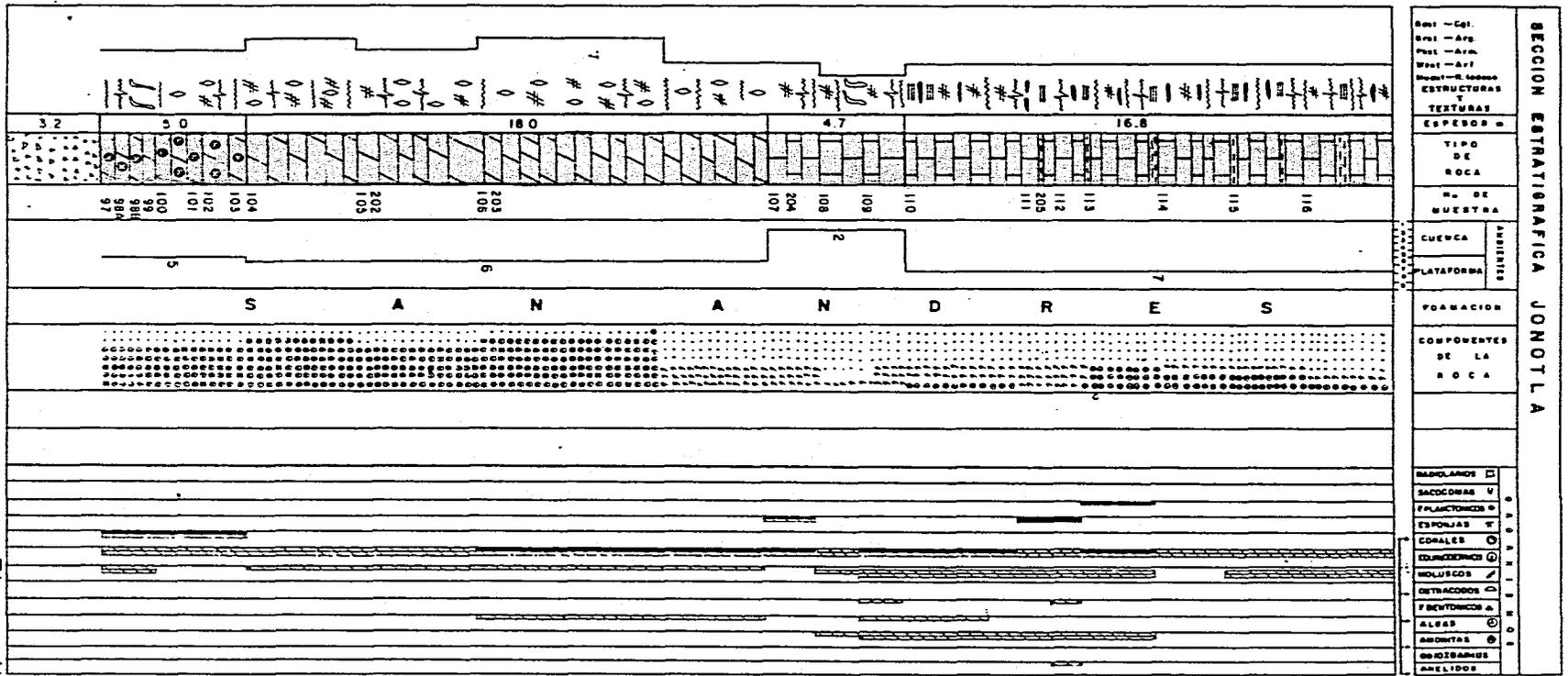


Figura-11

Está afectada por los eventos diagenéticos de micritización, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, dolomitización, hidrocarburos, recristalización y oxidación.

Finalmente, la cima de la sección estratigráfica (RH 110 a 116), está constituida por estratos de 1m de espesor, representados por wackestone de pellets con fragmentos de algas y moluscos, que en afloramiento presentan bandas y nódulos de pedernal gris, packstone de pellets parcialmente dolomitizado y bioclastos, entre los que se observan rhaxellas, serpúlidos (anélidos), fragmentos de moluscos y escasas *Lenticulina sp.* Está afectada por los eventos diagenéticos de micritización, cemento A, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión solución 2, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación. En esta localidad no aflora la Formación Tamán.

III.D.) - SECCION ESTRATIGRAFICA TLACOLULA (Figura 12)

Se midieron 55.0m de espesor total de rocas pertenecientes a las formaciones "San Andrés" y Tamán.

En la base de la sección estratigráfica (RH 128 y 129), se tienen estratos cuyo espesor varía de 1 a 1.5m, muy bioturbados, constituidos por wackestone de espículas de esponjas y fragmentos de moluscos. Le sobreyace una secuencia cuyo espesor varía de 1 a 2 m, constituida por packstone de peloides y bioclastos dolomitizados con estilolitas bien desarrolladas, packstone-grainstone de ooides y peloides micritizados (RH 130 a 134), con diferentes grados de dolomitización, llegando a constituir mesodolomías (Lámina VI C). Le sobreyace una secuencia de mudstone y wackestone de rhaxellas ligeramente dolomitizado (RH 135 a 137), así como, grainstone de ooides micritizados (RH 138 a 144) con laminación cruzada y abundantes fragmentos de algas de los géneros *Acicularia sp.* y *Lithophyllum sp* (Lámina VI D), con esporádicos foraminíferos bentónicos, rhaxellas, moluscos y placas de equinodermos; se observan también, intraclastos (agregados), granos envueltos y escaso cuarzo detrítico. Algunos ooides presentan en su núcleo prismas de cuarzo autigénico, así como algas acicularias.

Unicamente en esta parte de la sección, se observan dos eventos del proceso de dolomitización: el primero corresponde a una microdolomía en estilolitas a la que están asociados los hidrocarburos, el segundo corresponde a una mesodolomía de cristales euhedrales (rombos) y cristales subhedrales a anhedrales que no presentan impregnación de hidrocarburos, ya que se originaron posteriormente a la migración de estos, como se observa en la paragénesis siguiente: micritización, bioturbación, disolución, cemento A, cemento B, fracturamiento 1, presión-solución 1, fracturamiento 2, presión solución 2, dolomitización 1, hidrocarburos, dolomitización 2, recristalización, dedolomitización o calcificación, silicificación y oxidación.

En la parte media (RH 145 a 150), se presenta un cuerpo de 7.40m de espesor cuyos estratos varían de 1 a 1.5m, formado por grainstone de bioclastos, litoclastos, intraclastos y peloides (Lámina VII A, B y C), constituyendo un verdadero flujo de escombros correspondiente a un talud proximal, que en afloramiento presenta laminación convoluta. Entre los bioclastos se identificaron algas fragmentadas (*Acicularia jurasica*, *A. intermedia*, *Marinella sp.*, *Cauyexia sp.* y *C. kurdistamensis*), así como fragmentos de corales, moluscos y foraminíferos bentónicos aglutinados. Entre los litoclastos se observan fragmentos de rocas, tanto metamórficos como volcánicos, además de cuarzo detrítico; también es común observar inversión textural. Se le determinó la siguiente paragénesis: micritización predeposicional, cemento A, cemento B, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, recristalización, silicificación y oxidación, sin detectarse la presencia de hidrocarburos.

En la cima de la sección (RH 151 a 153) se tienen estratos de 1m de espesor, constituidos por packstone de ooides micritizados e intraclastos, correspondientes a flujos turbidíticos con escaso cuarzo detrítico y bioclastos fragmentados, tales como algas, moluscos y equinodermos. Le sobreyace una unidad constituida por floatstone de moluscos, equinodermos, algas y *Saccocoma arachnoidea* (Lámina VII D) con escasos pellets, que también presentan laminación convoluta

(RH 154 a 156); en afloramiento se observan abundantes fragmentos de conchas de moluscos (pelecípodos). Está afectada por los siguientes eventos diagenéticos: micritización predeposicional, cemento A, cemento B, presión solución 1, fracturamiento 1, presión solución 2, dolomitización, recristalización, silicificación y oxidación.

Sobreyaciendo en concordancia, se tiene una secuencia constituida por wackestone y packstone de radiolarios y saccocomas (RH 157 a 160), en estratos de 0.20m a 0.40m de espesor de ambiente de cuenca, en condiciones reductoras y que pertenecen a la Formación Tamán. Se le determinó la siguiente paragénesis: presión solución 1, fracturamiento 1, presión solución 2, dolomitización, recristalización, silicificación y oxidación.

III.E) - SECCION ESTRATIGRAFICA HUEYTAMALCO (Figura 13)

Se midió un espesor total de 131.7m de rocas que corresponden a las formaciones "San Andres" y Tamán.

Es en esta sección, donde la Formación "San Andrés" presenta el mayor espesor, ya que le corresponden 110.60m; en la base (RH 161), se tienen estratos de 1 a 1.5m de espesor con gradación normal y fracturas, constituidos por floatstone de moluscos, algas (*Petrascula sp.*) como se observa en la Lámina VIII A y equinodermos, mudstone-wackestone de moluscos y wackestone de equinodermos, con *Lenticulina sp.* y rhaxellas. Se le determinó la siguiente paragénesis: micritización, disolución, cemento A, presión solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación. Le sobreyace una secuencia de mudstone-wackestone de bioclastos (RH 162 a 166), entre los que se identificaron rhaxellas, placas de equinodermos y escasos estomiosféridos determinados como *Colomiosphaera minuta* (Plataforma abierta profunda).

En la parte media (RH 167 a 173) se presentan estratos de 1 a 2m de espesor con abundantes estilolitas bien desarrolladas, constituidos por floatstone de moluscos, rhaxellas, corales y algas (*Cauyexia*

kurdistanensis, *Pycnoporidium cf. lobatum*, *Cauyexia sp.*, *Lithocodium sp.*, *Acroporella sp.*, y *Stenoporidium sp.*). Lámina VIII-B y C. Se determinó la siguiente paragénesis: micritización, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación.

En la parte superior de la sección (RH 174 a 176), se tienen packstone de ooides micritizados y bioclastos, con oolitas y granos envueltos de ambiente de alta energía, algunos rotos, por lo que los bioclastos están fragmentados, como sucede con los gasterópodos, las placas de equinodermos y las algas. Está afectada por los eventos diagenéticos de micritización, cemento A, cemento B, fracturamiento, presión-solución, dolomitización, hidrocarburos, recristalización, silicificación y oxidación. Le sobreyace un cuerpo de 4.80m de espesor de packstone de bioclastos e intraclastos (RH 179) constituyendo un flujo de escombros correspondiente a un talud proximal con laminación convoluta en afloramiento. Entre los bioclastos se observan fragmentos de espículas de esponjas, gasterópodos, equinodermos y algas. Le sobreyace un cuerpo de 4.40m de espesor, constituido por wackestone de saccocomas y gasterópodos (Lámina VIII D), depositado por flujos turbidíticos (RH 180 y 181); se observan además, esporádicas *Lenticulina sp.* Se determinó la siguiente paragénesis: micritización predeposicional, presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, recristalización, silicificación y oxidación. Sobreyaciendo en concordancia, se tienen estratos de 0.10 a 0.20m de espesor con laminación paralela, constituidos por wackestone y packstone de radiolarios y abundantes amonitas de ambiente de cuenca, de la Formación Tamán (RH 182-191), donde se determinó la siguiente paragénesis: presión-solución 1, fracturamiento 1, presión-solución 2, fracturamiento 2, recristalización, silicificación y oxidación.

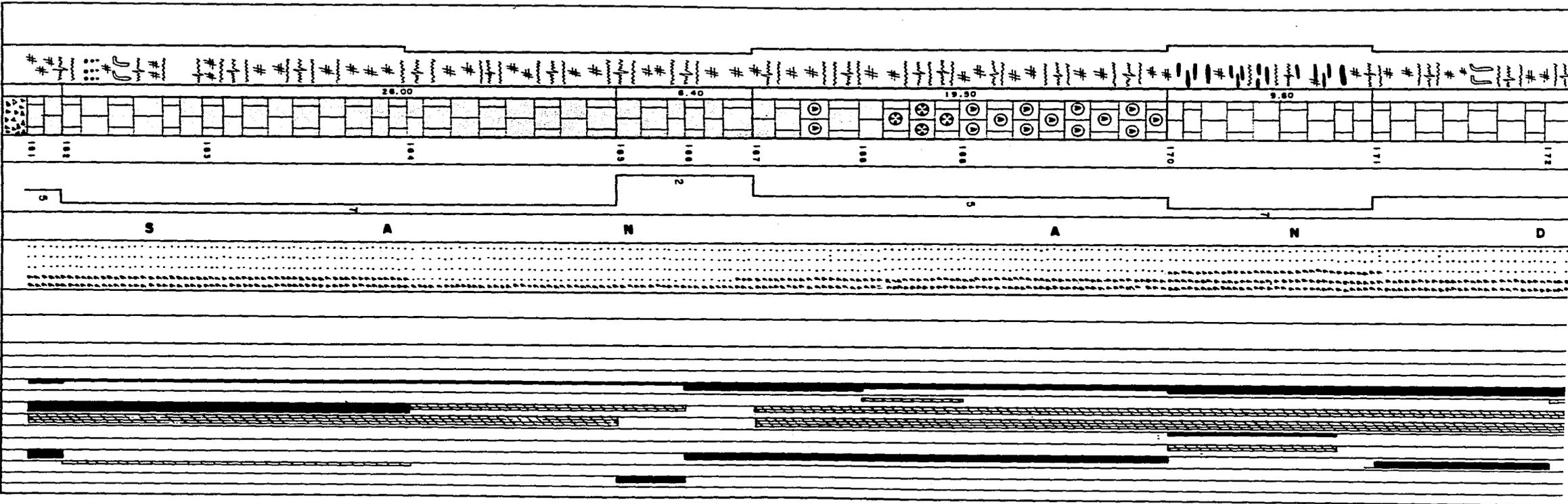
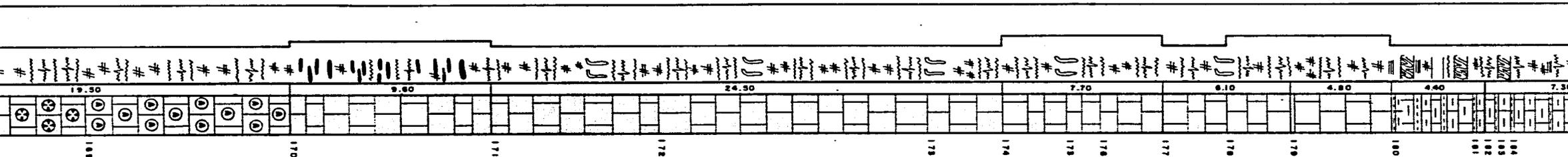
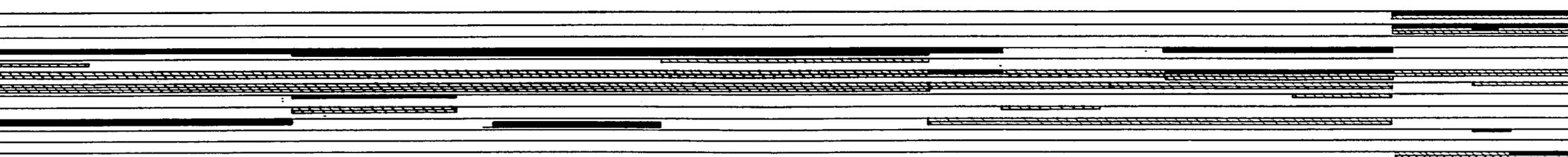
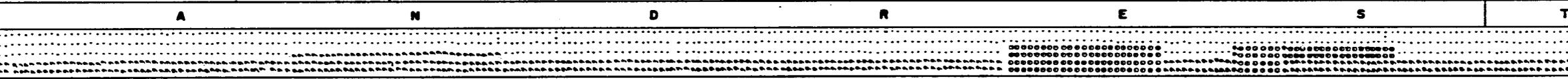


FIGURA - 13



19.50 9.80 24.50 7.70 6.10 4.80 4.40 7.50

S A N D R E S T



IV INTERPRETACION AMBIENTAL

IV.A - AMBIENTES SEDIMENTARIOS

Los ambientes interpretados a partir de la petrografía de las muestras estudiadas son: carbonatado marino somero (plataforma) y carbonatado marino pelágico (cuenca).

IV.A.1) - AMBIENTES CARBONATADOS

Dependiendo del perfil batimétrico en el que se efectúen los depósitos carbonatados, las plataformas han sido clasificadas en rampas y plataformas de borde (Ahr,1973), (Read, 1985). En las rampas se tiene un aumento gradual de la profundidad del piso de la plataforma, sin que haya un aumento brusco en la pendiente que separe las condiciones someras de plataforma del ambiente profundo de cuenca, o bien, que el cambio de pendiente exista, aunque a mayor profundidad. Mientras tanto, en las plataformas de borde, se tiene una zona de aguas someras limitada hacia mar adentro por un cambio brusco en la pendiente (Talud), que separe las condiciones someras de las condiciones de cuenca.

En este estudio, a partir del registro sedimentario, se infiere la existencia de una rampa para el Kimmeridgiano y de una plataforma "ahogada" (cuenca) para el Tithoniano temprano-medio.

IV.A.2) - DESCRIPCION DE FACIES IDENTIFICADAS

IV.A.2.a - SECCION RIO APULCO, PUE. (Figura 9)

Las facies en esta sección, evolucionan de la siguiente manera 6→7→6→5→2→3→1; correspondiendo las facies 6, 7, 5, 2 y 3 a la Formación "San Andrés" y la facies 1 a la Formación Tamán, de ambiente de cuenca.

A continuación se describirán las facies sedimentarias observadas de la base a la cima.

FORMACION "SAN ANDRES"

FACIES 6 DE WILSON. La base de la sección está constituida por wackestone-packstone y packstone-grainstone de peloides y ooides micritizados color gris, con cuarzo detrítico y autigénico, feldespatos, bioclastos rotos y escasos intraclastos. Los bioclastos consisten de foraminíferos bentónicos (textuláridos), fragmentos de algas dasycladáceas del género *Acicularia sp.*, espinas y placas de equinodermos, valvas de ostrácodos y escasos gasterópodos. La principal característica de esta facies, consiste en la abundancia de material terrígeno, lo que indica la influencia de la unidad que la subyace que es continental (Facies "Tenexcate").

FACIES 7 DE WILSON. Está constituida por wackestone y wackestone-packstone de pellets y peloides micritizados, intraclastos, cuarzo detrítico y bioclastos. Dentro de éstos últimos se han identificado espículas de esponja, espinas y placas de equinodermos, moluscos, foraminíferos bentónicos de pared hialina del género *Lenticulina sp.*, valvas de ostrácodos y escasas algas codiáceas. La característica de este intervalo es la abundancia de pellets.

FACIES 6 DE WILSON. Está constituida por packstone, packstone-grainstone, grainstone y grainstone-packstone de ooides bien seleccionados (oolitas compuestas y simples) y peloides micritizados color gris, con escasos intraclastos, granos envueltos y cuarzo detrítico, así como, abundantes bioclastos, entre los que se tienen espinas de equinodermos en núcleos de oolitas, fragmentos de moluscos, algas codiáceas, foraminíferos bentónicos de pared hialina (*Lenticulina sp.*), valvas de ostrácodos y esporádicos fragmentos de corales; la mayoría de las oolitas aparecen fragmentadas. De igual forma, los bioclastos se encuentran retrabajados y se observa muy poca matriz; asimismo, algunos intraclastos (agregados), están constituidos por dos o más oolitas, lo que implica condiciones de muy alta energía. Todo lo anterior indica que estos sedimentos se depositaron en un ambiente de alta energía, formando bancos carbonatados desarrollados en un ambiente de borde de plataforma. Illing 1954 (in Folk, 1981), menciona que este tipo

de sedimentos se forman en un ambiente de alta energía, tales como, canales de marea o dunas submarinas. También se observó la presencia de hidrocarburos ligados a eventos de presión-solución, en tanto que en afloramiento presenta fragmentos de corales y de nerineas, debido a un acarreo mecánico desde un crecimiento orgánico, lo que constituye una zona de interbanco.

FACIES 5 DE WILSON. (Postarrecifal). La constituyen floatstone de algas y corales en matriz de wackestone, así como rudstone de moluscos y algas; entre los bioclastos se han identificado: corales, espinas y placas de equinodermos, algas y fragmentos de moluscos. Los corales se presentan completos y fragmentados, constituyendo una zona de acarreo mecánico de un crecimiento orgánico desarrollado en un ambiente de plataforma externa.

FACIES 2 DE WILSON. La constituyen wackestone, wackestone-packstone, packstone de bioclastos y peloides micritizados, correspondientes a una plataforma abierta profunda. Entre los bioclastos se tienen abundantes espículas de esponjas determinadas como *Rhaxella sp.*, así como, espinas y placas de equinodermos, foraminíferos bentónicos, moluscos (gasterópodos entre otros), escasos foraminíferos bentónicos de pared hialina del género *Lenticulina sp.*, calcisferúlidos determinados como *Gildaella amabilis*, así como estomiosféridos. Las características de plataforma asociadas a microfauna planctónica, indican que el depósito se efectuó en una plataforma abierta profunda, correspondiente a la facies 2 de Wilson.

FACIES 3 DE WILSON. Está constituida por wackestone-packstone de fragmentos de bioclastos con esporádicos peloides "flotando" en la matriz debido a disolución y recristalización, con escaso cuarzo detrítico. Entre los bioclastos se tiene mezcla de organismos planctónicos con bentónicos: *Saccocoma sp.*, *Saccocoma arachnoidea*, radiolarios calcificados, fragmentos de moluscos, espinas y placas de equinodermos, espículas de esponja (*Rhaxella sp.*) y foraminíferos bentónicos fragmentados. Se presentan hidrocarburos ligados a un segundo evento de presión-solución, asociado a dolomitización. Su

depósito corresponde a flujos y se efectuó en la base del talud, constituyendo la facies 3 de Wilson.

FORMACION TAMAN

FACIES 1 DE WILSON. La constituyen wackestone y packstone de bioclastos con abundante materia orgánica y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos presentes son, principalmente, radiolarios calcificados y *Saccocoma arachnoidea*, así como esporádicos fragmentos de moluscos. Esta unidad se depositó en un ambiente de cuenca profunda de condiciones reductoras, cuya característica la constituye la abundancia de materia orgánica. En afloramiento presenta interestratificado un cuerpo de composición basáltica, de aproximadamente 1.40m de espesor. Hacia la cima contiene amonitas determinadas como *Idoceras sp.* del Kimmeridgiano, *Mazapilites sp.* y *Uhligites sp.* del Tithoniano temprano.

IV.A.2.b) - SECCION CUETZALAN-XOCHICAL (Figura 10)

Esta sección, de la base a la cima, evoluciona de la manera siguiente: 6 → 2 → 6 → 2 → 3 → 1, correspondiendo las facies 6, 2 y 3 a la Formación "San Andrés" y la facies 1 a la Formación Tamán. A continuación se describirán las facies sedimentarias identificadas en esta localidad.

FORMACION "SAN ANDRES"

FACIES 6 DE WILSON. La constituyen packstone de peloides y bioclastos micritizados, con intraclastos y escaso cuarzo detrítico. Entre los bioclastos se identificaron: fragmentos de espinas y placas de equinodermos, moluscos (gasterópodos), valvas de ostrácodos y algas. En afloramiento, este intervalo se caracteriza por contener bandas y nódulos de pedernal gris.

FACIES 2 DE WILSON. Se presenta wackestone y packstone de peloides micritizados y bioclastos, donde se observan espículas de esponja,

espinas y placas de equinodermos, gasterópodos, valvas de ostrácodos y escasos calcisferúlidos del género *Gildaella sp.*

FACIES 6 DE WILSON. En este intervalo se tienen packstone, packstone-grainstone de peloides y ooides micritizados con bioclastos y escasos intraclastos con cuarzo detrítico, así como granos envueltos. Los bioclastos se encuentran fragmentados, como es el caso de los moluscos donde los gasterópodos están incompletos al igual que las placas de equinodermos y algas. Se observan pellets del tamaño de la arena fina y casi no se preserva la matriz.

FACIES 2 DE WILSON. Se caracteriza por wackestone, wackestone-packstone y packstone de peloides micritizados, con bioclastos y escasos intraclastos, así como cuarzo detrítico. Entre los bioclastos se tienen moluscos donde predominan los gasterópodos, placas de equinodermos, serpúlidos, *Lenticulina sp.*, y esporádicos calcisferúlidos. La característica de este intervalo es la aparición de los calcisferúlidos que coexisten con la fauna de plataforma, por lo que su depósito corresponde a una plataforma abierta profunda.

FACIES 3 DE WILSON. Está constituida por wackestone y packstone de bioclastos, con escaso cuarzo detrítico. Entre los bioclastos se tiene una mezcla de fauna planctónica con bentónica fragmentada, donde se observan: fragmentos y conchas de moluscos, predominando los gasterópodos, placas de equinodermos, fragmentos de algas, de *Lenticulina sp.*, que coexisten con *Saccocoma arachnoidea* y radiolarios calcificados. El depósito de esta unidad es debido a flujos turbidíticos y se llevó a cabo en la base del talud.

FORMACION TAMAN

FACIES 1 DE WILSON. Aquí se presenta, wackestone y packstone de bioclastos, con abundante materia orgánica y escaso cuarzo detrítico. Los bioclastos son principalmente radiolarios calcificados y en menor proporción *Saccocoma arachnoidea*. Su depósito corresponde a un ambiente de cuenca en condiciones reductoras. En la cima contiene

amonitas de los géneros *Andiceras sp.* y *Mazapilites sp.* del Tithoniano temprano, así como estomiosféridos determinados como *Parastomiosphaera malmica* de la misma edad (muestra RH 92).

