

# GEOLOGIA PETROLERA DE LA CUENCA DE BURGOS

## (PARTE I)

### CONSIDERACIONES GEOLOGICO—PETROLERAS

Por: **Oscar Echanove Echanove\***

#### RESUMEN

La Cuenca de Burgos es una provincia geológica terciaria, productora en etapa de desarrollo, se localiza en la margen noreste de la República Mexicana y colinda al norte con los Estados Unidos de Norteamérica, con una superficie aproximada de 49,800 km<sup>2</sup>. Geológicamente, la Cuenca Terciaria se extiende al norte hacia los Estados Unidos de Norteamérica y forma parte del denominado "Río Grande Embayment"; al oriente, se extiende hacia la Plataforma Continental del Golfo de México y al poniente, cubre la porción oriental de la Plataforma Mesozoica del Burro-Picachos.

Se ha establecido una potente columna sedimentaria que abarca al Jurásico Superior, Cretácico y Terciario, con un espesor mayor de 5,000 m. El Mesozoico está representado por una secuencia de carbonatos, terrígenos y evaporitas en el Jurásico Superior y en el Cretácico; mientras que en el Terciario, se establece una secuencia predominantemente clástica, con alternancia de areniscas y lutitas, depositada en periodos sucesivos del Paleoceno al Reciente. La sedimentación terciaria se efectuó en etapas alternantes transgresivas y regresivas y que en general, constituyen un marco regresivo regional hacia el oriente.

Se ha obtenido producción en toda la columna sedimentaria; en el Jurásico Superior y en el Cretácico, los yacimientos descubiertos a la fecha son aislados y poco significativos; sin embargo, los yacimientos en el Terciario son múltiples y de amplia extensión. La provincia se ha subdividido en franjas geológicas alargadas y subparalelas, que de poniente a oriente se les denomina; Jurásico-Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Oligoceno y Mioceno.

La Cuenca de Burgos es una provincia productora en desarrollo, con amplias perspectivas exploratorias y que ofrece múltiples oportunidades de incrementar las reservas potenciales y probadas, así como el de aumentar o sostener la plataforma de producción. Para lograr estos objetivos se requieren estudios geológicos que permitan: la localización y el desarrollo de nuevos campos; descubrimientos en yacimientos más profundos y/o más someros en campos conocidos; y el desarrollo y programación óptima y racional de la explotación de las reservas probadas, en los campos establecidos.

#### ABSTRACT

Burgos Basin is a gas bearing geologic province of Tertiary age, located in Northeast Mexico, just south of the border across from Texas in the United States of America. Burgos has an apro-

\* **Petróleos Mexicanos**  
Geólogo.—Coordinación Regional de Exploración, Zona Noreste.

ximate area of 49,800 km<sup>2</sup>. The Tertiary Basin extends to the north into the Rio Grande Embayment; to the east, up to the continental margin of the Gulf of Mexico; and to the west, the basin covers the eastern portion of the Burro-Picachos Mesozoic Platform.

It has been established a very thick sedimentary column which covers rocks of Upper Jurassic, Cretaceous and Tertiary age, with a composite thickness of more than 5000 m. The Mesozoic sequence is mainly composed of carbonates, terrigenous and evaporite section, while the Tertiary sequence is mainly a clastic, alternate sand and shale section, deposited in successive transgressive and regressive stages, forming an overall regression to the East, from the Paleocene up to the Pleistocene.

In the Burgos geologic province, gas production has been established in all the stratigraphic column; the Upper Jurassic and Cretaceous reservoirs discoveries are isolated, scarce and mostly with low permeability, which makes them not very significant. On the other hand, the tertiary reservoirs sands are multiple, with a great variety of forms and show a very wide distribution. The extension of the tertiary reservoirs in the basin, makes it possible to subdivide the province in 5 elongated and subparallel, production strips. These strips have been designated as: Jurassic and Cretaceous strip, Paleocene strip, Eocene strip, Oligocene strip and Miocene strip.

Burgos Basin is mainly a gas productive province in a development and exploration stage, which still has a wide perspective in new discoveries. In order to increase the potential and proven gas reserves, as well as to increase or maintain the production platform of the province, it is essential to fulfill new geologic studies that will permit the discovery and development of new gas fields; the perspective of deeper or shallower reservoirs in known gas fields. Also the study of the optimum and rational exploration of the proven gas reserves in established gas fields.