IV.A.2.c) - SECCION JONOTLA (Figura 11)

Esta sección evoluciona siguiendo la secuencia 5→6→7 correspondiente a la Formación "San Andrés".

FORMACION "SAN ANDRES"

FACIES 5 DE WILSON. Está constituida, principalmente, por bindstone de corales, así como, por rudstone de corales y peloides parcialmente dolomitizado, floatstone de corales y peloides con escasos intraclastos y cuarzo detrítico. Se identificaron los siguientes bioclastos: corales, fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y algas rojas. Esta facies constituye un crecimiento orgánico de corales.

FACIES 6 DE WILSON. Se tiene packstone de peloides y bioclastos, parcialmente dolomitizado, packstone-grainstone de peloides ligeramente arenoso y dolomitizado, con intraclastos, granos envueltos y escasos ooides micritizados que implican alta energía. Entre los bioclastos se aprecian fragmentos de moluscos, corales, algas y equinodermos.

FACIES 7 DE WILSON. La constituye, wackestone y packstone de pellets y bioclastos, entre los que se observan gasterópodos, placas de equinodermos, anélidos y escasa *Lenticulina sp.*, característicos de condiciones de depósito correspondientes a una plataforma media.

IV.A.2.d) - SECCION TLACOLULA (Figura 12)

Esta sección evoluciona con las facies siguientes: 7→6→7→6→4→3→4→1, correspondiendo 7, 6, 4 y 3 a la Formación "San Andrés" y la facies 1, a la Formación Tamán.

FORMACION "SAN ANDRES"

FACIES 7 DE WILSON. Está constituida por wackestone de espículas de esponjas, fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y moluscos (gasterópodos), que implican depósitos de plataforma media.

FACIES 6 DE WILSON. La constituye packstone de peloides y bioclastos dolomitizados, packstone-grainstone de ooides y peloides con diferentes grados de dolomitización, escasos intraclastos, granos envueltos, así como cuarzo detrítico. Entre los bioclastos se observan fragmentos de placas de equinodermos, algas y foraminíferos bentónicos.

FACIES 7 DE WILSON. Nuevamente se tienen wackestone de rhaxellas, mudstone-wackestone, ligeramente dolomitizado, escasos intraclastos y cuarzo detrítico. Entre los bioclastos se tienen rhaxellas, placas de equinodermos y gasterópodos, cuyo depósito corresponde a una plataforma media.

FACIES 6 DE WILSON. Está formada por packstone-wackestone de ooides micritizados, packstone de intraclastos y peloides, grainstone de intraclastos y ooides micritizados. Se identificaron fragmentos de algas codiáceas, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermos y moluscos. Además se observan granos envueltos compuestos por algas, que en ocasiones constituyen el núcleo de algunas oolitas, lo que implica condiciones de alta energía.

FACIES 4 DE WILSON. Está constituida por una litología de packstone de litoclastos y bioclastos, grainstone de bioclastos, litoclastos, intraclastos y peloides que conforman un flujo de escombros, que corresponden a un talud proximal. Ocasionalmente, se observa inversión textural que es una característica de las facies de talud. Entre los bioclastos se observan abundantes fragmentos de algas, corales, moluscos y foraminíferos bentónicos aglutinados. En afloramiento se observa estratificación cruzada. Su depósito corresponde a un talud proximal.

FACIES 3 DE WILSON. La conforman packstone de ooides e intraclastos, parcialmente dolomitizado, donde algunos intraclastos se presentan como agregados. Como característica principal, todos los ooides y bioclastos están fragmentados, ya que su depósito se debe a flujos turbidíticos en la base del talud (apron carbonatado). Se tienen abundantes fragmentos de algas (*Acicularia sp.*), moluscos y corales. Su depósito corresponde a un talud distal (base).

FACIES 4 DE WILSON. Aquí se tiene una litología constituida únicamente por floatstone de moluscos, equinodermos, algas y esporádicos *Saccocoma arachnoidea*, escasos ooides micritizados y cuarzo detrítico. Su depósito corresponde a un talud proximal. En afloramiento presenta, como característica principal, abundantes fragmentos de conchas de moluscos (pelecípodos), producto de acarreo mecánico. Su depósito se efectuó en el talud proximal.

FORMACION TAMAN

FACIES 1 DE WILSON. La constituye, wackestone y packstone de radiolarios y saccocomas, con abundante materia orgánica. Su depósito corresponde a ambientes de cuenca, de condiciones oxidantes y reductoras en su mayoría.

IV.A.2.e) - SECCION HUEYTAMALCO (Figura 13)

Esta sección evoluciona con las facies 5→7→2→5→6→5→4→3→1, correspondiendo las facies 5, 7, 2, 5, 6, 4 y 3 a la Formación "San Andrés" y la facies 1 a la Formación Tamán.

FORMACION "SAN ANDRES"

FACIES 5 POSTARRECIFAL DE WILSON.- Aquí se observan floatstone de moluscos y algas, algunas determinadas como *Petrascula sp.*; en los fragmentos de moluscos se observa silicificación. Su depósito corresponde al postarrecife.

FACIES 7 DE WILSON. La constituye, mudstone-wackestone y wackestone de moluscos y equinodermos, depositados en una plataforma media.

FACIES 2 DE WILSON. Está representada por una litología de mudstone-wackestone de rhaxellas y placas de equinodermos, escasos estomiosféricos del género *Colomiosphaera minuta*.

FACIES 5 POSTARRECIFAL DE WILSON. La constituyen floatstone de moluscos y equinodermos, floatstone de moluscos y corales, floatstone de algas, entre las que se clasificaron algunas como *Cauyexia sp.*, *C. kurdistanensis*, *Picnoporidium cf. lobatum*, *Lithocodium sp.* y *Acroporella sp.*; también presenta espículas de esponja, escasos intraclastos y ooides micritizados. Su depósito corresponde al postarrecife.

FACIES 6 DE WILSON. Está formada por packstone de ooides micritizados (oolitas y granos envueltos) y bioclastos, escasos intraclastos y cuarzo detrítico. Entre los bioclastos aparecen fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y algas. Su depósito se efectuó en un ambiente de alta energía.

FACIES 5 POSTARRECIFAL DE WILSON. La constituyen, floatstone de moluscos y algas, packstone de intraclastos y ooides micritizados, con escasos peloides. Contiene rhaxellas, fragmentos de moluscos, de equinodermos y algas. Su depósito se efectuó en el postarrecife.

FACIES 4 DE WILSON. Están presentes packstone de bioclastos e intraclastos, entre los que se observan abundantes fragmentos de espículas de esponja, de equinodermos, de moluscos y algas. Constituye un flujo de escombros correspondiente a un talud proximal.

FACIES 3 DE WILSON. Se tienen wackestone de fragmentos de saccocomas y moluscos, escasos intraclastos y cuarzo detrítico. *Saccocoma arachnoidea* coexiste con gasterópodos, radiolarios y escasas *Lenticulina sp.*, debido a que su depósito se debe a flujos

turbidíticos efectuados en la base del talud. Esta facies corresponde a la cima de la Formación "San Andrés".

FORMACION TAMAN

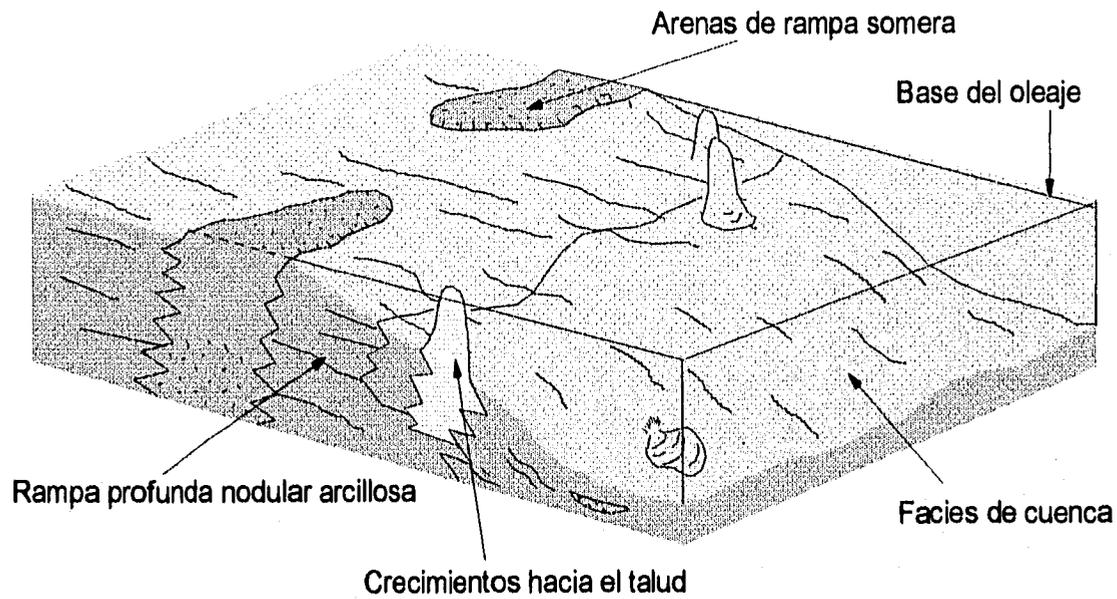
FACIES 1 DE WILSON. Está constituida por wackestone y packstone de radiolarios y saccocomas, y esporádicos intraclastos. Se presenta tanto en condiciones reductoras como oxidantes. Su depósito se efectuó en un ambiente profundo, es decir, de cuenca.

IV.B) - MODELO SEDIMENTOLOGICO

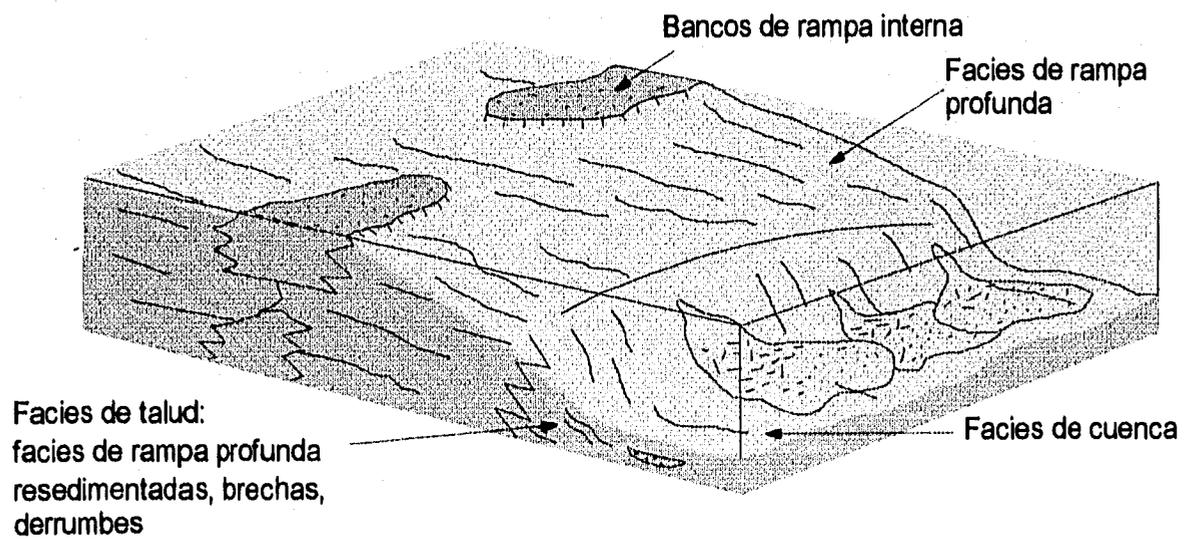
Read (1985) distingue dos categorías de rampas carbonatadas, como se observa en la figura 14: rampas homoclinales, donde el talud es relativamente uniforme y suave (generalmente menos de 1° de pendiente) con pequeños desarrollos orgánicos y rampas distalmente pronunciadas, donde se tiene un incremento en el gradiente, para la región externa de la rampa profunda. En el primer tipo existen pocos derrumbes y depósitos por flujos de escombros o turbiditas, mientras que en las facies de rampas de aguas profundas, los sedimentos depositados por flujos de gravedad son comunes. Las facies de rampa distalmente pronunciadas, son similares al modelo de margen de plataforma acrecionaria, sin embargo, se tiene una diferencia importante, la cual consiste en que el rompimiento en el talud se produce en aguas más profundas sobre la rampa. A este nivel, los depósitos resedimentados son arena y lodo proveniente de la rampa externa y del talud superior, así como clastos, más que escombros de aguas someras, como es lo típico de las facies de talud y cuenca adyacentes a las márgenes de las plataformas bordeadas.

En el presente estudio, únicamente la sección estratigráfica Jonotla, que es la más occidental, presenta características de rampa homoclinal, ya que su base está constituida por un pequeño crecimiento orgánico de corales (bindstone) y hacia la cima no se le detectaron condiciones de talud.

RAMPA HOMOCLINAL



RAMPA DISTALMENTE PRONUNCIADA



READ, 1982

TIPOS DE RAMPAS

FIGURA 14

En la cima de la sección Cuetzalan-Xochical, aparecen rocas cuyo depósito fue originado por flujos turbidíticos, depositados en la base del talud. Un poco más al oriente, también en la cima de la sección estratigráfica Río Apulco, también se tienen depósitos por flujos turbidíticos en la base del talud, sobreyaciendo a depósitos de plataforma abierta profunda, como se observa en Cuetzalan. En las secciones estratigráficas Hueytamalco y Tlacolula, que son las más orientales, también se tienen los depósitos por flujos turbidíticos, solo que ahora sobreyacen a depósitos por flujos de escombros (Figura 15).

En general, en la región de Cuetzalan-Xochical y Río Apulco, el talud es menos desarrollado (únicamente depósitos por flujos turbidíticos) que en Hueytamalco y Tlacolula, donde además de los depósitos por flujos turbidíticos, se tienen depósitos por flujos de escombros (Figura 16). Esto indica que hacia el oriente de la región estudiada, el talud presenta mayor desarrollo, teniéndose una rampa distalmente pronunciada, desarrollada durante el Kimmeridgiano con "ahogamiento" en el Tithoniano (Figuras 17 y 18), mientras que, hacia el occidente en la región de Jonotla, la morfología de la plataforma corresponde a una rampa homoclinal.

CORRELACION AMBIENTAL

HUEYTAMALCO

CUETZALAN

RIO APULCO

JONOTLA

CUENCA

CUENCA

FLUJOS TURBIDITICOS

FLUJOS TURBIDITICOS

PLATAFORMA PROFUNDA

PLATAFORMA PROFUNDA

ARENAS CARBONATADAS

ARENAS CARBONATADAS

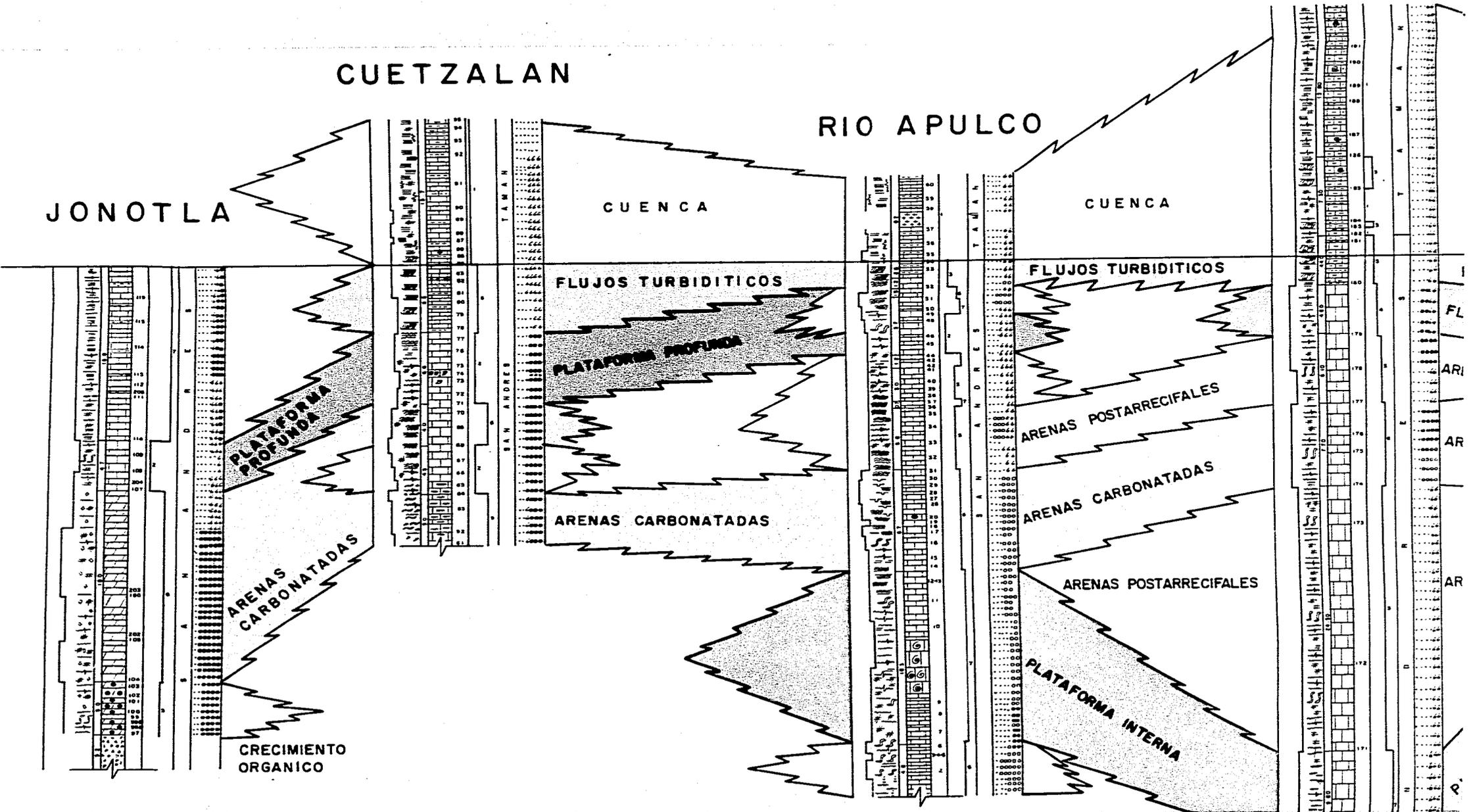
ARENAS POSTARRECIFALES

ARENAS CARBONATADAS

ARENAS POSTARRECIFALES

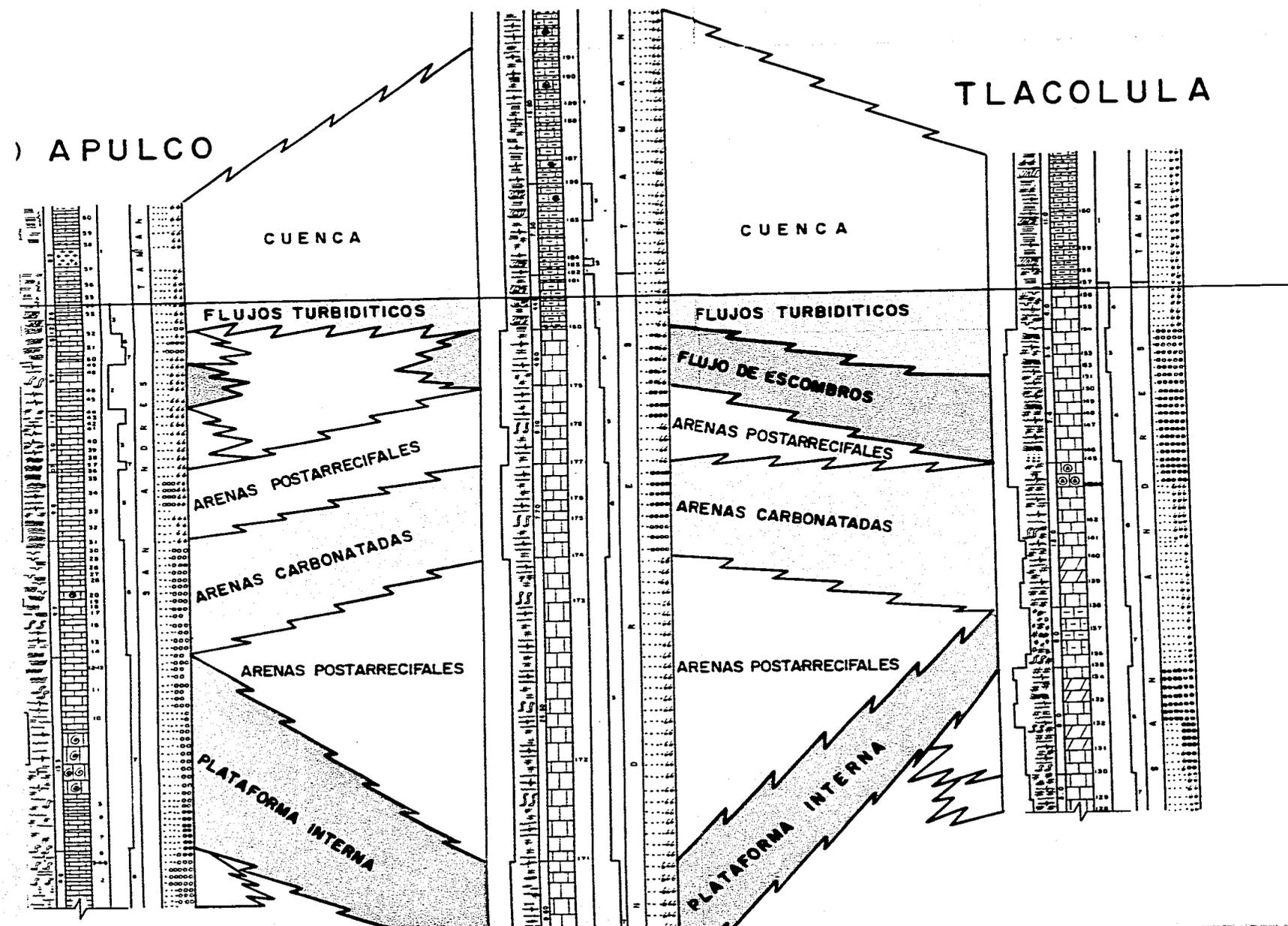
CRECIMIENTO ORGANICO

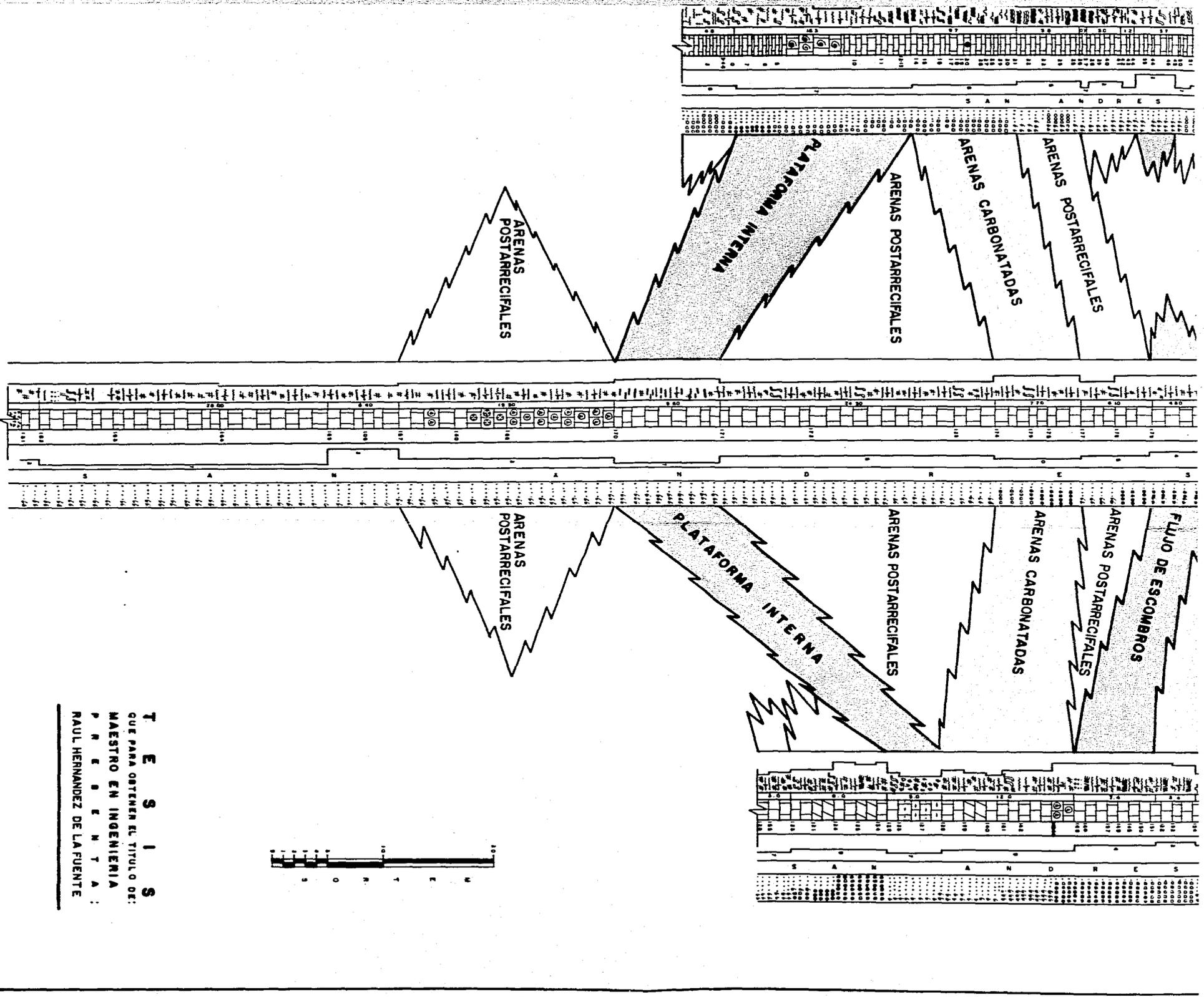
PLATAFORMA INTERNA



ACION AMBIENTAL

HUEYTAMALCO





T E S I S
 QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MAESTRO EN INGENIERIA
P R O F E S I O N A L
RAUL HERNANDEZ DE LA FUENTE

Figura-15

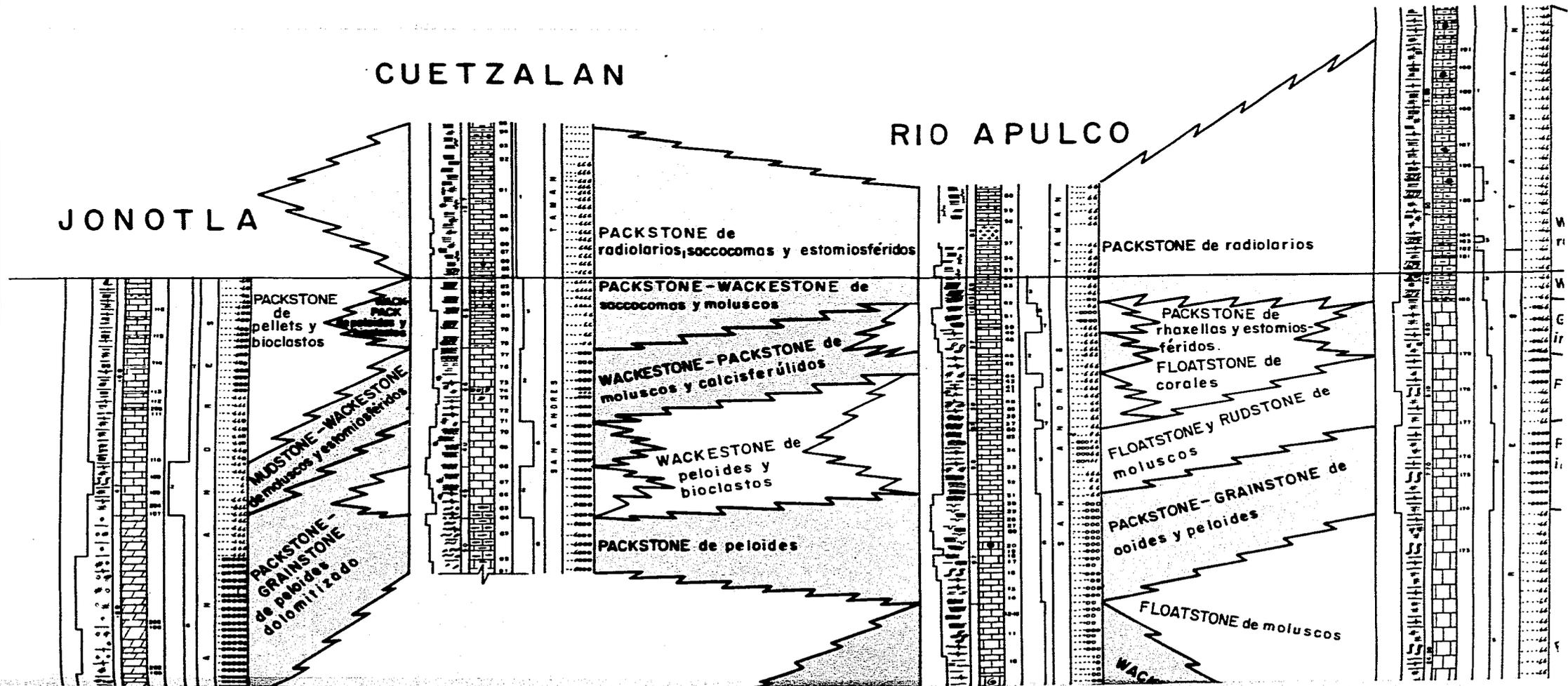
CORRELACION DE LITOFACIES

HUEYTAMALC

CUETZALAN

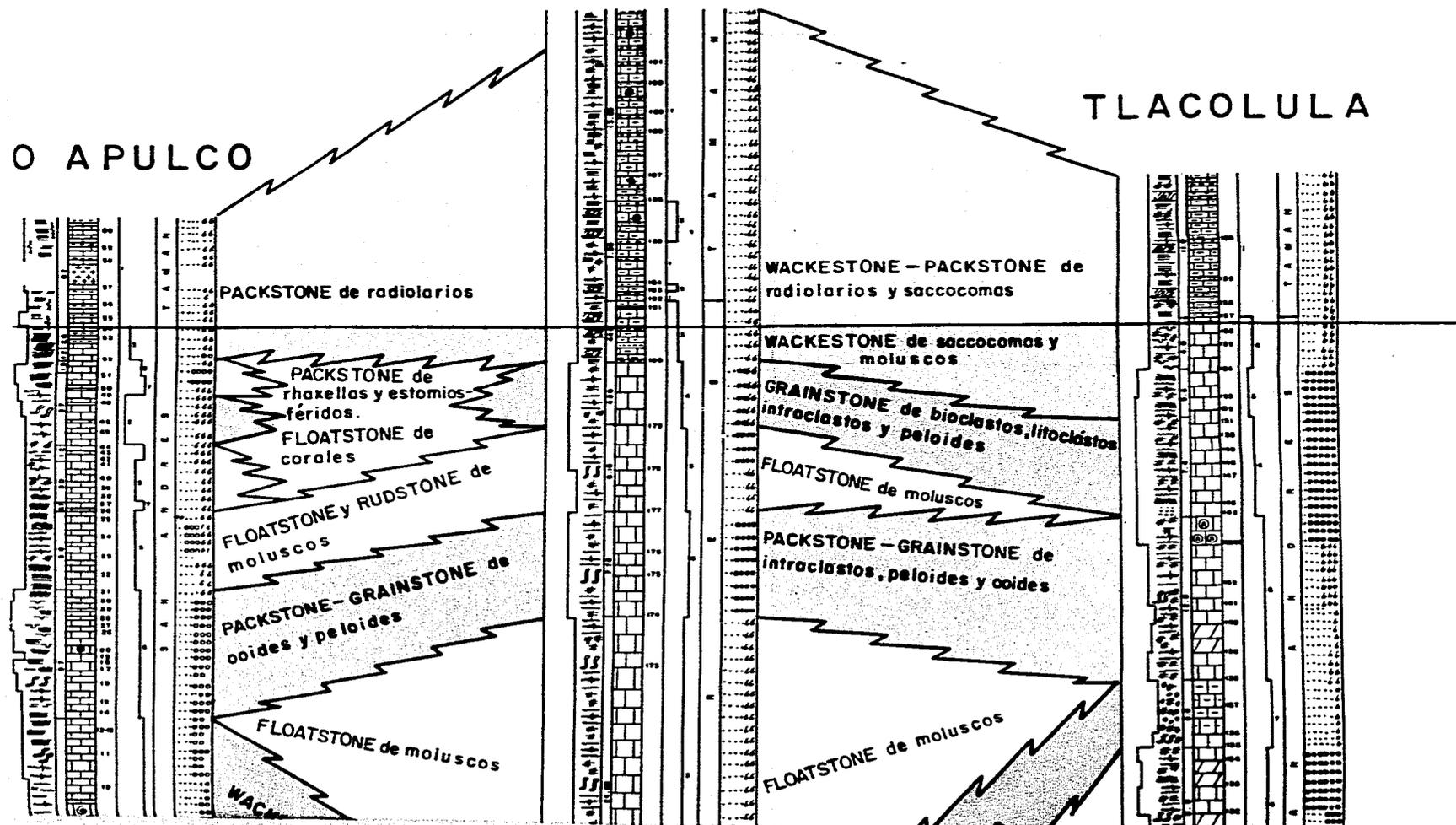
JONOTLA

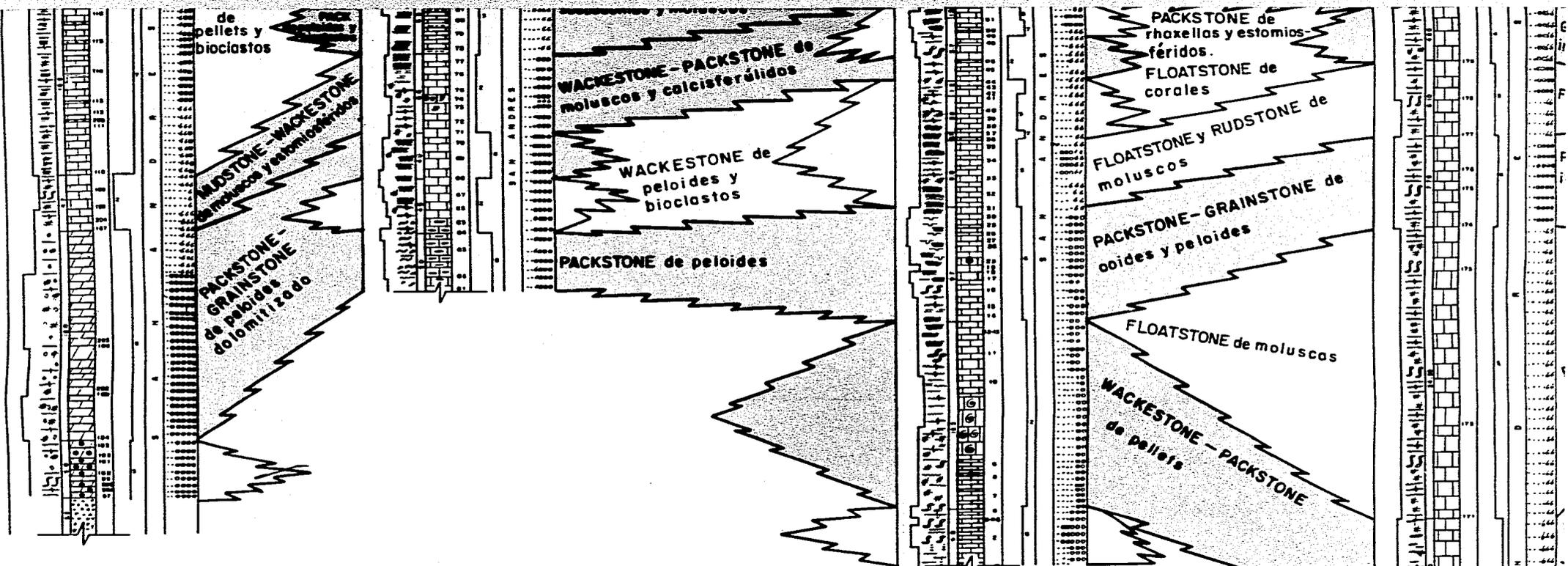
RIO APULCO



CION DE LITOFACIES

HUEYTAMALCO





NOMENCLATURA UTILIZADA

ESTRUCTURAS Y TEXTURAS

- Estriolitas bien desarrolladas
- Estriolitas poco desarrolladas
- Estriolitas Tectónicas
- Laminación paralela
- Fracturas
- Laminación Convuelta
- Laminación Ondulada
- Bioturbación
- Dolomitización
- Nódulos de pedernal
- Gradación normal
- Canales

TIPO DE ROCA

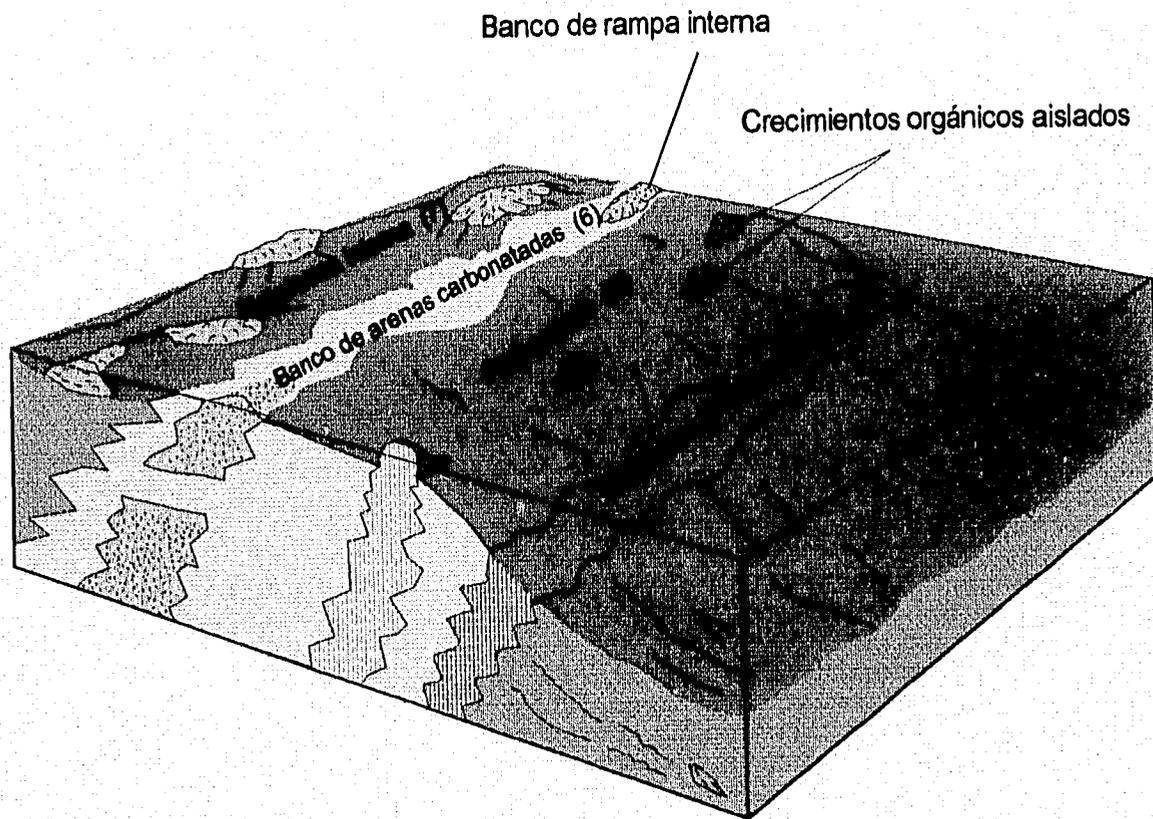
- Brecha Volcánica
- Dolomita
- Roca ígnea
- Caliza Arcaica
- Lutita

COMPONENTES DE LA ROCA: CARBONATADOS

- Micrite
- Bioclastos
- Peloides
- Pelotas Fósiles
- Ooides

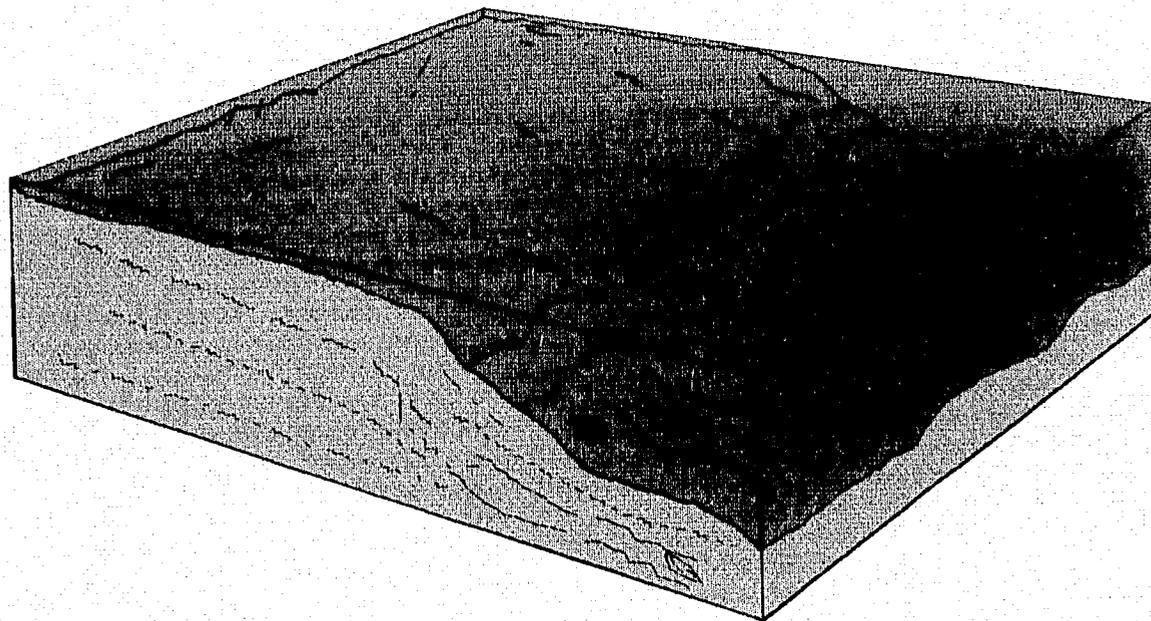
ORGANISMOS

- Algas
- Foraminíferos Bentónicos
- Foraminíferos Planctónicos
- Corales
- Gasterópodos
- Radiolarios
- Esponjas
- Fragmentos de moluscos
- Sarcocomas
- Esponodermas
- Amantos



**MODELO SEDIMENTARIO PARA EL KIMMERIDGIANO (RAMPA)
MOSTRANDO LAS FACIES 2, 5, 6 Y 7 DE WILSON**

FIGURA 17



MODELO SEDIMENTARIO PARA EL TITHONIANO TEMPRANO-MEDIO
(AHOGAMIENTO DE LA PLATAFORMA)
MOSTRANDO LAS FACIES 1, 3 Y 4 DE WILSON

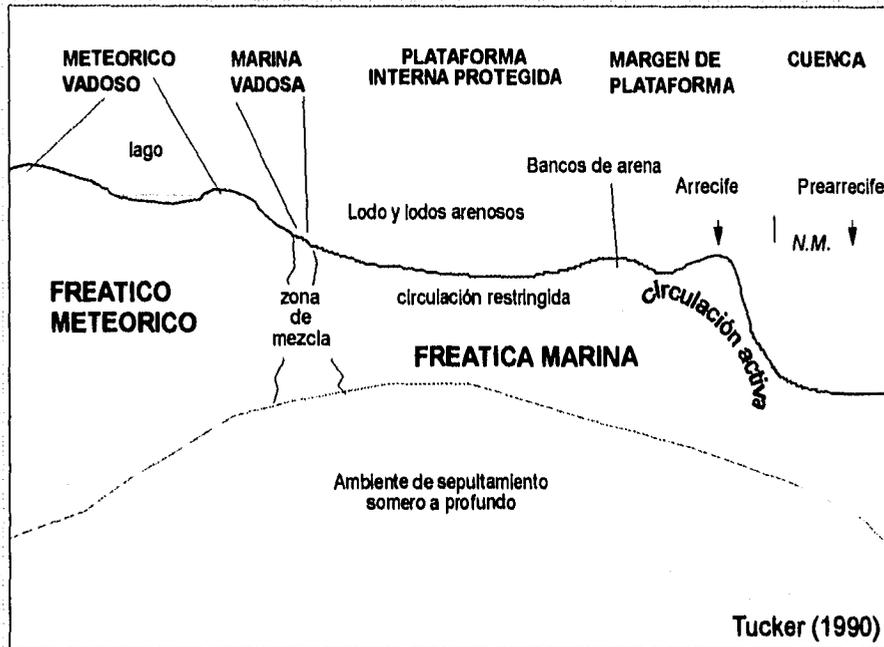
V) CARACTERISTICAS DIAGENETICAS

La diagénesis de sedimentos carbonatados, incluye todos los procesos que afectan a las rocas después de su depósito, hasta los límites del metamorfismo incipiente a elevadas temperaturas y presiones. La diagénesis incluye procesos, tales como, cementación, disolución, dolomitización, etc. que forman sistemas de poros, aunque también incluye más procesos, como el desarrollo de la microporosidad y cambios de elementos traza y señales isotópicas. Los cambios diagenéticos pueden iniciar en el piso marino, a medida que los granos van siendo lavados o por sobrecarga de presión incrementada por fluidos químicos.

La mayoría de los depósitos modernos carbonatados, originalmente consisten de una mezcla de aragonita, calcita con alto y bajo contenido de magnesio. En el reciente, la aragonita y la calcita con alto contenido de magnesio son comúnmente precipitados como cementante durante la diagénesis temprana, aunque, por ser inestables, son convertidos a calcita de bajo magnesio.

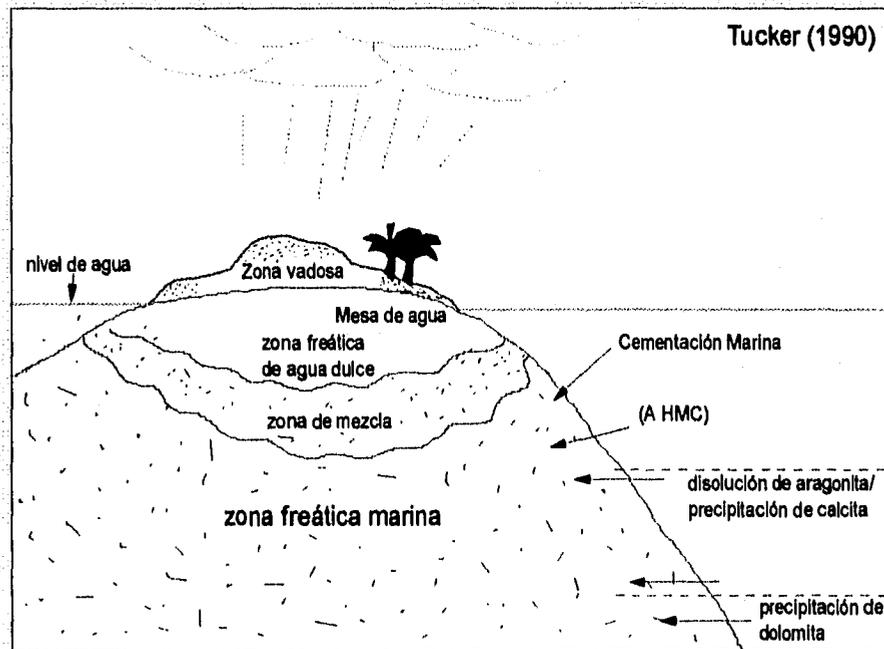
La calcita con bajo contenido de magnesio es la forma estable de CaCO_3 , siendo el cementante más comúnmente precipitado de aguas meteóricas, en la cercanía de la superficie y a partir de fluidos en el subsuelo profundo. A menos que estén dolomitizadas, la mayoría de las rocas calcáreas antiguas, son totalmente compuestas de calcita con bajo contenido de magnesio.

Los estudios de diagénesis de rocas calcáreas, a menudo implican intentos para identificar la mineralogía original de los diversos cementantes, su significado en términos de química de fluidos de poros y ambientes diagenéticos, así como su relativo tiempo de precipitación y alteración. La manera en la cual los mismos granos son preservados es también importante. Cada estudio implica petrografía de rutina, catodoluminiscencia, microscopio electrónico de barrido (MEB), examen y análisis geoquímico para isotopía y señales de elementos traza.



Ambiente diagenético carbonatado para una plataforma bordeada con acuíferos no confinados

FIGURA 19



Ambiente diagenético para plataforma aislada, atolón o margen de plataforma, donde está presente una isla con lentes de agua dulce. Al incrementarse la profundidad, el agua de mar favorecerá a la menos saturada con respecto a CaCO_3 , de manera que la aragonita puede ser disuelta y la calcita precipitada, donde eventualmente la dolomita puede precipitar

FIGURA 20

La diagénesis incluye seis procesos principales: cementación, micritización microbiana, neomorfismo, disolución, compactación (incluyendo presión-solución) y dolomitización. Este último proceso afecta en una proporción de 30-40% a las rocas calcáreas.

Durante la diagénesis, los sedimentos carbonatados pueden ganar o perder porosidad. Con el incremento de la profundidad de sepultamiento, generalmente decrece la porosidad, aunque hay procesos tardíos de disolución y fracturamiento que pueden restaurar los valores de porosidad alta.

La diagénesis en carbonatos opera en tres ambientes diagenéticos principales: marino, meteórico cercano a la superficie y de sepultamiento (Figuras 19 y 20). Las fábricas de cemento y otras texturas son características y diagnósticas de un ambiente diagenético particular.