## LOCALIZACION Y DEFINICION DE LA PROVINCIA

La Cuenca de Burgos es una provincia geológica del noreste de México, productora en etapa de desarrollo y con un grado avanzado de exploración petrolera. Se localiza en la porción noreste de la República Mexicana; cubre principalmente al estado de Tamaulipas y parcialmente al de Nuevo León y la margen noreste de Coahuila. Está limitada al norte por el Río Bravo; al oriente por el Golfo de México; al sur por el paralelo 24°30' de latitud norte; y al poniente por el contacto geológico superficial Cretácico/Terciario, representado por una línea imaginaria que parte al oriente de Piedras Negras, Coah. y se extiende hacia el sureste, hasta el litoral del Golfo de México; figura 1.

La provincia tiene una superficie de 49,800 km<sup>2</sup>, de los cuales 39,900 km<sup>2</sup> corresponden al Distrito Frontera Noreste y 9,900 km<sup>2</sup> a la Zona Norte; está subdividida en 9 áreas; Laredo (4,300 km<sup>2</sup>), Camargo (3,500 km<sup>2</sup>), oeste Presa Falcón (6,300 km<sup>2</sup>), General Bravo (4,000 km<sup>2</sup>), China (4,900 km<sup>2</sup>), Reynosa (8,000 km<sup>2</sup>), San Fernando (2,000 km<sup>2</sup>), Matamoros (6,900 km<sup>2</sup>) y San José de las Rusias (9,900 km<sup>2</sup>), Zona Norte.

Fisiográficamente, forma parte de la Planicie Costera del Golfo de México, presenta un relieve suave y moderado, sensiblemente inclinado hacia el oriente; y corresponde a la defini-

ción de Costa Baja Raisz (1964). Geológicamente, forma la porción sur de una Cuenca Marginal Abierta de Margen de Cratón "Riff Basin" (Paraliageosinclinal, Kay, 1954). Esta unidad tectónica es principalmente de formación terciaria, originada por efectos de la Orogenia Laramide y se estableció a fines del Cretácico, sobre una extensa plataforma mesozoica, correspondiente al borde oriental de los paleoelementos jurásicos "El Burro-Picachos y San Carlos-Cruillas"; que constituyen el Archipiélago de Tamaulipas.

La provincia se subdivide geológicamente en 5 franjas alargadas, sensiblemente paralelas entres sí y con una orientación principal norte-sur; éstas se distinguen por sus características sedimentario-estratigráficas, estructurales y por su atractivo económico petrolero siendo de poniente a oriente: Franja Jurásico-Cretácico, Franja Paleoceno, Franja Eoceno, Franja Oligoceno y Franja Mioceno (figura 2).

## EVOLUCION HISTORICA

La historia geológica de la Provincia de Burgos, se remonta al Jurásico Superior, Oxfordiano, al iniciarse la actividad sedimentaria y tectónica moderna; correspondiente a la fase actual de la provincia. A partir de esta época, se inicia el depósito relativamente continuo y en general, progrediente hacia el oriente, de una potente secuencia sedimentaria calcárea, cal-