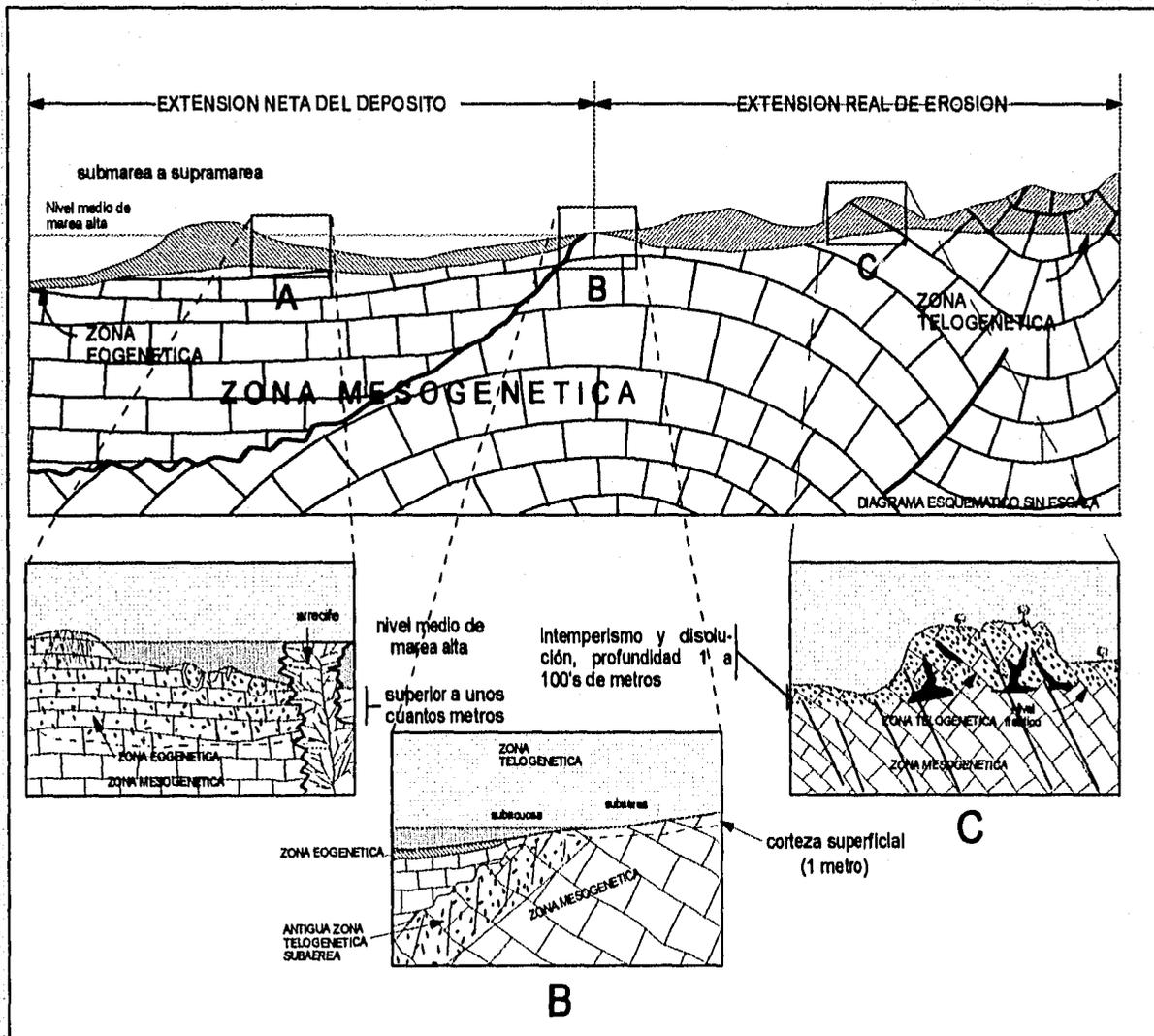
V.A) - ETAPAS DIAGENETICAS

El presente estudio, fue basado en la descripción de las etapas diagenéticas propuesta por Choquette y Pray (1970), quienes consideran tres etapas principales: predeposicional, deposicional y post depositacional, siendo esta última la que mayor influencia tiene en la evolución de la porosidad, por lo que se subdivide en eogenética, para procesos diagenéticos desarrollados en la cercanía de la superficie, mesogenética, para aquellos producidos en el subsuelo y telogenética los relacionados a levantamiento/discordancia (Figura 21).

La porosidad primaria es aquella que se presenta en las rocas, inmediatamente después del depósito final, donde queda incluido cualquier espacio poroso de la roca formado durante los procesos de deposición final. La porosidad secundaria es formada en la roca después del depósito final, como resultado de cambios al depósito original.

La porosidad puede seguir o no un patrón bien definido con respecto a los componentes de la roca. Cuando se tiene un patrón definido se le

| TERMINOS DE TIEMPO POROSIDAD | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------|
| ETAPA | PREDEPOSITACIONAL | DEPOSITACIONAL | POSTDEPOSITACIONAL | | |
| TERMINOS DE POROSIDAD | POROSIDAD PRIMARIA | | POROSIDAD SECUNDARIA | | |
| | POROSIDAD PREDEPOSITACIONAL | POROSIDAD DEPOSITACIONAL | POROSIDAD POSTDEPOSITACIONAL | | |
| | | | POROSIDAD EOGENETICA | POROSIDAD MESOGENETICA | POROSIDAD TELOGENETICA |
| INTERVALO DE TIEMPO RELATIVO "TIPICO" | | | | | |



Phillip W. Choquette y Lloyd C. Pray, 1970

CLASIFICACION DE AMBIENTES DIAGENETICOS FIGURA 21

denomina como una fábrica, como es el caso de la porosidad primaria interparticular o intraparticular; sin embargo, cuando ésta relación no puede ser establecida, entonces se trata de una fábrica no selectiva, como sucede con la porosidad secundaria por disolución o presión-solución (Figura 22).

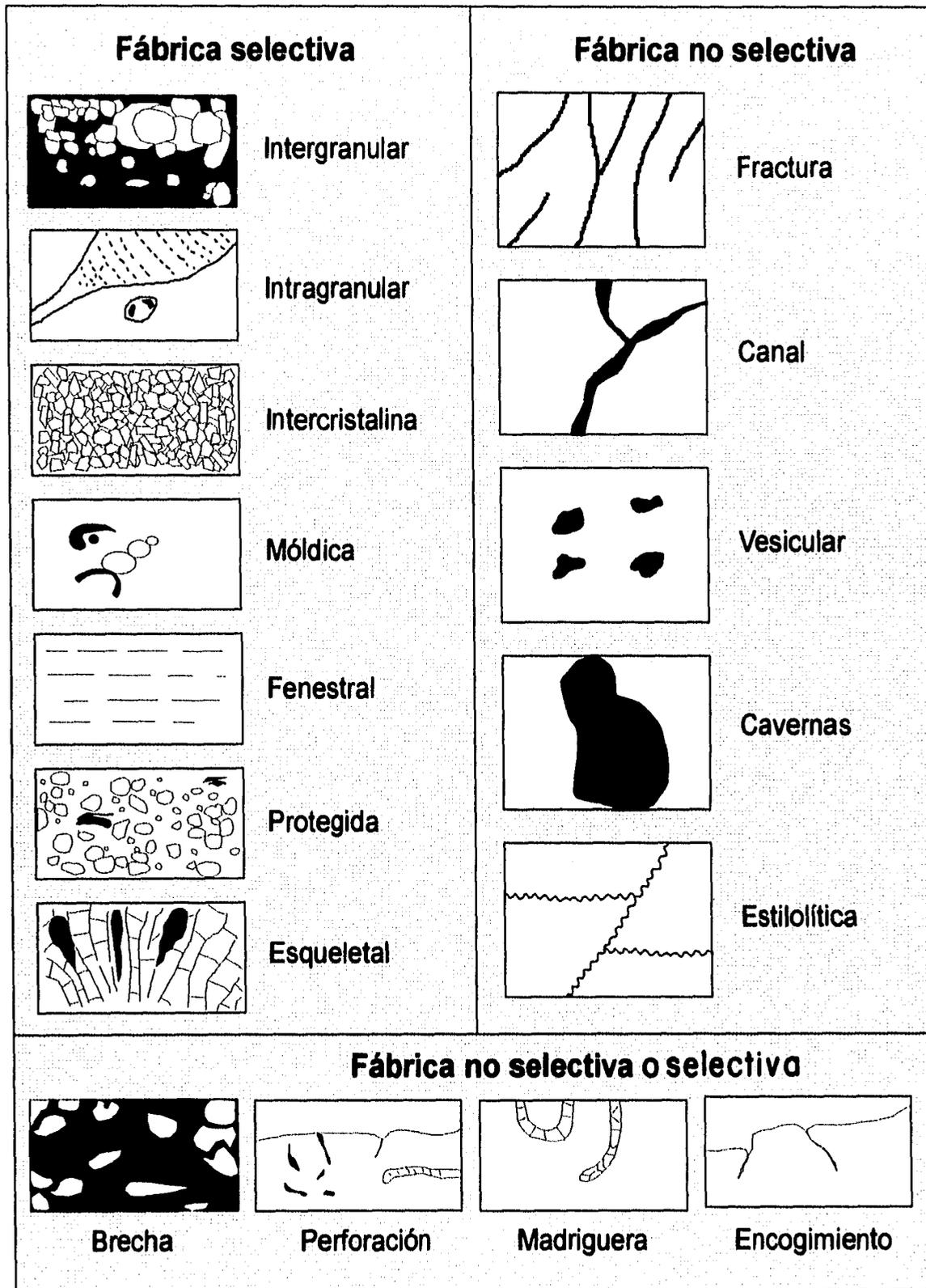
Etapa predeposicional.- Este estado se inicia en el momento en el que el material sedimentario se forma, y finaliza cuando éste comienza a ser sepultado.

Etapa depositacional.- Está representada por el periodo de tiempo en el que se efectúa el depósito final del sedimento, para pasar a formar parte de un cuerpo sedimentario.

Etapa Eogenética.- Está caracterizada por la influencia de las condiciones físico-químicas de la superficie de depósito, que constituyen una diagénesis meteórica; es decir, temprana (diagénesis de agua dulce) y representa el intervalo de tiempo entre la etapa depositacional final y el sepultamiento de un nuevo depósito de sedimentos, influenciado por procesos que tienen lugar en zonas subaéreas,

Etapa Mesogenética.- Ocurre cuando la roca es sepultada a grandes profundidades, bajo la influencia de ambientes propios del subsuelo, siendo esta etapa en la que pasa la mayor parte de su historia diagenética. Aquí se tiene incremento en la presión y la temperatura, siendo las condiciones químicas reductoras, aunque localmente pueden ser oxidantes.

Etapa Telogenética.- Constituye el intervalo de tiempo o estado, en el que las rocas sufren la interrupción de cualquiera de las etapas anteriormente expuestas. Está representada por procesos asociados con la formación de una discordancia, es decir, la roca queda expuesta nuevamente a la influencia de procesos superficiales después de haber estado sepultada (pérdida de presión). En esta etapa, las condiciones físico-químicas son muy similares a las de la etapa eogenética, aunque



TIPOS DE POROSIDAD (Choquette y Pray, 1970)

FIGURA 22

se diferencia en que la composición mineralógica en este estado es más homogénea.

A continuación se describe cada una de las etapas diagenéticas determinadas en el área de estudio.

V.B) - AMBIENTES DIAGENETICOS

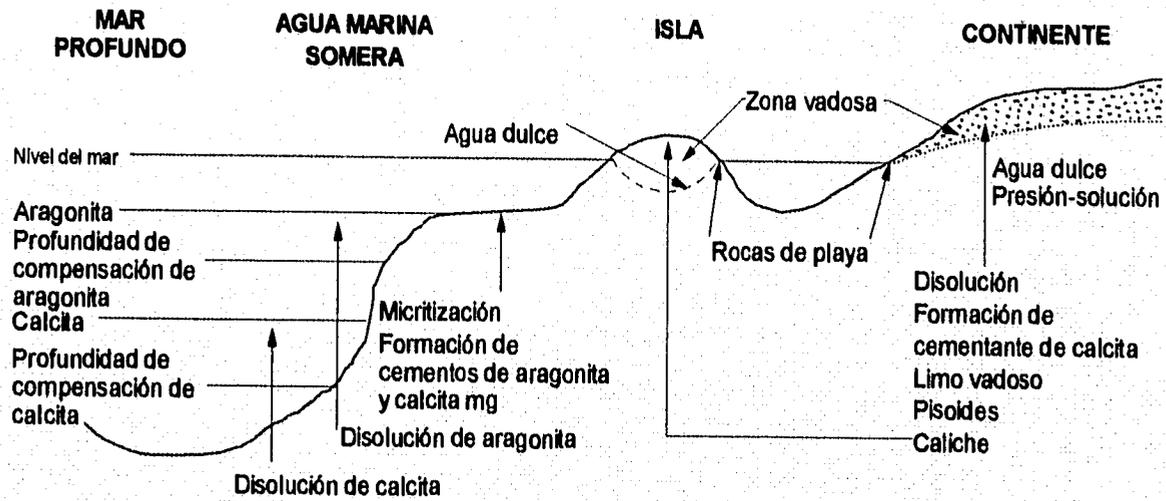
Tomando en consideración la interpretación de ambientes diagenéticos de sedimentos carbonatados de Blatt et al (Flügel, 1982), así como la interpretación de ambientes diagenéticos y formación de minerales carbonatados propuesta por Folk (1981), la cual está en función de las concentraciones de Na y Mg (Figura 23), se distinguen tres ambientes: marino, meteórico y de subsuelo (sepultamiento profundo y somero).

El ambiente marino en el área de estudio, se encuentra representado por los procesos de micritización, bioturbación y perforaciones. El ambiente meteórico vadoso, está representado por los procesos de disolución y cementación en palizada (fibroso) y en meniscos. El ambiente de sepultamiento profundo, está caracterizado por los procesos de cementación en bloques, fracturamiento, presión-solución, dolomitización y migración de los hidrocarburos. El ambiente de sepultamiento somero está representado por los procesos de dolomitización (cristales euhedrales), recristalización, dedolomitización o calcificación, silicificación y oxidación.

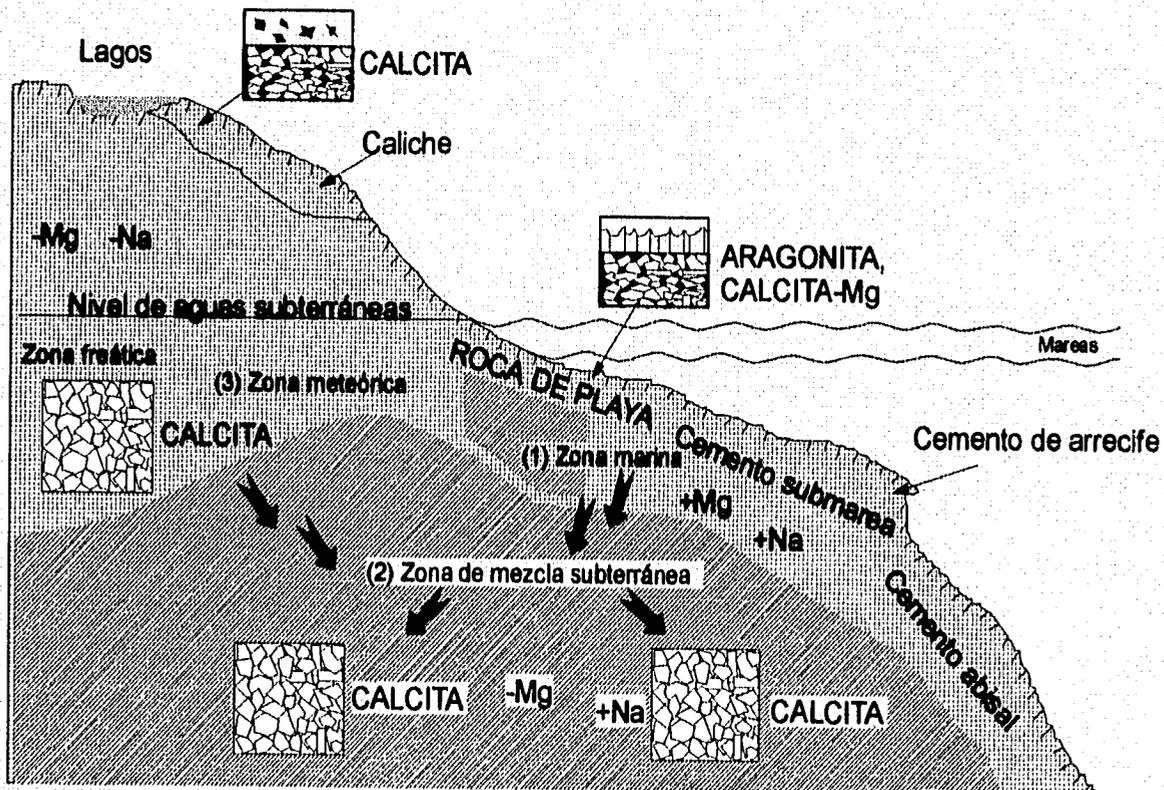
V.C.) - PROCESOS DIAGENETICOS

En las secciones estratigráficas medidas, se observaron los siguientes procesos diagenéticos:

MICRITIZACION (Lámina IXA).- Este es un proceso que se produce en los ambientes marinos, caracterizado por la degradación de las partículas originales, producto de microperforaciones originadas por algas endolíticas y bacterias (Barthurst, 1975); es decir, los granos esqueléticos son perforados alrededor de las márgenes y los agujeros



Ambientes diagenéticos de sedimentos carbonatados. Tomada de Blatt, et. al., 1972; en Flugel, 1982, p. 63



Relaciones entre ambientes diagenéticos y formación de minerales carbonatados (Folk, 1974).

Zona 1, alta Na. y Mg_{2+} (zona marina); estructuras micríticas o fibrosas de cementantes de aragonita o calcita-Mg. Zona 2, alta en Na+ y baja en Mg_{2+} (removido por absorción dentro de minerales arcillosos o por formación de dolomita).

Tomado de Flugel, 1982 p.64

FIGURA 23

resultantes son rellenados con sedimento de grano fino y cementante. Las envolturas micríticas son producidas por esta vía, debido a la intensa actividad endolítica, dando como resultado, granos completamente micritizados (Tucker, 1990). Este proceso se presenta en todas las secciones estudiadas, siendo diagenéticamente temprano, como se observa en las tablas I a V de eventos diagenéticos.

BIOTURBACION (Lámina IX B).- Consiste en alteraciones efectuadas por organismos que viven en la superficie o dentro del sedimento aún sin consolidar; tales como, moluscos, crustáceos, anélidos y rizoides de plantas (*Thalasia sp.*), que producen diferentes estructuras, las cuales contribuyen a una alteración en la distribución del tamaño del grano original del sedimento (Flügel, 1982), modificando también la porosidad primaria en los sedimentos antes de la litificación (Reeckman y Friedman, 1982). Tales estructuras pueden ser, huellas de restos de organismos, marcas de deslizamiento, horadaciones, estructuras de depredación y galerías, que presentan formas moteadas con diferentes colores y tamaño de grano. En el área se presenta como un proceso diagenético temprano, asociado a sedimentos pertenecientes a un ambiente de depósito de plataforma media (facies 7 de Wilson).

DISOLUCION (Lámina IX C).- Es un proceso que caracteriza a los ambientes meteóricos cercanos a la superficie, donde los sedimentos carbonatados y sus cementantes, pueden sufrir disolución ya sea, a pequeña o gran escala, cuando los fluidos de poro son saturados, con respecto a la mineralogía del carbonato.

Los granos individuales pueden ser disueltos, especialmente si son de mineralogía inestable, similar a la aragonita, ya que ésta es menos estable que la calcita. La solubilidad de la calcita aumenta cuando se incrementa el contenido de Mg^{2+} (Tucker, 1990). La calcita con 12.5 moles $Mg.CO_3$ es de similar solubilidad a la aragonita en agua destilada (Walker, 1984). En los medios marinos el agua está bajo saturada de aragonita debajo de profundidades de varios cientos de metros, como sucede en el Pacífico Ecuatorial, donde la disolución de aragonita también puede tener lugar. En calizas, vesículas, grutas, cavernas y

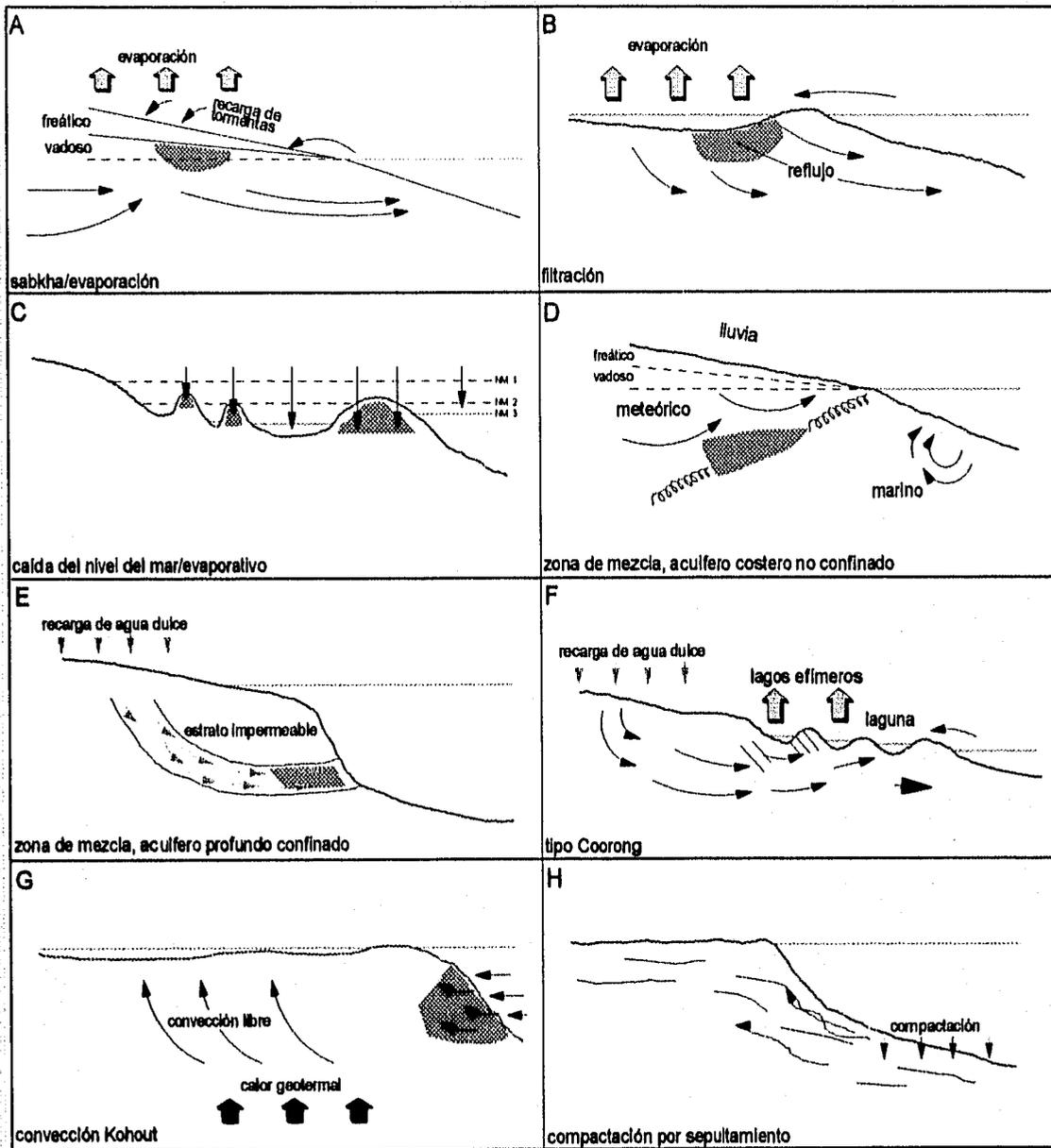
sistema de cuevas, la disolución también se puede desarrollar a través de la karstificación, esto puede ocurrir poco después del depósito, o posterior a levantamientos.

En el área de estudio, este proceso es diagenéticamente temprano y es muy importante, ya que origina porosidad por disolución, que resulta del agrandamiento o ensanchamiento de la porosidad primaria intergranular o, la creación de porosidad móldica por la disolución de algunas partículas carbonatadas tales como bioclastos u oolitas. Este agrandamiento puede ser causado por aguas meteóricas, como ya se dijo, pero la presencia de barreras de permeabilidad entre las unidades reservorio, puede impedir la libre percolación de aguas meteóricas.

Mazullo y Harris (1992), han sugerido que salmueras cargadas con ácidos orgánicos pueden causar agrandamiento de poros.

DOLOMITIZACION (Lámina X B).- El mineral dolomita $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, tiene una complicada estructura cristalina, como roca comúnmente, es porosa. Las dos principales consideraciones para la formación de la dolomita son, la fuente de iones de Mg^{2+} y los procesos mediante los cuales los fluidos dolomitizantes son bombeados o impulsados a través de los sedimentos carbonatados. Actualmente se cuenta con cinco amplias categorías para modelos de dolomitización: por evaporación, por reflujo-filtración, por zona de mezcla, por sepultamiento y por aguas marinas (Figura 24), los primeros modelos corresponden a la década de 1960, cuando se explicaba el origen de supramarea de muchas dolomitas antiguas, como resultado de la evaporación, producto de reflujo y evaporación en zonas de sabkha. En la década de los años setentas, las dolomitas con asociación no evaporítica, fueron comúnmente interpretadas como un modelo resultante de zona de mezcla de agua marina y meteórica, donde la acción del agua marina fue la opinión a vencer de los obstáculos cinéticos para la precipitación de la dolomita.

La teoría de la dolomitización por sepultamiento de carbonatos de margen de plataforma, se asocia a fluidos ricos en Mg^{2+} desplazados



Tucker (1990)

Modelos de dolomitización, ilustrando la variedad de mecanismos de movimiento de fluidos dolomitizantes a través de los sedimentos

FIGURA 24

desde la cuenca. Se ha reportado que las dolomitas se forman normalmente, o solo con ligeras modificaciones, en aguas marinas que son desde ambientes de supramarea a arrecifes, o hasta pelágicos-hemipelágicos, alejados del contacto sedimento-agua. Esto constituye la base para el modelo de dolomitización originado por agua marina que incluye el modelo de convección Kohout (Tucker, 1990).

La dolomitización, es un proceso común que se observó en las secciones estratigráficas medidas en Río Apulco, Jonotla y en mayor proporción en Tlacolula. Se presenta como dolomitización temprana predeposicional en partículas redepositadas, así como dolomitización diagenéticamente tardía, después de que el sedimento ha sido consolidado. En Jonotla y Tlacolula, se presenta como dolomía "sensu stricto", así como dolomitización selectiva, generalmente después de la presión-solución y/o fracturamiento, mostrando las tres texturas dolomíticas comunes; es decir, tanto rombos euhedrales de mosaico idiotópico, como cristales anhedrales de mosaico xenotópico, así como cristales subhedrales a anhedrales de mosaico hypidiotópico. Para el área de estudio, es probable que el modelo de dolomitización corresponda a una zona de mezcla de acuífero costero no confinado y a compactación por sepultamiento (Figura 24 D y H), debido a que este proceso se efectúa principalmente en las diferentes facies de la Formación "San Andrés" en condiciones de subsuelo, es decir, en condiciones de sepultamiento profundo y somero. El modelo de sabkha por evaporación se descarta, debido a que no se tiene la presencia de evaporitas (yeso y anhidrita).

CEMENTACION La precipitación de cementos en sedimentos carbonatados, es el principal proceso diagenético de oclusión de porosidad primaria y se lleva a cabo cuando los fluidos de poro son supersaturados con respecto a la fase de cementación, y no existen factores cinemáticos que inhiban la precipitación. Estudios petrográficos y geoquímicos de los diferentes tipos de cementos carbonatados, han permitido hacer deducciones acerca de las condiciones ambientales de cementación. Las influencias geoquímicas y orgánicas son importantes en algunos casos, ya que la aragonita, la

calcita con alto contenido de magnesio, la calcita con bajo contenido de magnesio y la dolomita, son los cementantes carbonatados más comunes en las calizas y comprenden un amplio rango de morfologías. Los cementantes menos comunes son la ankerita, siderita, kaolinita, cuarzo, anhidrita, yeso y halita.

La identificación de algunos cementos es relativamente fácil, ya que ellos son precipitados dentro de cavidades de muchos tipos, donde los cristales de cemento muestran fábricas particulares indicativas del relleno de los huecos. Algunos cementos carbonatados son menos fáciles de identificar, en calizas micríticas por ejemplo, para demostrar la litificación temprana, si están presentes intraclastos y superficies de suelo duro, el cementante en sí mismo, normalmente es difícil de identificar en las partículas sedimentarias. Un tipo similar de cemento puede ser precipitado en ambientes diagenéticos diferentes: ecuanite, drúsico y calcita espática, los cuales corresponden a los principales cementos de relleno de poro en las rocas calcáreas que pueden ser precipitados en ambientes meteóricos cercanos a la superficie o, en ambiente de sepultamiento profundo. En el caso de la calcita espática, se debe poner mucha atención a la textura y geometría (elementos traza e isótopos), ya que son parámetros necesarios para deducir el ambiente de precipitación.

La cementación de las rocas calcáreas, requiere una enorme cantidad de CaCO_3 , así como un eficiente mecanismo de flujo de fluidos para su completa litificación. La fuente de CaCO_3 varía con los diferentes ambientes diagenéticos. En los medios marinos, esta fuente es el agua de mar, en tanto que en los ambientes meteóricos y de sepultamiento, es principalmente la disolución de los sedimentos.

En el presente estudio, se identificaron dos eventos de cementación: un evento temprano (cemento A), que en forma general es característico de las facies 6 y 5 de Wilson y otro tardío (cemento B). Dentro de la cementación temprana se presentan dos tipos de cemento:

1.- **Cemento fibroso o de palizada (A):** el desarrollo de este tipo de cemento se efectúa en un ambiente freático marino somero (típico de ambientes de alta energía), donde la acción de mareas, olas y corrientes, es capaz de mover el agua dentro del sedimento (Vera y Torres, 1987), siendo éste un factor importante para la precipitación de cementos, debido a que se provoca una desgasificación de CO_2 con la consecuente precipitación de cementos. Este tipo de cemento se presenta en forma de cristales fibrosos, que crecen perpendicularmente de la pared del grano hacia el espacio poroso. Por lo general, su composición química es de calcita de alto magnesio y aragonita; el criterio petrográfico para diferenciarlos, radica en la morfología de los cristales.

Este tipo de cemento se presenta prácticamente en las cinco secciones estratigráficas, y principalmente en la facies 6 de Wilson.

Cemento de meniscos (A): se desarrolla en la zona vadosa de agua dulce, donde la morfología del cemento tiende a reflejar la distribución de agua en los poros. Si el agua de poro es distribuida entre los granos en forma de menisco, el cemento asumirá una textura similar. Si el agua está presente como gotas en la parte inferior de los granos, se transformará en un cemento colgante. Los cementos vadosos se presentan en forma de cristales muy finos ecuanes. La diferencia entre cementos de agua dulce vadosa con los cementos de agua marina vadosa, consiste en que estos últimos son formados en playas marinas y están constituidos por aragonita y calcita magnesiana fibrosas. Ambos cementantes pueden presentar texturas de menisco o colgante.

Este tipo de cementante también es común en todas las secciones estratigráficas estudiadas y es diagenéticamente temprano. (Tablas I a V de eventos diagenéticos).

2.- **Cemento en bloques (B):** este tipo de cemento se desarrolla en los espacios porosos, donde el mosaico formado por cristales de calcita queda limitado hacia los extremos por cementante en palizada, menisco o colgante. Su desarrollo se efectúa en un ambiente freático marino y rellena los huecos existentes, constituyendo cristales de calcita en forma

de bloques o mosaico. En el área de estudio, este cemento en bloques corresponde a un evento diagenético tardío y se encuentra principalmente en las facies 5 y 6 de Wilson.

PERFORACIONES Este proceso se presenta como pequeñas oquedades, que generalmente se manifiestan en fragmentos de equinodermos, moluscos y corales. Ocasionalmente, estas perforaciones están rellenas de micrita. Su origen es debido al ataque de algas endolíticas (verde-azules y raramente rojas) y hongos a las partículas carbonatadas, así como a las conchas de organismos. La actividad de esponjas, capaces de perforar conchas de ostras y arrecifes, aunada a la de organismos del tipo de los gasterópodos, que perforan las conchas de otros moluscos, debilitan el material que ha sido perforado y que posteriormente, por la acción mecánica del oleaje, se desintegra en partículas del tamaño del lodo.

En el área de estudio, este proceso se manifiesta principalmente en los corales de la base de la sección estratigráfica medida en Jonotla, Pue. (Tabla III de eventos diagenéticos).

PRESION SOLUCION (Lámina X A).- Para que este proceso se efectúe, son necesarios fenómenos físico-químicos y estructurales, que se llevan a cabo bajo la acción de una presión dirigida en la roca, tales como: disolución diferencial, precipitación diferencial y formación de estilolitas.

Los efectos físicos-químicos tienen lugar en las rocas carbonatadas previamente litificadas, generando estilolitas y juntas de disolución. Por lo general, se necesitan varios cientos de metros o más de sobrecarga, para producir dichas estructuras compactacionales. De igual forma, los esfuerzos tectónicos también producen efectos semejantes de presión-solución, así como fracturas extensionales y compresionales (Tucker, 1990). El proceso de presión-solución, está presente en las cinco secciones estratigráficas estudiadas, (Tablas I a V de eventos diagenéticos), representado por tres eventos, donde el primero corresponde a la presión-solución litostática, en tanto que el segundo y

tercero son debidos a esfuerzos tectónicos y generalmente presentan hidrocarburos en las estilolitas, las cuales casi siempre van ligadas al desarrollo de un evento de dolomitización. Este proceso constituye una importante vía de migración de los hidrocarburos.

FRACTURAMIENTO Consiste en el rompimiento de una masa rocosa, ocasionado por esfuerzos; casi siempre las cavidades originadas son rellenadas por los cementantes, siendo común su asociación a eventos de presión-solución. En este estudio, se determinaron hasta tres eventos de fracturamiento, generalmente rellenos de calcita, dolomita, materia orgánica o hidrocarburos, por lo que también constituyen vías o zonas de migración y almacenamiento de hidrocarburos.

RECRISTALIZACION (Lámina IX D).- Es un proceso que se observa como un crecimiento de los cristales cuando la roca sufre cambios en presión y temperatura. Folk (1981), menciona este término para abarcar procesos de reemplazamiento y recristalización, cuando ha habido cambios en la mineralogía. La recristalización en sentido estricto, se refiere a cambios en el tamaño de los cristales, sin implicar algún cambio en la mineralogía.

Este proceso se observa en las cinco secciones estratigráficas estudiadas y constituye una diagénesis tardía que representa el inicio de la etapa telogenética. (Tablas I a V de eventos diagenéticos). Esta recristalización produce calcificación o dedolomitización, (Lámina X C), donde los cristales de dolomita son reemplazados por calcita. Es decir, consiste en el reemplazamiento de iones de Mg por iones de Ca. Para que este proceso se realice, son necesarias soluciones con una relación alta de Ca/Mg, flujo rápido de éstos y temperaturas menores a los 50°C, lo que significa condiciones cercanas a la superficie. El proceso de calcificación implica disolución gradual del mineral original, así como, precipitación de calcita, ya que normalmente algunos relictos o vestigios de la constitución original, son conservados en la calcita como es el caso del reemplazamiento de la dolomita, que continúa conservando su sistema de cristalización en forma de rombos. La evidencia petrográfica para calcificación o dedolomitización de

dolomita, generalmente presenta dos principales fábricas: la primera consiste de cristales de calcita rombohedral, la cual es un reemplazamiento pseudomórfico (la calcita raramente ocurre en formas rombohedrales); la segunda es un mosaico equicristalino de pequeños cristales anhedrales de calcita, dentro de cristales precursores de dolomita rombohedral (Evamy, 1967).

En el área de estudio, este proceso existe, principalmente en la sección medida en Tlacolula, asociado a la recristalización, también diagenéticamente tardía (Tabla IV de eventos diagenéticos).

SILICIFICACION (Lámina X D).- Este proceso es favorecido por una baja en el PH y saturación de sílice en el agua intersticial, siendo común en las cinco secciones estratigráficas estudiadas y su origen se debe a hidrotermalismo. Se muestra como desarrollo de cristales euhedrales en la matriz de la roca o como una masa de calcedonia en fragmentos de moluscos. Constituye, junto con la oxidación, los dos procesos diagenéticos más tardíos, es decir, corresponden a la etapa telogenética.

OXIDACION Proceso que se efectúa por la exposición aérea o subaérea de las rocas, donde por lo general las aguas meteóricas son ricas en contenido de hierro. Se presenta como dos eventos, el primero diagenéticamente temprano (predeposicional), que afecta en forma selectiva a un período de dolomitización (Río Apulco), donde la dolomita probablemente fue afectada por una alteración de sulfuro de hierro, que al quedar expuesta la roca en condiciones oxidantes en la superficie, propiciaron la oxidación de la dolomita. El segundo evento de oxidación aparece en toda la secuencia de las cinco secciones estratigráficas estudiadas y es el último evento diagenético (Tablas I a V de eventos diagenéticos).

V.D.) - PARAGENESIS GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

De una manera general, a continuación se describe la paragénesis observada en el área de estudio (Tabla VI). La primera etapa

(deposicional) está caracterizada por los procesos de micritización, bioturbación y perforaciones, ocasionados por la acción de algas endolíticas y bacterias; siendo los dos primeros los más comunes en todas las secciones, en tanto que el último solo se observó en la sección Jonotla.

La etapa eogenética, se caracteriza por presentar los procesos de disolución y cementación en palizada o fibroso, así como en meniscos (cemento tipo A), común en todas las secciones, a excepción de la disolución en Jonotla.

La etapa mesogenética o sepultamiento profundo, está representada por los procesos de cementación en bloques (cemento tipo B), fracturamiento, presión-solución, dolomitización y migración de los hidrocarburos. Siendo comunes en todas las secciones estratigráficas estudiadas.

La etapa telogenética o sepultamiento somero, está representada por los procesos de dolomitización (cristales euhedrales), recristalización, calcificación o dedolomitización, silicificación y oxidación. El primero y el tercer proceso sólo son comunes en la sección Tlacolula; la silicificación es común en todas las secciones, siendo más acentuada en Jonotla. Con respecto a la oxidación, debido a que las cinco secciones estratigráficas son de superficie, es el proceso diagenético más tardío y común. (Tablas I a V de eventos diagenéticos).

TABLA I
EVENTOS DIAGENETICOS
LOCALIDAD RIO APULCO

| Predeposicional | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|----|----|---|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|---|----|----|---|
| | M | Do | Oz | M | BI | DI | CA | CB | P61 | F1 | P62 | F2 | P63 | Do | Hca | R | SI | Oz | |
| III | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACIES 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 00 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 59 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 58 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 57 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 56 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 65 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 54 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 53 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 52 | x | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 51 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 49 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 48 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 47 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 46 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 42 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 40 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 39 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 38 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 36 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 34 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 33 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 32 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 31 | | | | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 29 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 28 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 27 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 26 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 25 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 24 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 23 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 22 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 21 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 20 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 19 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 18 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 17 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 16 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 15 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 14 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 12 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 11 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 10 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 9 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 8 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 7 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| FACIES 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 5 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 4 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 3 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 2 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |
| 1 | | x | x | | | | | | x | x | x | x | | | x | x | | | x |

TABLA II
 EVENTOS DIAGENETICOS
 LOCALIDAD CUETZALAN-XOCHICAL

| Predeposicional | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|---|----|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|---|----|----|--|
| M | De | Oz | M | SI | DI | CA | CB | F1 | P81 | F2 | P82 | Do | Heo | R | SI | Ox | |
| FACHES 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 94 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 93 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 92 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 91 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 89 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 88 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 86 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 84 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 83 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 76 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 74 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 73 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 72 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 68 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 64 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 62 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TABLA III
 EVENTOS DIAGENETICOS
 LOCALIDAD JOMOTLA

| M | PERF | CA | CB | P81 | F1 | P82 | F2 | P83 | Do | Heo | R | SI | Ox |
|----------|------|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|---|----|----|
| FACHES 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | |
| 119 | | | | | | | | | | | | | |
| 114 | | | | | | | | | | | | | |
| 113 | | | | | | | | | | | | | |
| 112 | | | | | | | | | | | | | |
| 111 | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | | | | | | |
| 108 | | | | | | | | | | | | | |
| 107 | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 106 | | | | | | | | | | | | | |
| 105 | | | | | | | | | | | | | |
| 104 | | | | | | | | | | | | | |
| FACHES 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 103 | | | | | | | | | | | | | |
| 102 | | | | | | | | | | | | | |
| 101 | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | | | | | | | | | | | | | |
| 99 | | | | | | | | | | | | | |
| 98 | | | | | | | | | | | | | |
| 97 | | | | | | | | | | | | | |

TABLA IV
EVENTOS DIAGENETICOS
LOCALIDAD TLACOLULA

| RH | Predeposicional | | | M | DI | BI | CA | CB | PB1 | F1 | PB2 | F2 | PB3 | Do | Hes | Do | R | DD | BI | Ox | |
|----------|-----------------|---|----|---|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|---|----|----|----|--|
| | M | D | Ox | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACIES 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 152 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 153 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 159 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 157 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| FACIES 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 158 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 155 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 154 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| FACIES 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 153 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 152 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 161 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| FACIES 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 150 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 149 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 148 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 147 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 146 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 145 | x | | | | | | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| FACIES 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 142 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 142 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 141 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 140 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 138 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 139 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 137 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 136 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 136 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| FACIES 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 134 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 132 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 132 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 131 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 130 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 128 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 128 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |
| 128 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | | x | x | |

TABLA V
EVENTOS DIAGENETICOS
LOCALIDAD HUEYTAMALCO

| RH | Predeposicional | | | M | BI | DI | CA | CB | PB1 | F1 | PB2 | F2 | PB3 | Do | Hes | R | BI | Ox |
|------------|-----------------|---|----|---|----|----|----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|---|----|----|
| | M | D | Ox | | | | | | | | | | | | | | | |
| FACIES 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 181 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 180 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 189 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 184 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 183 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 185 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 1.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 185 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 184 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 183 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 182 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 181 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 180 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 178 | x | | | | | | | | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 178 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 178 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 174 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 173 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 172 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 171 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 170 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 169 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 169 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 167 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 165 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 165 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 164 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 163 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| 162 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |
| FACIES 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 161 | | | | | | x | x | x | x | x | x | | | x | | | x | x |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------------|---------------|------------|--------------------------|------------------|----------------|---------------------|------------------------|---------------|----------------|-------------------|------------------|----------------|-----------|
| ETAPA DIAGENETICA | DEPOSICIONAL | POSTDEPOSICIONAL | | | | | | | | | | | | | |
| | | EOGENETICA | | | MESOGENETICA | | | | TELOGENETICA | | | | | | |
| AMBIENTE DIAGENETICO | MARINA | METEORICO VADOSO | | | SEPULTAMENTO PROFUNDO | | | | SEPULTAMENTO SOMERO | | | | | | |
| PROCESOS | MICRITIZACION | BIOTURBACION | PERFORACIONES | DISOLUCION | CEMENTACION A | CEMENTACION B | FRACTURAMIENTO | PRESION SOLUCION | DOLOMITIZACION | HIDROCARBUROS | DOLOMITIZACION | RECRISTALLIZACION | DEDOLOMITIZACION | SILICIFICACION | OXIDACION |

SECCIONES

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| RIO APULCO | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUETZALAN | | | | | | | | | | | | | | | |
| JONOTLA | | | | | | | | | | | | | | | |
| TLACOLULA | | | | | | | | | | | | | | | |
| HUEYTAMALCO | | | | | | | | | | | | | | | |

PARAGENESIS GENERAL

TABLA VI

VI) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- En el presente estudio, considerando la interpretación ambiental, se denomina Formación "San Andrés" a toda la secuencia carbonatada, que incluye a las facies 7, 6, 5, 4, 3 y 2 de Wilson.
- 2.- El rango cronoestratigráfico de la Formación "San Andrés", corresponde al Oxfordiano tardío-Tithoniano medio, basado en las determinaciones efectuadas en algas (*Petráscula sp.*, *Pycnoporidium cf. lobatum*, *Cauyexia kurdistanensis*, *Lithocodium sp.* y *Acicularia elongata*), así como, en el calcisferúlido *Gildaella amabilis* y el estomiosférido *Colomiosphaera semiradiata*.
- 3.- En las localidades de Cuetzalan, Río Apulco, Tlacolula y Hueytamalco, se determinó el desarrollo de una plataforma abierta profunda, correspondiente a la facies 2 de Wilson.
- 4.- Únicamente, en la sección estratigráfica Jonotla, se presenta un crecimiento orgánico de corales en la base de la Formación "San Andrés".
- 5.- En los depósitos de talud de Río Apulco y Cuetzalan, únicamente se tienen flujos turbidíticos; mientras que, en las localidades de Tlacolula y Hueytamalco, se presentan desarrollos de flujo de escombros correspondientes a un talud proximal, además de flujos turbidíticos en la base del talud.
- 6.- En los bancos de arenas carbonatadas pertenecientes a la facies 6 de Wilson, se presentan intervalos con porosidad primaria intergranular, incrementada con la disolución, e intercrystalina por dolomitización asociada a estilolitas, como sucede en Río Apulco.
- 7.- El modelo sedimentario propuesto para el Kimmeridgiano consiste de una rampa homoclinal al occidente y con pronunciamiento distal al oriente, con "ahogamiento" para el Tithoniano.

- 8.- En la localidad de Tlacolula, los hidrocarburos están asociados al primer evento de dolomitización (porosidad intercrystalina). El segundo evento de cristales euhedrales, no presenta impregnación de hidrocarburos debido a que la migración de estos es anterior.
- 9.- Se identificaron 18 eventos diagenéticos: micritización, perforaciones, bioturbación, disolución, cemento A, cemento B, presión-solución 1 (litostática), fracturamiento 1, presión-solución 2 (tectónica), fracturamiento 2, presión-solución 3 (tectónica) dolomitización 1, hidrocarburos, dolomitización 2, recristalización, calcificación o dedolomitización, silicificación y oxidación.
- 10.- Es conveniente utilizar el nombre de Formación "San Andrés" para toda la secuencia carbonatada de plataforma correspondiente al Kimmeridgiano, por la facilidad que implica, ya que, las diferentes facies que la constituyen se encuentran intercaladas.
- 11.- El modelo sedimentológico, aquí definido, tiene aplicación en otras zonas de exploración.
- 12.- Al norte de la región estudiada, la definición del comportamiento de la secuencia carbonatada del Kimmeridgiano en subsuelo, necesita el apoyo de trabajos de sismología de montaña.
- 13.- Los resultados del muestreo geoquímico existente, requieren análisis de biomarcadores en extractos de rocas, sobre todo para la Formación Tamán, identificada plenamente como generadora. Esto con la finalidad de efectuar correlaciones entre la relación roca aceite de la región de estudio, con aquella de la Cuenca Tampico-Misantla.

REFERENCIAS CITADAS

Aguayo, C. J., 1977. Sedimentación y diagénesis de la Formación "Chipoco" (Jurásico Superior) en afloramientos, Estados de Hidalgo y San Luis Potosí; Rev. Inst. Mex. Petrol., V.IX, No.2, p.11-37.

Ahr, W., 1973. The carbonate ramp, an alternative to the shelf model; Transactions Gulf Coast Association Geological Societies, V.23, p. 221-225.

Amos Salvador, 1991. The Gulf of Mexico Basin; The Geology of North America, Volume J, 551 p.

Bartolo S. C., 1992. Informe geológico final "San Miguel" IGRP 003, Pemex (Informe Inédito).

Bathurst, G. C., 1975. Carbonate Sediments and their Diagenesis; Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 658 p.

Bronniman, P., 1955. Microfossils incertae saedis from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba; Micropaleontology, Vol. 1, No.1, p.28-51.

Burchette, T. P. y Briton, S.R., 1985. Carbonate facies, analysis in the exploration for hydrocarbons: a case study from the cretaceous of the middle east, in P.J. Brenchley, and B.P.J. Williams, eds. Sedimentology: Recent development and applied aspects; Black-well, Oxford, p.311-388.

Burchette, T. P. y Wright, V.P., 1992. Carbonate Ramp Depositional Systems; Sedimentary Geology 79, p. 3-57.

Burkhardt C., 1930. Etude Synthetique sur le Mesosoique Mexicain; Mem. Soc. Paleont. Suisse, V.8, p.389-488.

Cabrera, C. R., 1973. Las microfacies del Jurásico Superior; PEMEX (Informe Inédito).

Cabrera, C. R., 1976. Comentarios sedimentológicos de las albuferas del Kimmeridgiano temprano en el Distrito Poza Rica (formaciones "San Pedro-Cabellal"); PEMEX (Informe Inédito).

Campa, M. F., 1970. Clasificación de las rocas carbonatadas sedimentarias y su aplicación en un área de Poza Rica, Ver.; Rev. Inst. Mex. Petrol., V.11, No.1, p. 5-37.

Cantú, CH. A., 1967. El límite Jurásico-Cretácico en Mazatepec, Pue.; Monografía No.1 Inst. Mex. Petrol. p. 3-24.

_____ **1969.** Estratigrafía del Jurásico Medio Superior del subsuelo de Poza Rica, Ver. (Area de Soledad-Miquetla); Rev. Inst. Mex. Petrol., V. I., No.1, p. 3-9.

_____ **1971.** La serie Huasteca (Jurásico Medio-Superior) del Centro-Este de México; Rev. Inst. Mex. Petrol., V. III, No.2, p. 17-40.

Carrillo, M. P., 1960. Estudio Geológico de los Campos Petroleros de San Andrés, Hallazgo y Gran Morelos, Edo. de Veracruz; Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. XII No. 1; 73 p.

Carrillo, M. P., 1980. Distribución e importancia económica de los bancos oolíticos del Kimmeridgiano Inferior en el Distrito de Poza Rica, Ver.. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. XXXII No.2, 11 p.

Choquette, P. W. y Pray L. C., 1970. Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonates; The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin V. 54, No.2, p. 207-250.

Choquette, P. W. y James, N. P., 1990. Limestones: The burial diagenetic environment. In I. A. McIlreath and D.W. Morrow (eds.),

Diagenesis; Geological Society of Canada, Geoscience Canada, Reprint Series 4, p. 75-112.

Crevello, P. D., Wilson, J.L., Sarg, J. F. y Read, J. E. (eds.), 1989. Controls on Carbonate Platform and Basin Development; Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Special Publ. 44, 405 p.

Diagenesis of Carbonate Rocks: 1981. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, 291 p.

Dunham R. J., 1962. Classification of carbonate rocks, according to depositional texture; The American Association of Petroleum Geologist. Memoir 1, p. 108-112.

Embry, A. F. y Klovan, J.E., 1971. A. Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island, N.W.T; Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Vol. 19, No.4, p. 730-781.

Enos, P. T. Stephens., B. P. 1993. Mid-Cretaceous basin margin carbonates, east-central México; Sedimentology 40, p. 539-556.

Erben, H. K. 1956. El Jurásico Medio y el Calloviano de México; XX Cong. Geol. Intern. Méx., 140 p.

Evamy, B. D. 1967., Dedolomitization and the development of rhombohedral pores in limestones; Journal of Sedimentary Petrology, V. 37, p. 1204-1215.

Flügel, Erik 1982. Microfacies Analysis of Limestones; Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York, 633 p.

Folk, R. L., 1981. Some aspects of recrystallization in ancient Limestones; Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Number 10, p. 28-62.

García, R. A., Y Sandoval G. R., 1987. Estudio Estratigráfico-Sedimentológico del Jurásico-Cretácico en el Area de Teziutlán, Pue.; Proyecto C-3025, Inst. Mex. Petrol. (Informe Inédito).