# LOCALIZACION PROVINCIA DE BURGOS

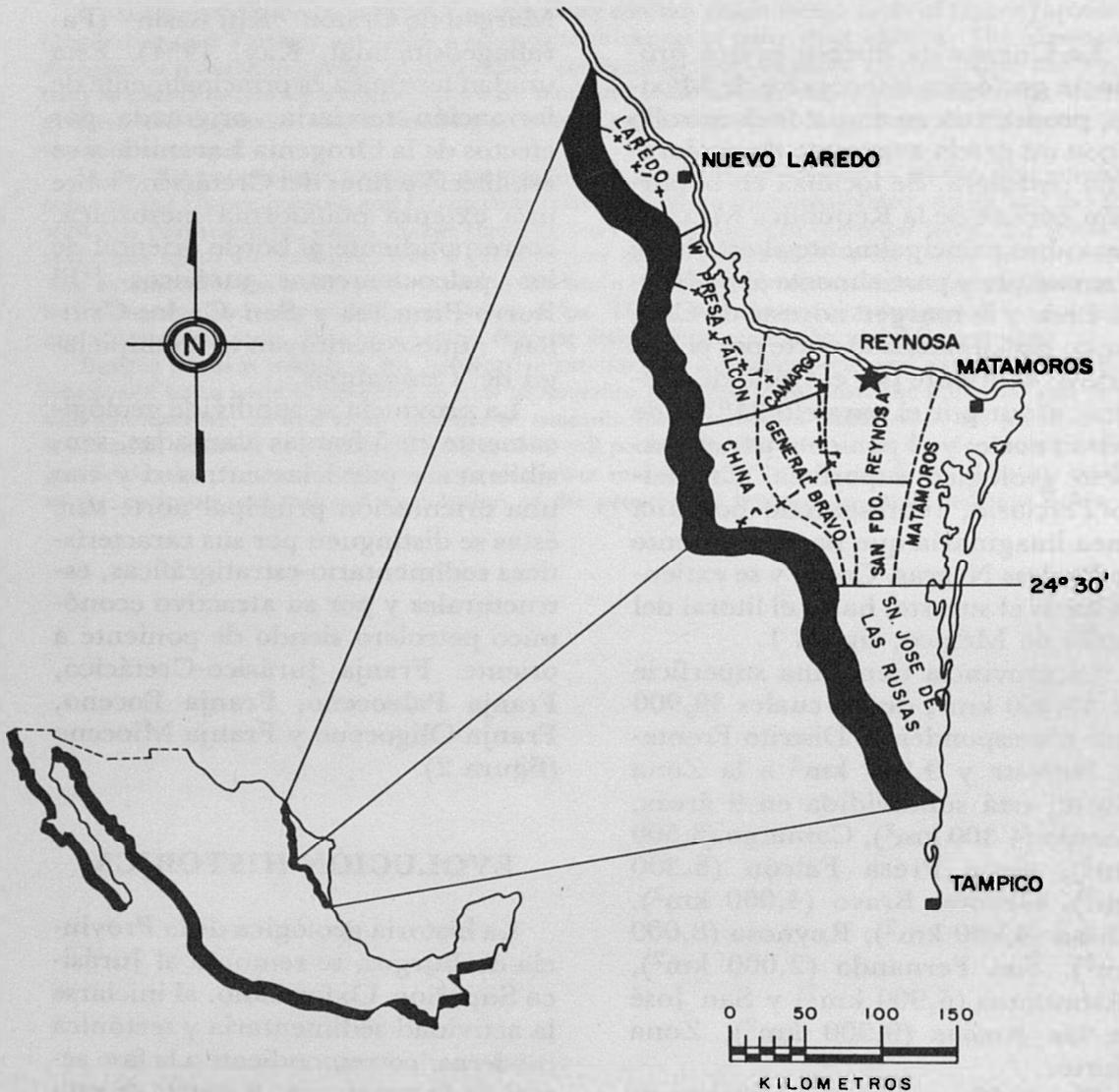


FIGURA - I

# LOCALIZACION PROVINCIA DE BURGOS

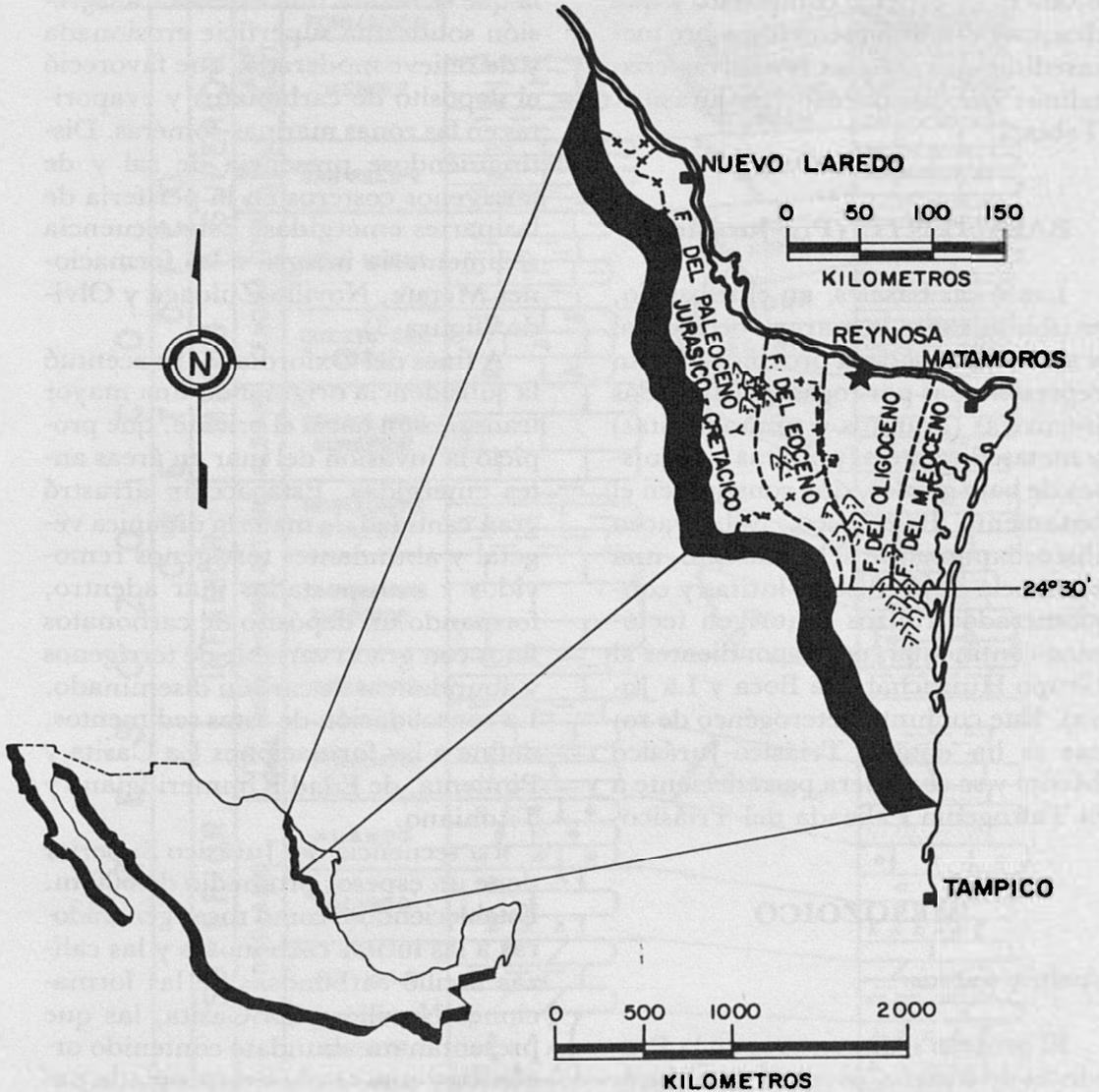


FIGURA - 2

cáreo-arcillosa y areno-arcillosa, representativa del Jurásico Superior, Cretácico y Terciario; con más de 8,000 m de espesor compuesto y que descansa discordantemente sobre metasedimentos o rocas intrusivas cristalinas del basamento pre-jurásico. Tabla 1.

### **BASAMENTO (Pre-Jurásico)**

Las rocas basales, en el subsuelo, se ubican sobre la margen occidental y suroccidental de la provincia. Están representadas por rocas ígneas ácidas intrusivas (granitos y granodioritas) y metasedimentos (pizarras y esquistos de bajo grado), que constituyen el basamento Paleozoico. Sobreyacen discordantemente al basamento, una secuencia de areniscas, lutitas y conglomerados rojizos de origen tectónico-continental, correspondientes al Grupo Huizachal (La Boca y La Joya). Este conjunto heterogéneo de rocas se ha datado Triásico-Jurásico Medio y se considera perteneciente a la Tafrogenia Palizada del Triásico.

### **MESOZOICO**

#### *Jurásico Superior*

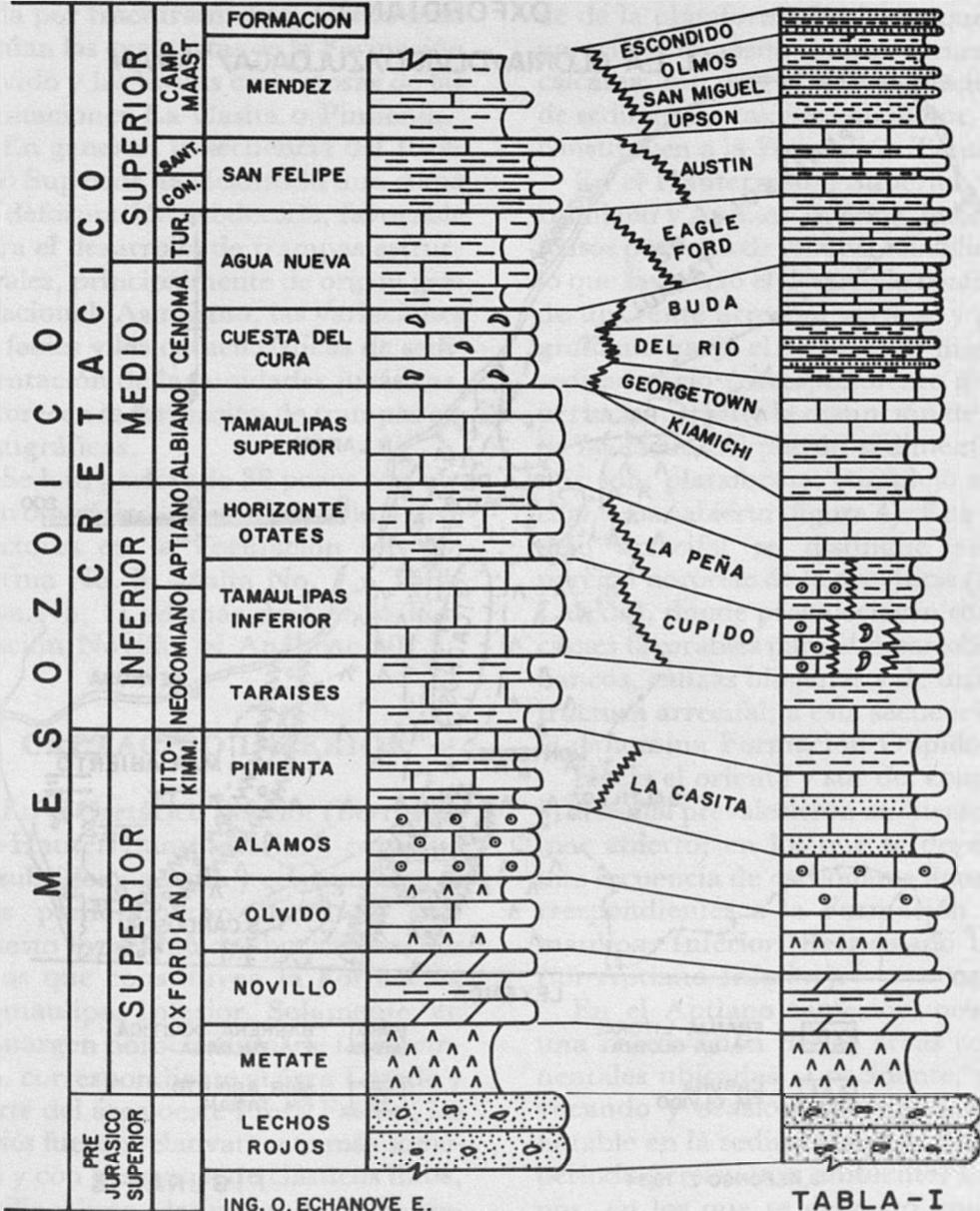
El proceso sedimentario en la Provincia de Burgos, se inició en el Jurásico Superior (Calloviano u Oxfordiano), con el hundimiento lento y paulatino de los paleoelementos Burro-Picachos y San Carlos-Cruillas; co-

rrespondientes al Archipiélago Jurásico de Tamaulipas. El movimiento originó una amplia plataforma sobre la que se realizó una extensa transgresión sobre una superficie erosionada y de relieve moderado, que favoreció el depósito de carbonatos y evaporitas en las zonas marinas-someras. Distinguiéndose presencia de sal y de terrígenos costeros en la periferia de las partes emergidas. Esta secuencia sedimentaria integra a las formaciones Metate, Novillo-Zuloaga y Olvido (figura 3).