González, G. R.; 1969. Estudio Estratigráfico del Jurásico Superior en el Distrito Poza Rica, Ver; PEMEX (Informe Inédito).

Harris, S. C., 1994. An example of mixing-zone dolomite, middle eocene Avon Park Formation, Floridan aquifer system; Journal of Sedimentary Research, V. A64, No. 3, p. 615-629.

Heim, A., 1926. "Notes on the Jurassic of Tamazunchale (Sierra Madre Oriental, México); Ecl. Geol. Helv., V. XX, p. 84-86.

Hermoso, T. C. y Martínez P. J., 1972. Medición detallada de las formaciones del Jurásico Superior en el frente de la Sierra Madre Oriental; Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol., V. XXIV, No. 1-3, p. 45-57.

Hernández de la F., R., 1990. Prospecto Tecuantepec; IGPR-285, PEMEX (Informe Inédito).

Hernández E. S., 1989. Franja calcárea jurásica, de alto potencial petrolífero, en la porción marina del Distrito Poza Rica, Estado de Veracruz; Revista de Ingeniería Petrolera, A.I.P.M.

Hitchings, V. H., 1990. *Acicularia elongata*: A Dasyclad algae from the Corallian of North Yorkshire, U.K.; Micropaleontology, V. 36, No.2, p. 157-163.

Horbury, A. D. y A Robinson A. G., 1993. Diagenesis and basin development; The american Association of Petroleum Geologists. Studies in geology, No.36, 274 p.

Imaizumi, Rikizo, 1965. Late Jurassic algae from Honsho and Shikoku, Japan; Sei. Rep. Tohoku, Univ. 2nd. Ser (Geol.) V. 37, No.1, p. 49-62.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Jenny, H., 1931. GR 394 Geological reconnaissance of the States of Veracruz and Puebla between the towns of Papantla and Teziutlán; Cía. Mex. de Petróleo "El Aguila", S.A.", p. 1-21.

Jonathan, K., 1994. Numerical models of fluid flow in carbonate platforms: Implications for dolomitization; Journal of Sedimentary Research, V. A64, No.I, p. 128-139.

Kopaska, D. C., 1994. Controls on Reservoir Development in a Shelf Carbonate: Upper Jurassic Smackover Formation of Alabama; The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, V. 78, No.6, p. 938-959.

López Rubio, J. y Menes López, S., 1967. Informe Final de la Geología del Area Río Laxaxalpa-Teziutlán-Misantla. Estados de Puebla y Veracruz. Hojas Atlas C-1, B-1, D-1, PEMEX (Informe Inédito).

Loucks, R. G., 1993. Carbonate sequence stratigraphy; The American Association of Petroleum Geologists. Memoir 57, 515 p.

Mazzullo, S. J. y Harris, P. M., 1992. Mesogenetic Dissolution: Its Role in Porosity Development in Carbonate Reservoirs; The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, V. 76, No.5, p. 607-620.

Menes, L. S., 1974. Estudio Sedimentológico del Jurásico Superior y Medio en la Plataforma de Entabladero; PEMEX (Informe Inédito).

Minero, C. J., 1991. Sedimentation and Diagenesis along open and islan-protected windward carbonate platform margins of the Cretaceus El Abra Formation, México; Sedimentary Geology 71, p. 261-288.

Nelson, R. A., 1983. Localization of Aggregate Stylolites by Rock Properties; The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin, V.67, No.2, p. 313-322 (11 figuras).

Nielsen, P., Swennen, R., y Keppens, E., 1994. Multiple-step recrystallization within massive ancient dolomite units: an example from the Dinantian of Belgium; *Sedimentology* 41, p. 567-584.

Ornelas, M., 1988. Estudio Estratigráfico del Jurásico Superior-Cretácico en el Prospecto Zacatlán; Proyecto C-5009, Inst. Mex. Petrol. (Informe Inédito).

Ornelas, M., Aguilera Franco, N., Franco, S., Granados, M., Bello, R., 1993. Biozonificación y Análisis de Facies del Jurásico Superior en pozos del Area Marina de Campeche; *Revista de la Sociedad Mexicana de Paleontología*, V. 6, No.1, p. 11-47.

Pessagno, E. A., Blome, C. D., y Longoria J. F., 1984. A Revised Radiolarian Zonation for the Upper Jurassic of Western North America; *Bulletin of American Paleontology*, V. 87, Number 320, p. 1-39, 5 plates.

Proyecto Tectónico Mazatepec-Jamaya, 1995. Frontera entre la planicie costera del Golfo y el sureste de la Sierra Madre Oriental. Elaborado conjuntamente por Pemex Exploración-Producción y el Instituto Mexicano del Petróleo, 77 p. (Informe Inédito).

Quing, S. S., 1994. A reappraisal of dolomite abundance and occurrence in the phanerozoic; *Journal of Sedimentary Research*, V. A64, No.2, p. 396-404.

Reeckman, A. y Friedman, G. M., 1982. Exploration for Carbonate petroleum reservoirs; Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 439 p.

Read, J. F., 1985. Carbonate Platform Models; *The American Association of Petroleum Geologist*, V. 69, No.1, p. 1-21.

Reading, H. G. y Orton, G. J., 1991. Sediment Calibre: a Control on Facies Models with Special Reference to Deep Sea Depositional

Systems, Controversies in Modern Geology; Edited by: D.W. Muller, J.A. Mckenzie, H. Weissert.

Reading, H. G. Y Richards, M., 1994. Turbidite Systems in Deep-Water Basin Margins Classified by Grain Size and Feeder System; The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, V. 78, No.5, p. 792-822.

Schlager, W., 1992. Sedimentology and Sequence Stratigraphy of Reefs and Carbonate Platforms. A. Short Course, 71 p.; The American Association of Petroleum Geologist Tulsa, Oklahoma, U.S.A.

Stabler L. Colin, 1970. The Upper Jurassic of the Tamaulipas-Constituciones Field Area Part. 1 y 2 (Informe Inédito).

Stentoft, N., 1994. Early submarine cementation in fore-reef carbonate sediments, Barbados, West Indies; Sedimentology 41, p. 585-604.

Sun, S. Q., Fallick, A. E. y Willians, B. P. J., 1992. Influence of original fabric on subsequent porosity evolution: an example from the corallian (Upper Jurassic) reef limestones, the weald Basin, Southern England; Sedimentary Geology, V. 79, p. 139-160.

Sun, S. Q., 1994. Aeappraisal of dolomite abundance and occurrence in the phanerozoic; Journal of Sedimentary Research, V. A64, No.2, p. 396-404.

Traverse, Alfred y R. Ash Sidney, 1994. Well-preserved fungal spores from jurassic rocks of hells canyon on the Idaho-Oregon border; J. Paleont. 68 (3), p. 664-668. The Paleontological Society.

Trejo, H. M., 1986. Paleobiología y taxonomía de algunos fósiles mesozoicos de México; Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XLIV, No.2, 82 p.

Trejo, M., 1967. La esponja fósil *Rhaxella sorbyana* (Blake) y su significación estratigráfica; Rev. Inst. Mex. Petrol., Vol. XIX, Nos. 1- 6, p. 33-38, (7 láminas).

Tucker, M. E. y J. L. Wilson, 1990. Carbonates Platforms Facies, Secuence and Evolution; Special Publication No.9 of the Internacional Association of Sedimentologist, 352 p.

Vera O. M. y Torres R. V., 1987. Diagenesis de Carbonatos. Editado por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM, 229 p.

Walker, R. G., 1984. Facies Models; Geological Association of Canada, p. 171-255.

Wilson, J. L., 1975. Carbonate Facies in Geologic History; Springer-Verlag, New York, 471 p.

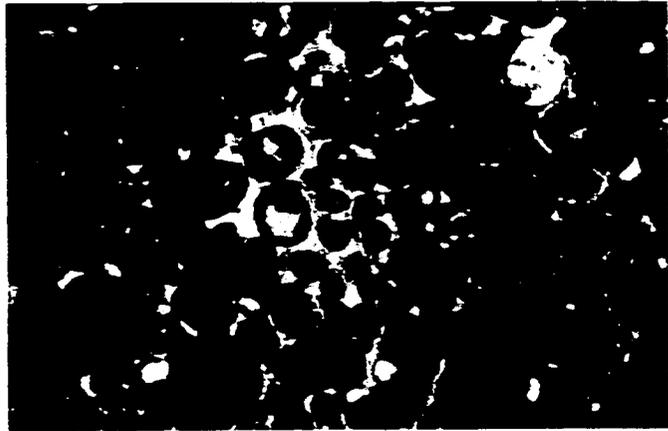
ANEXO

DE

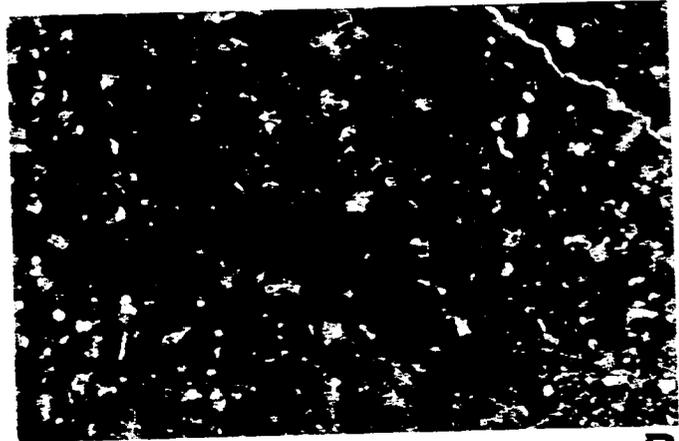
FOTOMICROGRAFIAS

LAMINA I

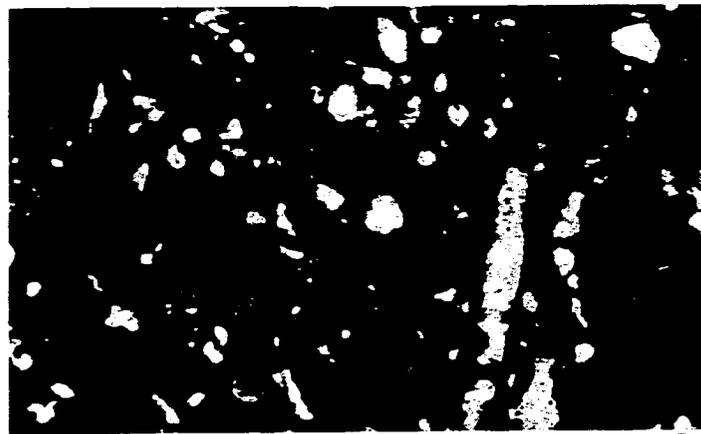
- A** Packstone de ooides micritizados con porosidad intercrystalina (facies 6), objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 6).
- B** Packstone de pellets con fragmentos de algas (facies 7), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 8).
- C** Wackestone de bioclastos donde se observan fragmentos de moluscos, de algas y de espinas de equinodermos (facies 7), objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 10).
- D** Packstone de peloides y pellets con foraminíferos bentónicos de pared hialina del género *Lenticulina sp* (facies 6), objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 15).



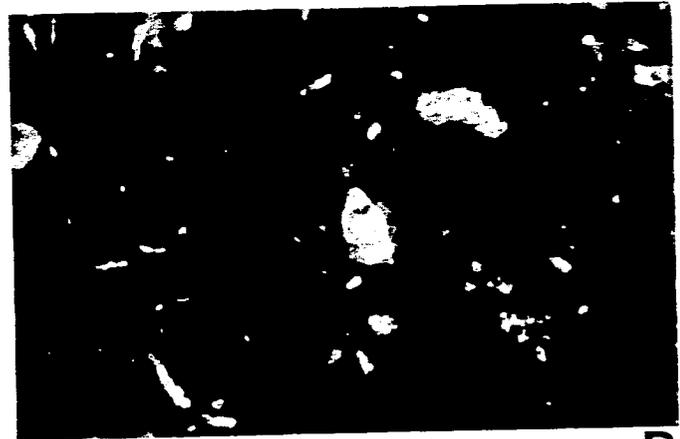
A



B



C



D

L A M I N A I

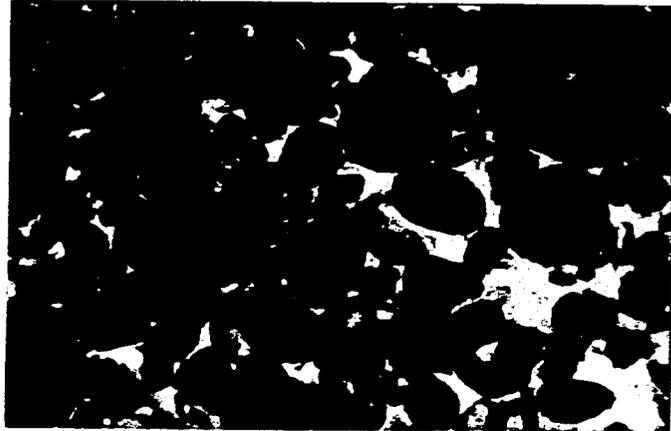
LAMINA II

- A** Grainstone de ooides y peloides micritizados, algunos con espinas de equinodermos en el núcleo, muestra porosidad intercrystalina incrementada por la disolución (facies 6), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 17).

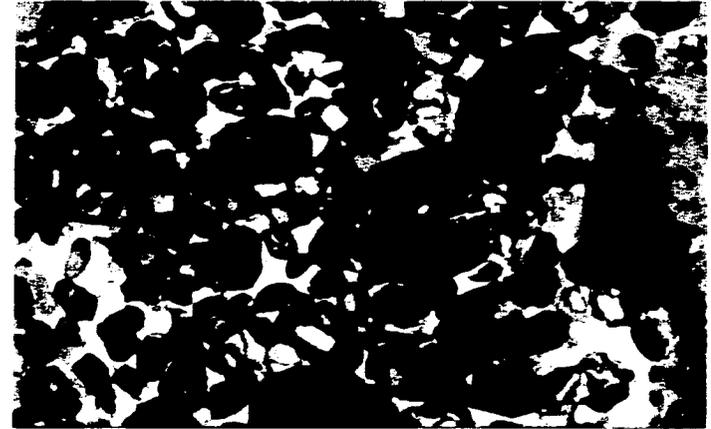
- B** Grainstone de ooides y peloides micritizados, fragmentados debido a la alta energía (facies 6), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 18).

- C** Intraclastos (agregado) constituidos por dos ooides (facies 6), objetivo 10X, nícoles paralelos, el largo de la fotomicrografía representa 2.5 mm. Localidad Río Apulco (RH 18).

- D** Packstone de peloides e intraclastos (agregados) con porosidad intercrystalina incrementada por la disolución (facies 6), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 18).



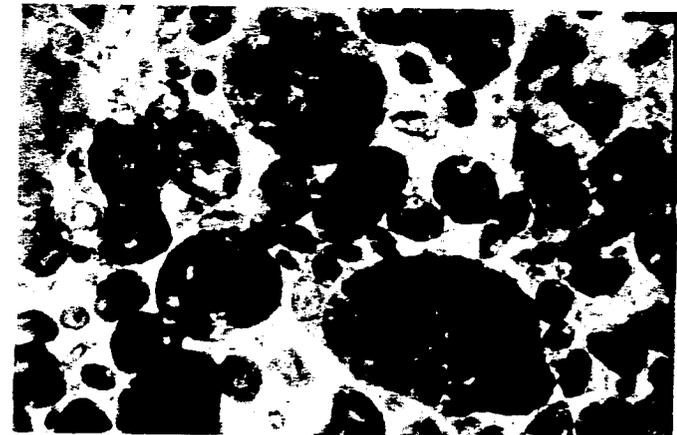
A



B



C

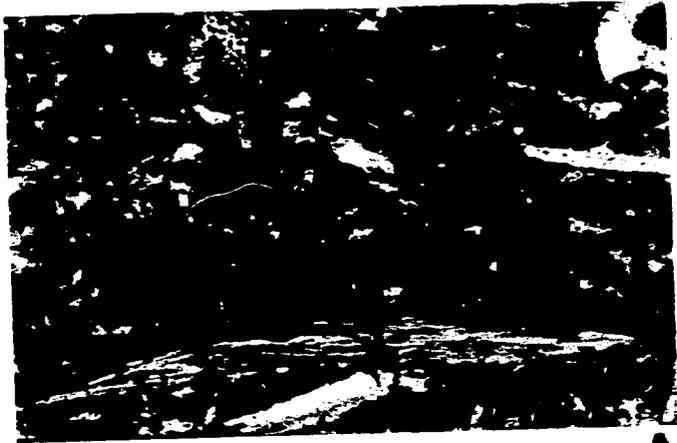


D

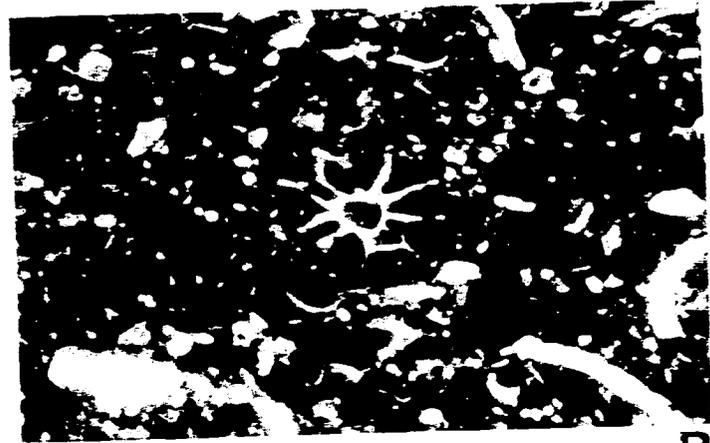
L A M I N A II

LAMINA III

- A** Rudstone de moluscos (facies 5 postarrecifal), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 34).
- B** Floatstone de fragmentos de moluscos y corales (facies 5 postarrecifal), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 38).
- C y D** Floatstone de fragmentos de corales que están casi en contacto debido al proceso de presión-solución (facies 5 postarrecifal), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 40).



A



B



C

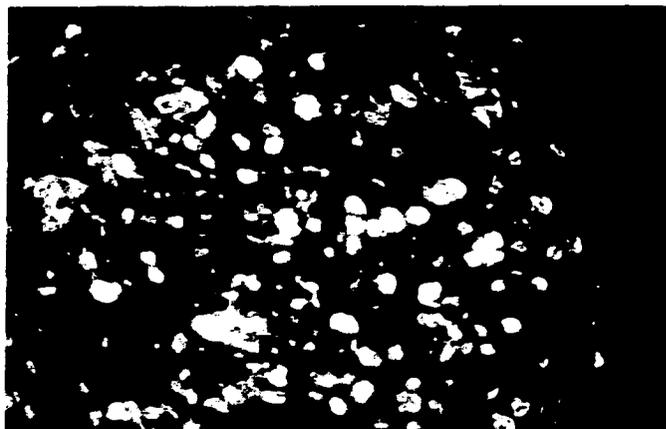


D

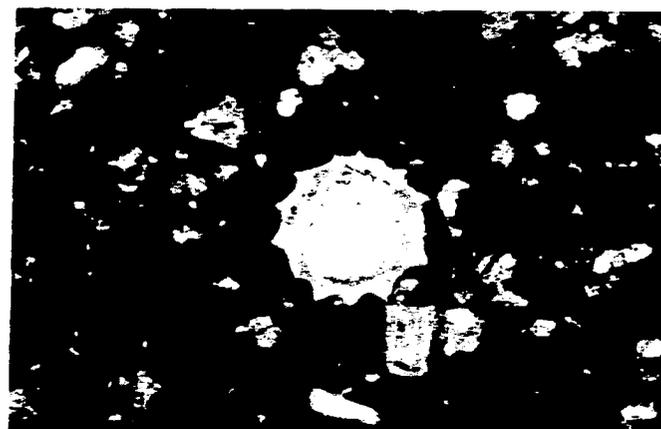
L A M I N A III

LAMINA IV

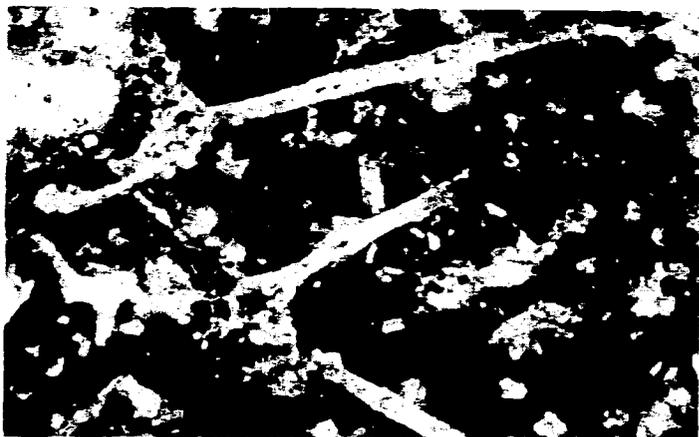
- A** Packstone de bioclastos donde se observan abundantes espículas de esponja (*Rhaxella sorbyana*), correspondientes a una plataforma abierta profunda (facies 2), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 45).
- B** Calcisferúlido del género *Gildaella amabilis* que caracteriza a la plataforma abierta profunda (facies 2), objetivo 40X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 0.01 mm. Localidad Río Apulco (RH 47).
- C** Packstone de *Saccocoma arachnoidea* con foraminífero bentónico transportado, cuyo depósito se debe a flujos turbidíticos (facies 3), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 54).
- D** Packstone de radiolarios de ambiente de cuenca (facies 1), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Río Apulco (RH 57).



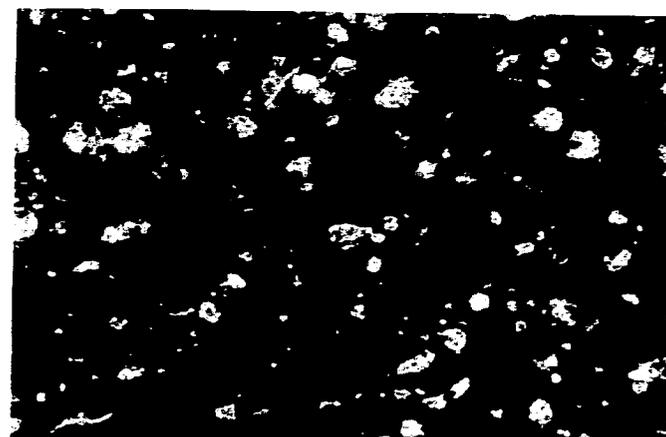
A



B



C



D

L A M I N A IV

LAMINA V

- A** Packstone de peloides micritizados (facies 6), objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Cuetzalan-Xochical (RH 62).
- B** Calcisferúlidos que caracterizan a la plataforma abierta profunda (facies 2), objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Cuetzalan-Xochical (RH 72).
- C** Aspecto del afloramiento de depósitos por flujos turbidíticos (apron carbonatado, facies 3); en la parte arcillosa (al centro) se observan los flujos. Localidad Cuetzalan-Xochical.
- D** Detalle de los flujos turbidíticos constituidos por wackestone de fragmentos de *Saccocoma arachnoidea* y gasterópodos transportados de la plataforma, objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Cuetzalan-Xochical (RH 79).



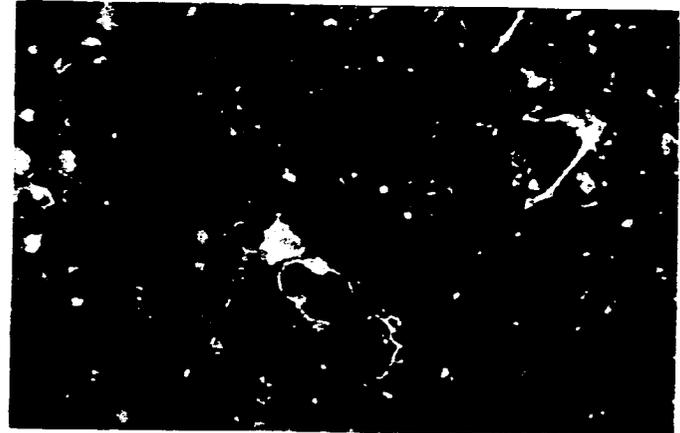
A



B



C

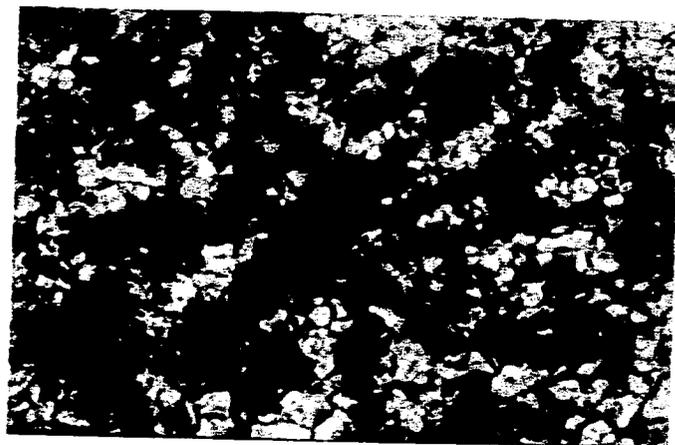


D

L A M I N A V

LAMINA VI

- A y B** Dolomitización en corales de mosaico xenotópico (facies 5), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Jonotla (RH 97 y 98).
- C** Rombos de dolomita de mosaico idiotópico (facies 7 con porosidad intercrystalina, objetivo 4X, Nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Tlacolula (RH 136).
- D** Grainstone de ooides micritizados con algas fragmentadas del género *Lithophyllum* sp. (facies 6), donde se observa porosidad intergranular incrementada por disolución, objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Tlacolula (RH 143).



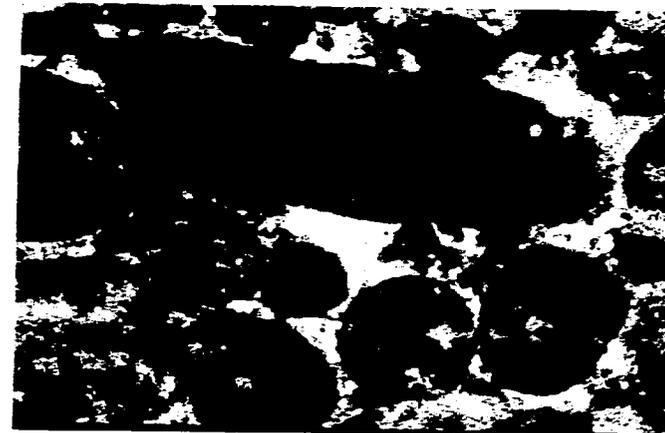
A



B



C



D

L A M I N A VI

LAMINA VII

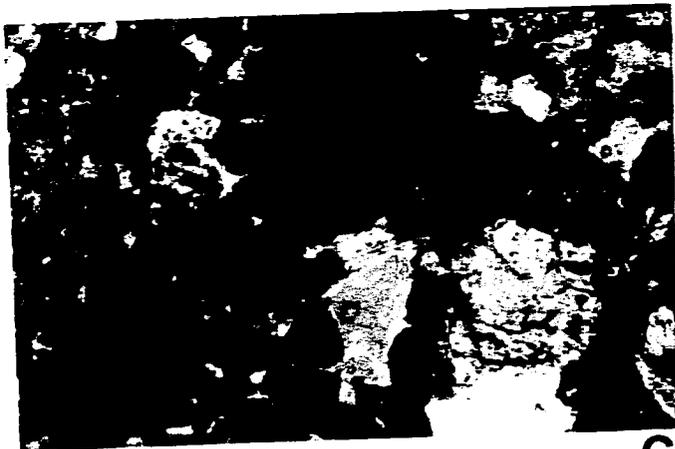
- A** Grainstone de bioclastos y peloides constituyendo un flujo de escombros correspondiente a un talud proximal (facies 4), objetivo 4X, nicoles cruzados. El largo de la fotomicrografia representa 1 mm. Localidad Tlacolula (RH 146).
- B y C** Grainstone de peloides, litoclastos e intraclastos de flujos de escombros depositados en el talud proximal (facies 4), objetivo 4X, nicoles cruzados. El largo de la fotomicrografia representa 1 mm. Localidad Tlacolula (RH 148 Y 149).
- D** Floatstone de fragmentos de moluscos, litoclastos y *Saccocoma arachnoidea* depositados mediante flujos de escombros (Facies 4), objetivo 4X, nicoles cruzados. El largo de la fotomicrografia representa 1 mm. Localidad Tlacolula (RH 154).



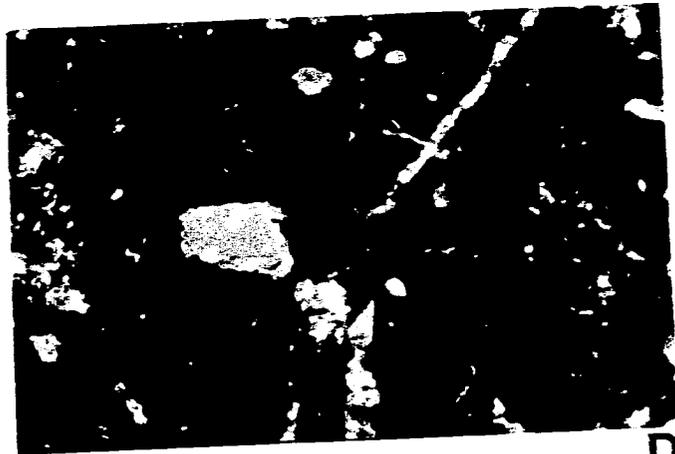
A



B



C



D

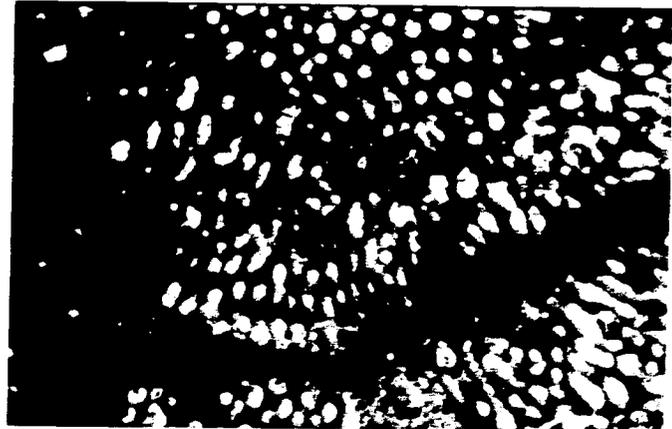
L A M I N A VII

LAMINA VIII

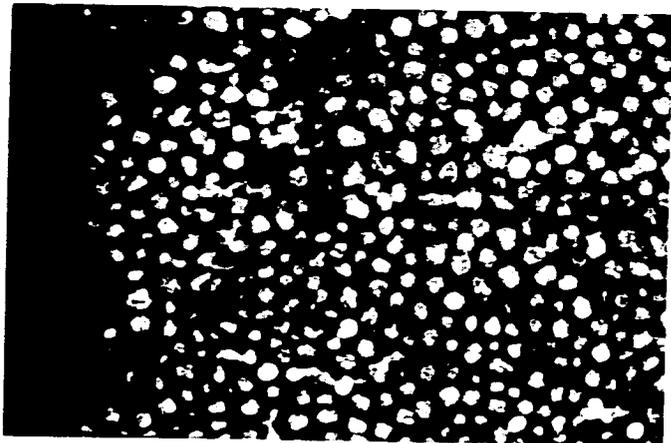
- A** Alga clasificada como *Petrascula* *sp.* del Oxfordiano tardío-Kimmeridgiano temprano (facies 5 postarrecifal), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Hueytamalco (RH 161).
- B** Alga clasificada como *Cauyexia* *kurdistanensis* del Oxfordiano tardío-Kimmeridgiano (facies 5 postarrecifal), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Hueytamalco (RH 169).
- C** Alga clasificada como *Picnoporidium* *cf.* *lobatum* del Oxfordiano tardío-Kimmeridgiano temprano (facies 5 postarrecifal), objetivo 4X, nícoles paralelos. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Hueytamalco (RH 169).
- D** Wackestone de fragmentos de saccocomas y gasterópodos micritizados derivados de la plataforma, depositado mediante flujos turbidíticos (facies 3), objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. Localidad Hueytamalco (RH 181).



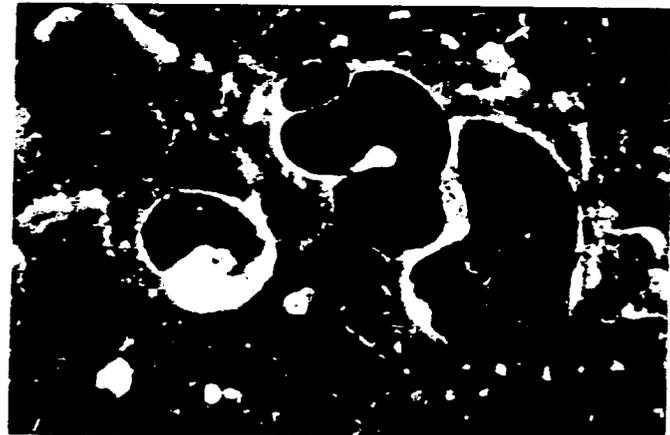
A



B



C

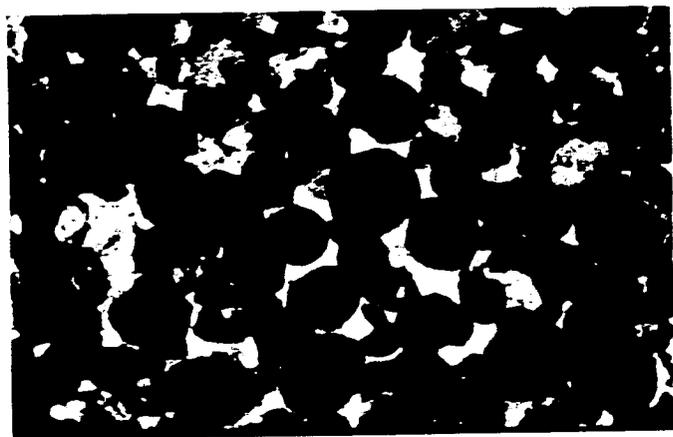


D

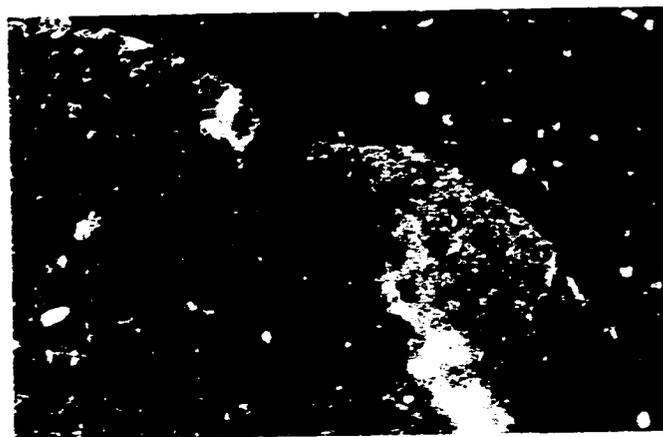
L A M I N A VIII

LAMINA IX

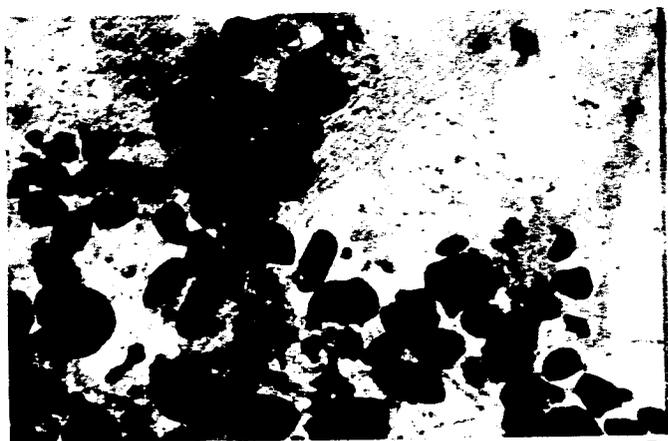
- A** Ejemplo del proceso de *micritización*; se observa a las partículas carbonatadas sin su estructura interna debido a este efecto. objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 2).
- B** Ejemplo del proceso de *bioturbación*; se observan dos litologías por el mismo efecto, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 9).
- C** Ejemplo del proceso de *disolución*; se observa a las partículas carbonatadas (peloides) "flotando" en la matriz, lo que origina que la porosidad primaria intergranular se incremente, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 19).
- D** Ejemplo del proceso de *recristalización* en corales, donde la concha originalmente aragonítica está siendo transformada a calcita, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 20).



A



B



C



D

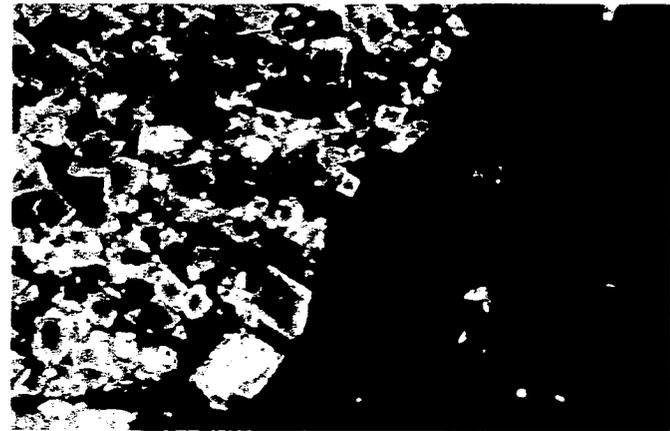
L A M I N A IX

LAMINA X

- A** Ejemplo del proceso de *presión-solución* (estilolitas) asociado a hidrocarburos, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 166).
- B** Ejemplo del proceso de *dolomitización*; se observan cristales euhedrales de mosaico idiotópico, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 136)
- C** Ejemplo del proceso de *calcificación* o *dedolomitización*; la coloración rosa corresponde a la sustitución del carbonato cálcico-magnésico por calcita, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 133).
- D** Ejemplo del proceso de *silicificación* en las porciones porosas de moluscos, objetivo 4X, nícoles cruzados. El largo de la fotomicrografía representa 1 mm. (RH 35).



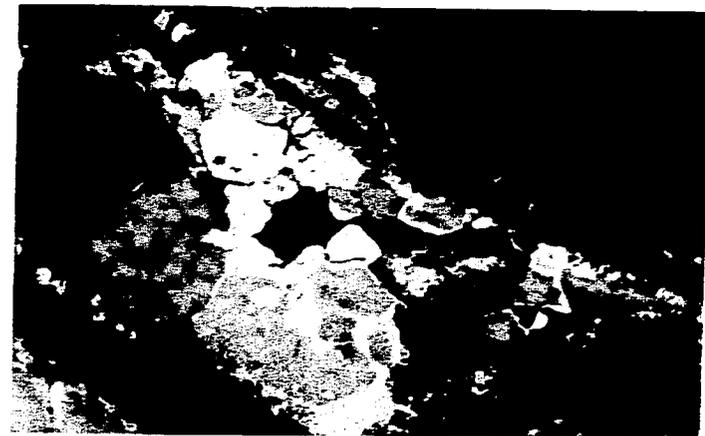
A



B



C



D

L A M I N A X

APENDICE

PETROGRAFICO

APENDICE PETROGRAFICO DE LA SECCION ESTRATIGRAFICA RIO APULCO.

Estudió: Raul Hernández de la Fuente.
Revisó: Dr. Jaime Barceló Duarte.

Muestra RH 1 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 40%, peloides 30%, intraclastos 15%, bioclastos 10%, granos envueltos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de algas, equinodermos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-F-Ps-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular, **DESCRIPCION:** presenta influencia de terrígenos ya que se tiene cuarzo autígeno (cristales) y detrítico (amorfo).

Muestra RH 2 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de peloides y ooides micritizados bien clasificado, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** oolitas micritizadas 80%, peloides 10%, intraclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas acicularias, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular, **DESCRIPCION:** presenta influencia de terrígenos.

Muestra RH 3 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides y pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, pellets y peloides 30%, intraclastos 10% y bioclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, gasterópodos, algas, foraminíferos bentónicos, placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-F-Ps-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular e intercrystalina, **DESCRIPCION:** muestra con cuarzo detrítico del tamaño de limo.

Muestra RH 4 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, peloides 30%, bioclastos 10%, granos envueltos e intraclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos fragmentos de moluscos, foraminíferos bentónicos (textuláridos), espinas de equinodermos, algas acicularias, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-F-Ps-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular, **DESCRIPCION:** muestra con escaso cuarzo detrítico.

Muestra RH 5 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de peloides y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** ooides micritizados 80%, intraclastos 10%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos, fragmentos de algas cauyexias, de moluscos, de espinas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Psi-Fi-Psz-D-Hcs-F-R-Si, **TIPO DE POROSIDAD:** móldica e interparticular, **DESCRIPCION:** escasa influencia de terrígenos, los hidrocarburos están ligados a porosidad de tipo móldica, así como, a la presión-solución.

Muestra RH 6 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de peloides y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6 con influencia de 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides micritizados 70%, bioclastos 5%, intraclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos (textuláridos), gasterópodos y fragmentos de espinas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular y selther **DESCRIPCION:** se observan laminaciones y paulatinamente desaparece la influencia de los terrígenos. Se tiene exposición aérea ya que el cementante en meniscos así lo indica. Los hidrocarburos están ligados a la presión-solución.

Muestra RH 7 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de pellets y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** 50% matriz, ooides 40%, intraclastos (algalclastos) 8% y bioclastos 2%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y algas así como espinas de equinodermos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-D-Ox-CA-F₁-Ps₁-F₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** móldica, interparticular y selther, **DESCRIPCION:** algunos intraclastos presentan fragmentos óseos (fosfatos). El segundo fracturamiento está dolomitizado y contiene aceite.

Muestra RH 8 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, ooides 30%, intraclastos 8%, bioclastos 2%, cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, espinas y placas de equinodermos, fragmentos de algas dasycladáceas y codiáceas, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-F-R-Si-Ox,

Muestra RH 9 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 45%, pellets 40%, intraclastos 10%, bioclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** foraminíferos bentónicos, algas cauyexias, valvas de ostrácodos y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-F-Ps-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular y selther, **DESCRIPCION:** el segundo sistema de fracturamiento delimita a un evento de dolomitización.

Muestra RH 10 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80%, pellets 10%, bioclastos 10% **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, algas codiáceas, foraminíferos bentónicos de pared hialina del tipo de las lenticulinas, placas y espinas de equinodermos, moluscos, **PARAGENESIS:** M-Bi-D-Ox-CA-F-Ps-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** protegida (selther), **DESCRIPCION:** disminuye la oxidación asociada a dolomitización temprana.

Muestra RH 11 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, pellets micritizados 30%, bioclastos 15%, intraclastos 15% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** foraminíferos bentónicos, rhaxellas, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos, de espinas de

equinodermos y de algas codiáceas. **PARAGENESIS:** M-Bi-D-Ox-CA-F-Ps-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** móldica y selther, **DESCRIPCION:** Los hidrocarburos están ligados a la presión-solución, así como, a la porosidad de tipo móldica.

Muestra RH 12 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, pellets 40%, intraclastos 10%, bioclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos, espinas de equinodermos y fragmentos de algas, **PARAGENESIS:** M-Bi-D-Ox-CA-F-Ps-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** selther, **DESCRIPCION:** la muestra presenta laminaciones paralelas a la estratificación.

Muestra RH 13 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, pellets 40%, intraclastos 10%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos, algas, probables cortes de rudistas, placas de equinodermos y fosfatos, **PARAGENESIS:** M-Bi-D-Ox-CA-F-Ps-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** los hidrocarburos están ligados a la presión-solución y a la porosidad móldica (intrafosilar); se observan moluscos silicificados así como fosfatos.

Muestra RH 14 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6 con influencia de 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, ooides 50%, intraclastos 15%, bioclastos 5%, cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas de equinodermos, fragmentos de algas, de valvas de ostrácodos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-CB-F-Ps-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular y en estilolitas, **DESCRIPCION:** hidrocarburos ligados a estilolitas.

Muestra RH 15 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, ooides micritizados 50%, intraclastos 15%, bioclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, placas y espinas de equinodermos, valvas de ostrácodos, foraminíferos bentónicos (lenticulinas), fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-D-Ox-CA-CB-Ps₁-Fi-Ps₂-F₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular y selther **DESCRIPCION:** hidrocarburos ligados a presión-solución.

Muestra RH 16 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone y wackestone-packstone de ooides micritizados (bioturbado), **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 60%, ooides 30%, intraclastos 5%, bioclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas y espinas de equinodermos, foraminíferos bentónicos (lenticulinas), moluscos, *Rhaxella sorbyana*, valvas de ostrácodos y fragmentos de algas, **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-Fi-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina por dolomitización e intraparticular en ooides, así como por presión-solución, **DESCRIPCION:** hidrocarburos ligados a la presión-solución que corta algunas oolitas cuyos núcleos en ocasiones son fragmentos de equinodermos. Se tienen tres etapas de presión-solución: estando relacionada con los hidrocarburos; la de los estilolitos más agudos que delimita cuerpos de ooides micritizados con recristalización.

Muestra RH 17 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de ooides (oolitas simples y compuestas) micritizados, **AMBIENTES Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides 70%, intraclastos (agregados y plasticlastos) 8%, bioclastos 2%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de espinas de equinodermos, de algas, de valvas de ostrácodos, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular e intraparticular, así como, en presión-solución, **DESCRIPCION:** se observa a la presión-solución desplazando al primer fracturamiento. Hidrocarburos ligados a la presión-solución (estilolitas).

Muestra RH 18 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de ooides y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 70%, intraclastos (agregados) 20%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de algas y moluscos, espinas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular e intraparticular, así como en presión-solución. **DESCRIPCION:** los intraclastos (agregados) están constituidos por dos o más oolitas (muy alta energía).

Muestra RH 19 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de ooides micritizados (bioturbado), **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 60%, ooides 30%, intraclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, algas y espinas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular e intraparticular, así como, en presión-solución, **DESCRIPCION:** zona de interbanco que produce acarreo mecánico mostrado por las nerineas y los corales fragmentados.

Muestra RH 20 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de ooides y pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 30%, ooides 60%, intraclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de corales, nerineas, algas rojas e incrustantes y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular y en presión-solución, **DESCRIPCION:** zona de interbanco que produce acarreo mecánico evidenciado por la posición aleatoria de las nerineas y los corales fragmentados.

Muestra RH 21 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 30%, ooides 50%, intraclastos 20%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos y algas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular y en presión-solución **DESCRIPCION:** hidrocarburos en los picos más amplios de los estilolitos.

Muestra RH 22 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone-packstone de pellets y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 20%, ooides 60%, intraclastos 15%, bioclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de algas, moluscos, así como, de valvas de ostrácodos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-D-Ox-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular e intragranular.

Muestra RH 23 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone-packstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 60%, intraclastos 25%, peloides y bioclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** foraminíferos bentónicos, fragmentos de algas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps1-F1-Ps2-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular e intragranular.

Muestra RH 25 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone-packstone de ooides y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 70%, intraclastos 10%, peloides 5%, bioclastos 5% **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de pelecípodos y foraminíferos aglutinados, espinas de equinodermos y moluscos recristalizados, **PARAGENESIS:** M-D-Ox-Di-CA-CB-Ps-F-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular, intragranular y selther, **DESCRIPCION:** aparentemente no se observa presión-solución.

Muestra RH 26 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides y pellets (bioturbado), **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, peloides y pellets micritizados 70%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, de rhaxellas y espinas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-D-Ox-Di-CA-CB-Ps-F-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** interparticular e intraparticular.

Muestra RH 27 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de intraclastos y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 20%, ooides 70%, intraclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** cortes de espinas de equinodermos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-Di-CA-CB-Ps1-F1-Ps2-F2-Ps3-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular, intragranular y en presión-solución.

Muestra RH 28 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides micritizados y pellets 90%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, de espinas y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-Di-CA-CB-Ps1-F1-Ps2-F2-Ps3-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular e intragranular.

Muestra RH 29 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6 (Bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 10%, ooides 85%, intraclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de algas y moluscos, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-Di-CA-CB-Ps1-F1-Ps2-F2-Ps3-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular e intragranular.

Muestra RH 30 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de intraclastos y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides micritizados 60%, intraclastos 30%, cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de algas, ostrácodos, rhaxellas,

foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-CB-F-Ps-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD** intergranular, **DESCRIPCION:** la abundancia de intraclastos indica flujos de marea (alta energía).

Muestra RH 31 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de algas y corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas acicularias y dasycladáceas, rhaxellas, cortes de espinas y fragmentos de equinodermos, foraminíferos bentónicos y corales, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps-F₁-D-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** algas de género *Cauyexia* sp. En los corales se tiene recristalización.

Muestra RH 32 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: rudstone de fragmentos de algas y moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 50%, bioclastos 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de algas dasycladáceas, abundantes moluscos entre los que predominan los gasterópodos, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps-F-D-R-Si-Ox.

Muestra RH 33 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de fragmentos de moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas dasycladáceas, rhaxellas, fragmentos de moluscos, espinas y fragmentos de equinodermos, valvas de ostrácodos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps-F-R-Si-Ox.

Muestra RH 34 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: rudstone de fragmentos de algas y moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 30%, ooides micritizados 30%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas dasycladáceas completas y fragmentadas, placas equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-F₁-Ps₁-F₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 35 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de fragmentos de moluscos y corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas dasycladáceas, rhaxellas, moluscos (gasterópodos), corales, fragmentos de espinas de equinodermos, ostrácodos, **PARAGENESIS:** M-CA-F₁-Ps₁-F₂-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** protegida (selther) en los moluscos, **DESCRIPCION:** los corales son alóctonos, ya que, también se encuentran en las zonas bioturbadas.

Muestra RH 36 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 60%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas dasycladáceas, fragmentos de rhaxellas, de corales, de valvas de ostrácodos, de moluscos y espinas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 37 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y fragmentos de equinodermos, de moluscos, de corales, de algas, de valvas de ostrácodos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 38 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos y corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, de valvas de ostrácodos, de algas dasycladáceas y corales, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** los corales se presentan fragmentados debido a que han sido transportados.

Muestra RH 39 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de corales y moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, corales, espinas y placas de equinodermos, algas dasycladáceas, valvas de ostrácodos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 40 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales fragmentados, algas dasycladáceas, espinas y placas de equinodermos y valvas de ostrácodos. **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F₁-Ps₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** los corales muestran recristalización.

Muestra RH 41 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de fragmentos de corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales, espinas y placas de equinodermos, algas dasycladáceas, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 42 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de moluscos y fragmentos de corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de corales, moluscos, espinas y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 44 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos fragmentados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** valvas de ostrácodos, espinas y placas de equinodermos, foraminíferos bentónicos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 45 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de valvas de ostrácodos, cortes de espinas y placas de equinodermos, calcisferúlidos y globigerínidos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox. **DESCRIPCION:** se inician condiciones de plataforma abierta profunda.