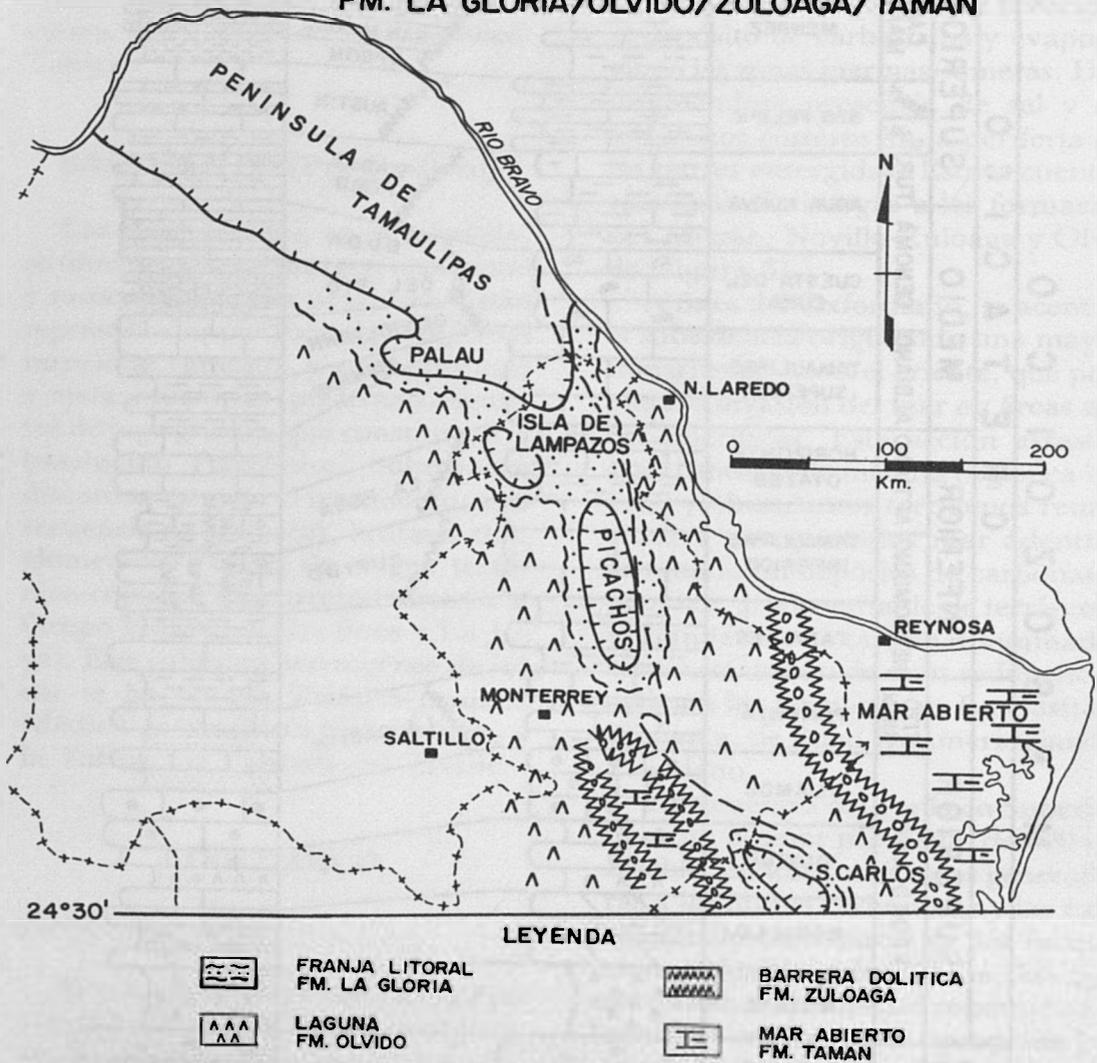
A fines del Oxfordiano, se acentuó la subsidencia originando una mayor transgresión hacia el oriente, que propició la invasión del mar en áreas antes emergidas. Esta acción arrastró gran cantidad de materia orgánica vegetal y abundantes terrígenos removidos y transportados mar adentro, formando un depósito de carbonatos finos con grado variable de terrígenos y abundancia de carbón diseminado. La consolidación de estos sedimentos, define a las formaciones La Casita y Pimienta, de Edad Kimmeridgiano y Titoniano.