Muestra RH 46 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos (gasterópodos) **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 47 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico. **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de espinas y placas de equinodermos y moluscos, así como, calcisferúlidos y estomiosféridos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 48 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** cortes de espinas y placas de equinodermos, espículas de esponjas (rhaxellas) y fragmentos de moluscos, lenticulinas, calcisferúlidos y estomiosféridos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** terminan las condiciones de plataforma abierta profunda.

Muestra RH 49 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos y peloides, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 55%, intraclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espículas de esponjas (rhaxellas), espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos (gasterópodos) y de algas dasycladáceas, **PARAGENESIS:** M-CA-F-Ps-Di-R, **DESCRIPCION:** presenta abundancia de espículas de esponja (rhaxellas).

Muestra RH 50 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espículas de esponjas (rhaxellas) espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos (gasterópodos), **PARAGENESIS:** M-CA-F-Ps-Di-R.

Muestra RH 51 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides y bioclastos 70%, intraclastos (agregados) 10% y abundante cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de

espinas y placas de equinodermos, de espículas de esponja (rhaxellas), de moluscos (cortes de gasterópodos), de corales y ostrácodos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 52 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** cortes de espinas y placas de equinodermos, de valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos (gasterópodos), de algas, de corales y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** son depósitos de flujos turbidíticos (apron carbonatado)

Muestra RH 53 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de fragmentos de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, de algas, de valvas de pelecipodos (ostrácodos), espículas de esponja (rhaxellas), *Saccocoma arachnoidea*, placas de equinodermos y radiolarios calcificados, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-Hcs-R-Si-Ox. **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas, **DESCRIPCION:** son depósitos por flujos turbidíticos y presentan hidrocarburos ligados al fracturamiento y a estilolitas.

Muestra RH 54 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea*, espinas y placas de equinodermos, espículas de esponja (rhaxellas), radiolarios calcificados y miliólidos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** depósitos por flujos turbidíticos.

Muestra RH 55 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, *Saccocoma arachnoidea*, espículas de esponja (*Rhaxella sp.*) placas de equinodermos, *Saccocoma sp.*, **PARAGENESIS:** M-Ps-F₁-Hcs-R-Si. **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas, **DESCRIPCION:** aquí se tiene el "ahogamiento" de la plataforma, es decir, ya se presentan condiciones de cuenca profunda.

Muestra RH 56 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, *Saccocoma sp.*, *Saccocoma arachnoidea*, **PARAGENESIS:** F-Hcs-R, **TIPO DE POROSIDAD:** en fracturas, **DESCRIPCION:** se observan laminaciones paralelas, así como abundante materia orgánica.

Muestra RH 57 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, *Saccocoma sp.* y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-Hcs-R, **DESCRIPCION:** el sistema de fracturamiento paralelo al corte vertical es el que desplaza; entre esta muestra y la siguiente se tiene intercalado un cuerpo volcánico de ± 1.50 m. de espesor.

Muestra RH 58 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 (reductor), **TIPOS DE PARTICULAS:** 60% micrita, 40% bioclastos, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, fragmentos de moluscos, placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-Hcs-R, **DESCRIPCION:** se observa materia orgánica oscura.

Muestra RH 59 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone.wackestone de bioclastos planctónicos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, *Saccocoma arachnoidea*, **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-Hcs-R, **DESCRIPCION:** estos saccocómidos confirman la edad Tithoniano-Temprano-Medio-.

Muestra RH 60 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, fragmentos de moluscos y equinodermos, **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-Hcs-R.

SECCION ESTRATIGRAFICA CUETZALAN-XOCHICAL

Muestra RH 61 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, peloides 55%, bioclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** en afloramiento presenta abundantes nódulos de pedernal, en lámina delgada el sílice aparece como reemplazamiento diagenéticamente tardío, así como, en algunos núcleos de los peloides y en las placas de equinodermos; hidrocarburos ligados a la presión-solución (en la parte mas amplia de los estilolitos).

Muestra RH 62 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, peloides 55%, bioclastos 5%, y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, espinas y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** presenta partículas del tamaño de arenas carbonatadas muy finas.

Muestra RH 63 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, peloides micritizados 55%, bioclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-Ps₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** en algunos casos la disolución-recristalización está delimitada por presión-solución.

Muestra RH 64 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, peloides 80%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 65 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, peloides micritizados 30% intraclastos y bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos (gasterópodos), de valvas de ostrácodos y de algas dasycladáceas, así como, escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se inician condiciones de plataforma abierta profunda.

Muestra RH 66 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, peloides micritizados 30%, bioclastos 10%, y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se observa abundante materia orgánica.

Muestra RH 67 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, peloides micritizados 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos y fragmentos de moluscos (recristalizados), **PARAGENESIS:** M-Bi-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-Si-Ox. **DESCRIPCION:** muestra muy recristalizada; los peloides tienen abundante materia orgánica.

Muestra RH 68 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides 60%, bioclastos 20%, intraclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos recristalizados y granos envueltos, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 69 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides micritizados (interbanco), **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, peloides 60%, intraclastos 10%, y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos fragmentos de moluscos, de valvas de ostrácodos y algas, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 70 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets micritizado, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, pellets 60%, bioclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas fragmentadas, espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos (gasterópodos) y rhaxellas, **PARAGENESIS:** D-Ox-M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 71 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 30%, intraclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos, fragmentos de moluscos donde se observan gasterópodos, lenticulinas y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps-F-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se inician condiciones de plataforma abierta profunda

Muestra RH 72 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de pellets micritizados y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, pellets micritizados 30%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de espinas y placas de equinodermos, de moluscos, cortes de miliólidos, *Lenticulina sp.*, y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se observan calcisferúlidos y estomiosféridos con falsa "cruz" de extinción.

Muestra RH 73 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80%, pellets micritizados 20%, bioclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos, foraminíferos bentónicos (*Lenticulina sp.*) y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-R-Si-Ox.

Muestra RH 74 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80%, peloides micritizados y bioclastos 20% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espinas y placas de equinodermos, lenticulinas, fragmentos de moluscos (gasterópodos) y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-R-Si-Ox.

Muestra RH 75 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides micritizados y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, peloides 40%, bioclastos 10%, y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, (gasterópodos) valvas de ostrácodos y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-R-Si-Ox.

Muestra RH 76 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de peloides micritizados y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, peloides 40%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, (gasterópodos) y escasos calcisferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-R-Si-Ox.

Muestra RH 77 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de pellets micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, pellets 40%, bioclastos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos (gasterópodos), placas de

equinodermos, cortes de *Lenticulina sp.*, *accocoma sp.*, así como, escasos calciferúlidos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** terminan las condiciones de plataforma abierta profunda.

Muestra RH 78 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos y conchas de moluscos, donde predominan gasterópodos, placas y espinas de equinodermos y radiolarios, así como, *Lenticulina sp.* y estomiosféridos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas.

Muestra RH 79 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea*, radiolarios y gasterópodos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** asociación de gasterópodos fragmentados con saccocomas debido a flujos turbidíticos.

Muestra RH 80 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de peloides y bioclastos micritizado, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea* y gasterópodos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 81 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea*, fragmentos de moluscos, radiolarios y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 82 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea*, radiolarios, placas de equinodermos y fragmentos de moluscos. **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 83-84-85 (6 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 oxidante, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea*, radiolarios y placas de equinodermos, fragmentos de equinodermos, así como lenticulinas y foraminíferos planctónicos **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, en cuenca la micritización es pre-deposicional, **DESCRIPCION:** ambiente de cuenca de condiciones reductoras y oxidantes

Muestra RH 86 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE**

BIOCLASTOS: radiolarios, *Saccocoma sp* y *Colomisphaera pulla* que ubica a la muestra en el Tithoniano temprano-medio, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se observa materia orgánica, aunque en ocasiones ésta se encuentra oxidada. En esta muestra se colectó una amonita del género *Andiceras sp*, cuya edad es Tithoniano Temprano.

Muestra RH 87 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, *Saccocoma arachnoidea*, y *Colomisphaera pulla*, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se presenta abundante materia orgánica.

Muestra RH 88 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos (radiolarios y saccocomas), **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, *Saccocoma arachnoidea*, fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M -Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** abundante materia orgánica.

Muestra RH 89 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** saccocomas, radiolarios, placas de equinodermos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** abundante materia orgánica.

Muestra RH 90-91 (4 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos (radiolarios), **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 92 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, bioclastos 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios y estomiosféridos (*Paraestomiosphaera malmica*). **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hc-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** Continúa la abundancia de materia orgánica.

Muestra RH 93 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

SECCION ESTRATIGRAFICA JONOTLA

Muestra RH 97 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, peloides 70%, intraclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, de placas de equinodermos, de corales y algas rojas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** algunas placas de equinodermos están silicificadas y se observa dolomitización parcial.

Muestra RH 98 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos parcialmente dolomitizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, peloides 70%, intraclastos, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales y fragmentos de moluscos **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** se observa dolomitización selectiva a veces reemplazada por silicificación; los corales presentan nemorfismo. Se observa cementante drúsico arrecifal (en forma de agujas) y ocasionalmente el sílice reemplaza al cementante en bloques (B).

Muestra RH 99 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 40%, peloides 60% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales, placas de equinodermos, y escasos fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** se observa dolomitización selectiva.

Muestra RH 100 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: rudstone de corales y peloides, parcialmente dolomitizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, peloides 70% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de corales y de placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** esta muestra constituye un buen ejemplo de dolomitización selectiva debido a la composición de la concha del coral que es aragonítica.

Muestra RH 101 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: binstone de corales y peloides parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, cuerpo arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, corales 70%, intraclastos, fragmentos de roca, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales en posición de crecimiento, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina.

Muestra RH 102 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: binstone de corales y peloides parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, cuerpo arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, corales y peloides 70%, intraclastos, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales en posición de crecimiento, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina.

Muestra RH 103 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: rudstone de corales y peloides parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, post-arrecifales, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, corales y peloides 70%, fragmentos de roca, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** corales fragmentados, placas de equinodermos y briozorios, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps-F-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina.

Muestra RH 104 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, peloides 90% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de placas de equinodermos, de moluscos, de corales y algas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-Ps₂-D-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** disminuye la dolomitización y la silicificación, y se tiene un aumento en la energía.

Muestra RH 105 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides arenoso ligeramente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, peloides 70% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina.

Muestra RH 106 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de peloides ligeramente arenoso y dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, peloides 80%, intraclastos, granos envueltos y escasos ooides micritizados 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, moluscos completos y fragmentados, cortes de algas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-Ps₃-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en presión-solución (estilolitas), **DESCRIPCION:** las estilolitas están totalmente rellenas de aceite.

Muestra RH 107 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de bioclastos (rhaxellas), **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, placas de equinodermos completas y fragmentadas, moluscos y estomiosféridos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas, **DESCRIPCION:** los estomiosféridos le dan el carácter de plataforma abierta profunda.

Muestra RH 108 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 95%, bioclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** escasos fragmentos de moluscos, así como placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas.

Muestra RH 109 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80%, bioclastos 20% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos y placas de equinodermos, de lenticulinas y estomiosféridos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas.

Muestra RH 110 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de pellets y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, cuarzo detrítico y escasos pellets, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, algas acicularias, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas, **DESCRIPCION:** las estilolitas están rellenas de hidrocarburos. Algunas placas de equinodermos presentan silicificación.

Muestra RH 111 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, cuarzo detrítico, grumos fecales, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, fragmentos de espinas y placas de equinodermos y de gasterópodos, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular y móldica, **DESCRIPCION:** intraclastos orientados (flujos).

Muestra RH 112 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, cuarzo detrítico y grumos fecales, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, fragmentos de placas de equinodermos y de escasos moluscos, de lenticulinas y serpúlidos (anélido), **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular.

Muestra RH 113 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, pellets 30%, cuarzo detrítico y grumos fecales, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, escasos foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular.

Muestra RH 114 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, pellets y bioclastos 40%, cuarzo detrítico y pellas fecales, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, foraminíferos bentónicos, serpúlidos y algas rojas, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular.

Muestra RH 115 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de pellets y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, pellets y bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos (gasterópodos), **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular, **DESCRIPCION:** algunas placas de equinodermos muestran silicificación.

Muestra RH 116 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de pellets y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80%, bioclastos 10%, 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos y de foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-CA-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular.

SECCION ESTRATIGRAFICA TLACOLULA

Muestra RH-128 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de espículas de esponja y fragmentos de moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media facies 7 (bioturbada), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80% y bioclastos 20%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** espículas de esponja (*Rhaxella sp*) y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-R-D-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** donde aparecen los rombos euhedrales va implícita la dedolomitización debido a la recristalización.

Muestra RH 129 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de rhaxellas, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70% y bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, espinas y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas.

Muestra RH 130 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, pellets 40%, bioclastos 5%, intraclastos y granos envueltos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** se tiene un incremento en la energía.

Muestra RH 131 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de peloides y bioclastos altamente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50% y pellets 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placa de equinodermos y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas.

Muestra RH 132 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de ooides y peloides, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides y bioclastos 90%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de algas acicularias y esporádicos foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** algunas oolitas presentan en su núcleo fragmentos de equinodermos, en esta sección (Tlacolula), la telogénesis se inicia con la dolomitización de cristales euhedrales

Muestra RH 133 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mesodolomía, textura original probable: packstone-grainstone de ooides con diferentes grados de dolomitización llegando a constituir mesodolomías **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10% y ooides 90%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de placas de equinodermos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-D-R-D-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** se tiene dedolomitización parcial (no todos los rombos se tifen).

Muestra RH 134 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-grainstone de ooides altamente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 90% e intraclastos, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos rotas y escasos foraminíferos bentónicos fragmentados, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-Ps₃-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** el cementante de calcita ha sido dolomitizado.

Muestra RH 135 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de rhaxellas ligeramente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Rhaxella sorbyana* y fragmentos de placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-F₁-Ps₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** las bioturbaciones están dolomitizadas.

Muestra RH 136 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de rhaxellas ligeramente dolomitizado (bioturbado), **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 90%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Rhaxella sorbyana* y escasas placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-F₁-Ps₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** solo las bioturbaciones están dolomitizadas.

Muestra RH 137 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone ligeramente dolomitizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 90%, bioclastos 10% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** escasas placas de equinodermos y *Rhaxella sorbyana*, **PARAGENESIS:** M-Bi-F₁-Ps₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina.

Muestra RH 138 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 30% y granos envueltos 10%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de placas y espinas de equinodermos, moluscos y *Rhaxella sorbyana*, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-R-D-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** nuevamente se tienen condiciones de alta energía.

Muestra RH 139 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mesodolomía, textura original packstone de peloides, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80%, bioclastos 20% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-R-DD-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** condiciones de alta energía.

Muestra RH 140 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de rhaxellas en la parte menos dolomitizada, packstone de peloides en la parte más dolomitizada, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media facies 7-6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 80% y bioclastos 20%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Rhaxella sorbyana* y fragmentos de placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas.

Muestra RH 141 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de intraclastos y peloides, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes *Rhaxella sorbyana*, algas acicularias rotas y fragmentos de placas de equinodermos y moluscos, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-D-R-D-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** la silificación es en la zona bioturbada.

Muestra RH 142 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de intraclastos y peloides, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, intraclastos, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Rhaxella sorbyana*, fragmentos de placas de equinodermos y de algas acicularias, **PARAGENESIS:** M-Bi-CA-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** en la bioturbación se aprecian oolitas micritizadas, así como, fragmentos de rocas ígneas.

Muestra RH 143 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone de intraclastos y ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 90%, intraclastos (agregados) y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas dasycladáceas acicularias, *Lithophyllum sp* y *Caryx sp*, fragmentadas, así como, foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intergranular e intragranular y en menor proporción intercrystalina (dolomita), **DESCRIPCION:** algunas oolitas presentan en su núcleo cristales de cuarzo autógeno y algas acicularias (granos envueltos).

Muestra RH 144 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** alta energía, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 90%, intraclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas dasycladáceas acicularias, *Lithophyllum sp* y esporádicos foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps1-F1-Ps2-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** nuevamente las algas constituyen el núcleo de algunas oolitas.

Muestra RH 145-150 (12 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: grainstone de bioclastos, litoclastos intraclastos y peloides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** talud proximal, facies 4, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, bioclastos, litoclastos, intraclastos y peloides 90%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes algas rotas de los géneros *Cauyexia sp Pcnoporidium sp* y *Acicularia sp*, corales, moluscos y foraminíferos bentónicos aglutinados, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps1-F1-Ps2-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina y en estilolitas, **DESCRIPCION:** son depósitos de flujos de escombros correspondientes a un talud proximal que en afloramiento muestran estructuras tales como inversión textural y laminaciones cruzadas.

Muestra RH 151 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de ooides e intraclastos parcialmente dolomitizado, **AMBIENTE Y FACIES:** talud distal, facies 3 (apron carbonatado), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides e intraclastos (agregados) 80%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes algas acicularias rotas y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps1-F1-F2-Ps2-D-Hcs-DD-R-D-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, en estilolitas y ocasionalmente selther, **DESCRIPCION:** las algas acicularias se encuentran en el núcleo de las oolitas que a veces presentan silicificación.

Muestra RH 152 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** talud distal, facies 3, (apron carbonatado) **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 90% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** algas rotas y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps1-F1-F2-Ps2-D-Hcs-D-R-DD-Si-Ox, **DESCRIPCION:** son depósitos típicos de pie de talud debido a flujos turbidíticos (apron carbonatado).

Muestra RH 153 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** talud distal, facies 3 (flujos turbidíticos), **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 10%, ooides 90% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos y corales, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps1-F1-F2-Ps2-D-Hcs-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** depósitos turbidíticos de la base del talud (apron carbonatados).

Muestra RH 154 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** talud proximal, facies 4, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, escasos ooides y pellets micritizados y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, de placas de equinodermos y escasos *Saccocoma arachnoidea*, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps1-F1-F2-Ps1-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** nuevamente se tienen depósitos de flujos de escombros. En afloramiento las muestras RH 154, 155 Y 156 presentan abundantes fragmentos de conchas de pelecípodos (coquinas).

Muestra RH 155 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** talud proximal, facies 4, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, escasos ooides y pellets micritizados y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y escasos saccocomas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** intercrystalina, **DESCRIPCION:** depósitos de flujos de escombros.

Muestra RH 156 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos, equinodermos y algas, **AMBIENTE Y FACIES:** talud proximal, facies 4, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, Bioclastos 40%, escasos pellets micritizados y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes fragmentos de moluscos, placas de equinodermos y fragmentos de algas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** terminan las condiciones de depósito por flujos de escombros.

Muestra RH 157 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70% y bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios y saccocomas, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en fracturas y estilolitas, **DESCRIPCION:** a partir de aquí se tienen condiciones de cuenca, es decir, se presenta el "ahogamiento" de la plataforma.

Muestra RH-158 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70% y bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, *Saccocoma arachnoidea*, foraminíferos planctónicos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en fracturas y estilolitas.

Muestra RH 159 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios, saccocomas y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** contiene abundante materia orgánica.

Muestra RH 160 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone-wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de saccocoma, escasos radiolarios, foraminíferos planctónicos y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** se observa abundante materia orgánica.

SECCION ESTRATIGRAFICA HUEYTAMALCO

Muestra RH 161 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos, equinodermos y algas, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 postarrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60% y bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos silicificados, *Rhaxella sorbyana*, placas y espinas de equinodermos y algas, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-CB-Ps₁-F₁-Ps₂-Hcs-Si-Ox.

Muestra RH 162 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de equinodermos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, *Lenticulina sp.*, *Rhaxella sorbyana*, fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Di-CA-Ps₁-F₁-Ps₂-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 163 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de equinodermos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70% y bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, escasas rhaxellas y lenticulinas, **PARAGENESIS:** M-Ps-Ox-Si, **DESCRIPCION:** presenta sistemas de fracturas conjugadas.

Muestra RH 164 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 95%, bioclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos y escasas rhaxellas.

Muestra RH 165 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de equinodermos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 95% y bioclastos 5%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, *Colomiosphaera minuta* (estomiosférido), **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 166 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: mudstone-wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma abierta profunda, facies 2, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 95%, bioclastos 5% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** estomiosféridos y rhaxellas, **PARAGENESIS:** Ps₁-F₁-F₂-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en fracturas, **DESCRIPCION:** se observan laminaciones paralelas.

Muestra RH 167 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 postarrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50% y bioclastos 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes *Rhaxella sorbyana* (completas), placas de equinodermos fragmentadas, escasos briozoarios y fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox.

Muestra RH 168 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos y corales, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 postarrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, bioclastos 70% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos fragmentadas, rhaxellas, algas dasycladáceas, briozoarias, corales fragmentados, así como, fragmentos de moluscos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox.

Muestra RH 169 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de algas, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes algas, rhaxellas, placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Bi-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox, **TIPO DE POROSIDAD:** en estilolitas.

Muestra RH 170 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone-packstone de rhaxellas, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma media, facies 7, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50% y bioclastos 50%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes *Rhaxella sorbyana* y escasas placas de equinodermos, valvas de ostrácodos, fragmentos de moluscos y foraminíferos bentónicos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 171 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos y algas, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 50%, bioclastos 50% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, de espículas de esponja, de placas de equinodermos y de algas codiáceas. **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 172 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, intraclastos y escasos ooides micritizados y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** abundantes espículas de esponja, así como, placas de equinodermos fragmentadas, escasos fragmentos de moluscos, briozoarios y corales, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** presenta ligera influencia de facies 6 ya que aparecen oolitas micritizadas (dentro de la bioturbación).

Muestra RH 173 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5 post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, placas y espinas de equinodermos, algas acicularias y espículas de esponja, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** presenta dos periodos de presión-solución.

Muestra RH 174 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de ooides y bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides 80%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-F-Ps-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 175 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de ooides micritizados (oolitas y granos envueltos), **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 20%, ooides (peloides) 80%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas de equinodermos y gasterópodos, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-Fi-Psi-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 176 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de ooides micritizados, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma facies 6, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 20%, ooides y bioclastos 80% e intraclastos, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos (gasterópodos), placas de equinodermos y algas rotas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-F-Ps-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** con respecto a lo anterior, esta muestra presenta aporte de material de la facies 5 post-arrecifal.

Muestra RH 177 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: floatstone de moluscos y algas, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, postarrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60% y bioclastos 40%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** rhaxellas, placas de equinodermos, fragmentos de moluscos, algas acicularias, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-F-Ps-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 178 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de intraclastos y ooides, **AMBIENTE Y FACIES:** plataforma, facies 5, post-arrecifal, **TIPOS DE PARTICULAS:** matriz 20%, ooides y bioclastos 80%, peloides escasos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de moluscos, espinas y placas de equinodermos, rhaxellas y algas, **PARAGENESIS:** M-CA-CB-F-Ps-D-Hcs-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** en los ooides se tiene diferencia en tamaño debido a que hay intraclastos.

Muestra RH 179 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: packstone de bioclastos e intraclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** talud proximal, facies 4, "flujo de escombros", **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 30%, bioclastos 70%, intraclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** placas y espinas de equinodermos, rhaxellas, fragmentos de moluscos (gasterópodos incompletos) raras algas acicularias y briozoarios, **PARAGENESIS:** M-Ps1-Fi-Ps2-F2-Ps3-D-Hcs-R-Si-Ox.

Muestra RH 180 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de saccocomas y moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea*, (predominan los fragmentos), radiolarios, fragmentos de placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps1-Fi-Ps2-R-Si-Ox.

Muestra RH 181 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de fragmentos de saccocomas y moluscos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40%, intraclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de saccocomas, gasterópodos, placas y espinas de equinodermos, esporádicas lenticulinas, **PARAGENESIS:** M-Ps1-Fi-Ps2-R-Si-Ox, **DESCRIPCION:** se tienen condiciones de flujos turbidíticos.

Muestra RH 182 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios y saccocomas, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de saccocomas y radiolarios, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si.

Muestra RH 183 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** fragmentos de saccocomas, y moluscos (gasterópodos), placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox.

Muestra RH 184 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1 reductor, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30%, escasos intraclastos y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, fragmentos de saccocomas y escasas lenticulinas, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-Ps₂-D-R-Si.

Muestra RH 185 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** base de talud, facies 3, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea* completas y fragmentadas, radiolarios y gasterópodos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-D-R-Si-Ox.

Muestra RH 186 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea* radiolarios y esporádicas lenticulinas, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 187 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** *Saccocoma arachnoidea* radiolarios y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 188 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, fragmentos de saccocomas y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-F-F-R, **DESCRIPCION:** se observan dos sistemas de fracturamiento.

Muestra RH 189 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70% y bioclastos 30%, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, *Saccocoma arachnoidea*, **PARAGENESIS:** M-F-R.

Muestra RH 190 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de bioclastos, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 70%, bioclastos 30% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** saccocomas y placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-R-Si-Ox.

Muestra RH 191 (2 láminas)

LITOLOGIA Y MODIFICADORES: wackestone de radiolarios, **AMBIENTE Y FACIES:** cuenca, facies 1, **TIPOS DE PARTICULAS:** micrita 60%, bioclastos 40% y cuarzo detrítico, **TIPOS DE BIOCLASTOS:** radiolarios calcificados, saccocomas, así como, placas de equinodermos, **PARAGENESIS:** M-Ps₁-F₁-Ps₂-F₂-D-R-Si-Ox.