La secuencia del Jurásico Superior tiene un espesor promedio de 600 m. Estableciéndose como rocas generadoras a las lutitas carbonosas y las calizas arcillo-carbonosas de las formaciones Novillo y La Casita, las que presentan un abundante contenido orgánico y una madurez apropiada para la generación de hidrocarburos. Asimismo, se consideran como rocas almacenadoras a las dolomías y graine oolítico de las formaciones No-

PROVINCIA DE BURGOS  
COLUMNA ESTRATIGRAFICA COMPUESTA DEL MESOZOICO



PALEOGEOGRAFIA JURASICO - SUPERIOR  
OXFORDIANO  
FM. LA GLORIA/OLVIDO/ZULOAGA/TAMAN



J. ALFONSO Z. 1984

FIGURA - 3

villo-Zuloaga y Olvido, que presentan una porosidad y permeabilidad de regular a baja, la cual se ve incrementada por fracturamiento. Como sello actúan las evaporitas de la Formación Olvido y las lutitas carbonosas de las formaciones La Casita o Pimienta.

En general, la secuencia del Jurásico Superior ha alcanzado una etapa de deformación moderada, favorable para el desarrollo de trampas estructurales, principalmente de origen gravitacional. Asimismo, las variaciones de facies y las características de sedimentación de las unidades jurásicas, favorecen la formación de trampas estratigráficas.

Se han perforado 38 pozos con objetivo jurásico, resultando sólo 3 productores en la Formación Olvido; Lerma No. 3, Malta No. 1 y Talismán No. 1; además de 1 en la Formación Novillo, el Anáhuac-101.

## CRETACICO INFERIOR

En el Cretácico Inferior (Berriasiano-Hauteriviano Inferior), continuó la subsidencia lenta y continua, en la que predominaron facies de mar abierto representadas por carbonatos finos que constituyen la Formación Tamaulipas Inferior. Solamente, en la margen noroccidental de la provincia, correspondiente al área Laredo y parte del área oeste Presa Falcón, las facies fueron relativamente más someras y con presencia de clásticos finos, arcilla y limo, derivadas de algún elemento positivo cercano.

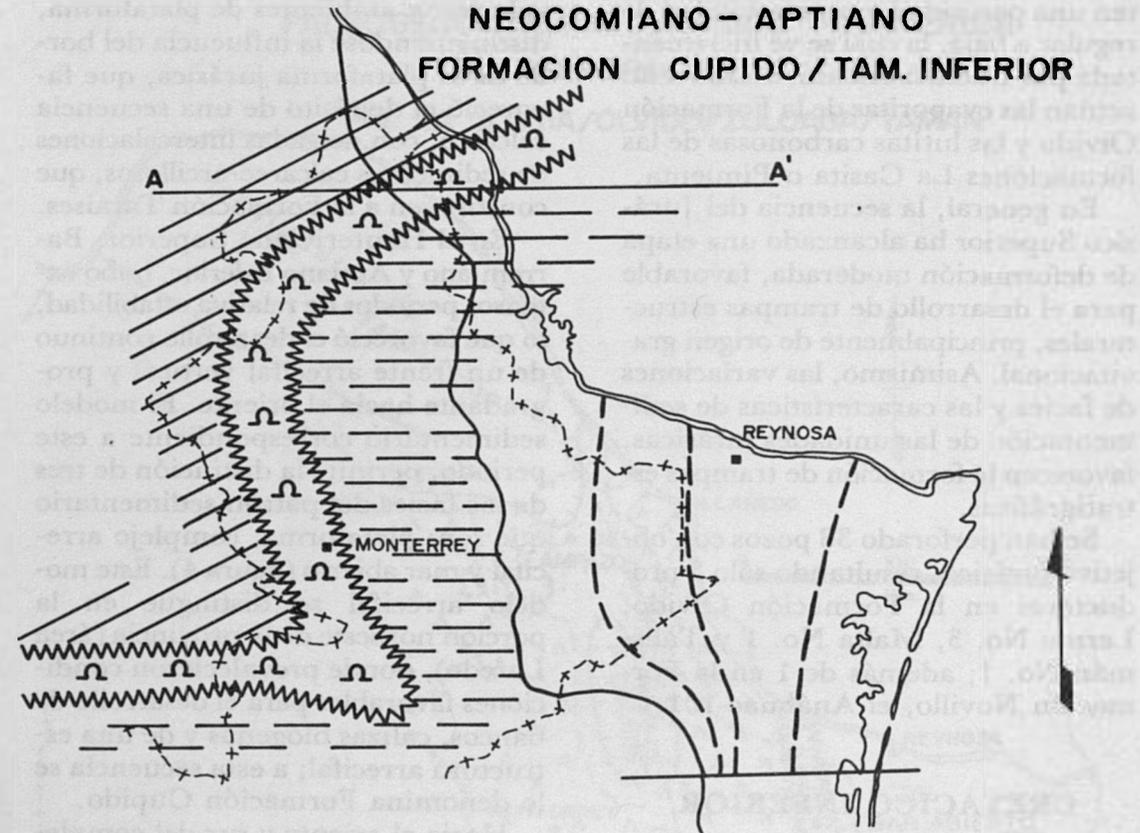
En esta porción de la provincia prevalecieron ambientes de plataforma, distinguiéndose la influencia del borde de la plataforma jurásica, que favoreció el depósito de una secuencia calcárea, con delgadas intercalaciones de sedimentos calcáreo-arcillosos, que constituyen a la Formación Taraises.

En el Hauteriviano Superior, Barremiano y Aptiano Inferior, hubo extensos periodos de relativa estabilidad, lo que favoreció el desarrollo continuo de un frente arrecifal vertical y progradante hacia el oriente. El modelo sedimentario correspondiente a este periodo, permite la distinción de tres de las facies del patrón sedimentario que son: plataforma, complejo arrecifal y mar abierto (figura 4). Este modelo arrecifal se distingue en la porción noroeste de la provincia (área Laredo), donde prevalecieron condiciones favorables para el desarrollo de bancos, calizas biógenas y de una estructura arrecifal; a esta secuencia se le denomina Formación Cupido.

Hacia el oriente y sur del complejo arrecifal prevalecieron ambientes de mar abierto, en los que se depositó una secuencia de carbonatos finos correspondientes a la Formación Tamaulipas Inferior (Berriasiano Inferior-Aptiano Inferior).

En el Aptiano Superior, ocurrió una reactivación de las áreas continentales ubicadas al occidente, provocando y ocasionando un quiebre notable en la sedimentación. En este periodo persistieron ambientes marinos, en los que se depositó una secuencia delgada calcárea-arcillosa y

PALEOGEOGRAFIA CRETACICO-INFERIOR  
 NEOCOMIANO-APTIANO  
 FORMACION CUPIDO / TAM. INFERIOR



LEYENDA

-  PRE-ARRECIFE  
FORM. TAM. INF.
-  COMPLEJO  
ARRECIFAL
-  POST-ARRECIFE  
FORM. CUPIDO

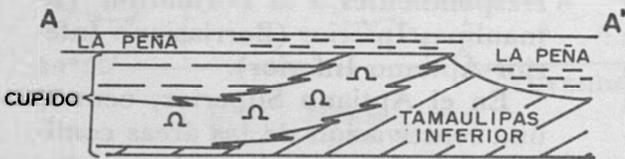


FIGURA - 4

calcáreo-arcillo-carbonosa, con alto contenido de materia orgánica, designándole como Formación La Peña, equivalente al Horizonte Otates. La distribución de estas formaciones está íntimamente ligada al comportamiento de la formación subyacente (Cupido/Tamaulipas Inferior); de tal forma, la Formación La Peña sobreyace a las facies arrecifales y de plataforma de la Formación Cupido (área Laredo); mientras que el Horizonte Otates sobreyace a las facies de mar abierto de la Formación Tamaulipas Inferior en el resto de la provincia.

## CRETACICO MEDIO

En el Cretácico-Medio, durante el Albiano Inferior-Medio, aumenta el ritmo de la subsidencia y se incrementa el efecto transgresivo de los mares hacia el poniente. En este periodo, se establece una amplia y extensa plataforma de bajo relieve y de hundimiento lento, en la que predominaron ambientes marinos externos a mar abierto. En este ambiente se depositó una potente secuencia de carbonatos finos (lodos calcáreos) con nódulos de pedernal y abundante presencia del foraminífero *Colomiella sp.* Esta secuencia es de estratificación media a gruesa y se le define como Formación Tamaulipas Superior (figura 5).

En el Albiano Superior y Cenomaniano Inferior, disminuye el ritmo de subsidencia, con periodos de equilibrio, que originan una marcada dis-

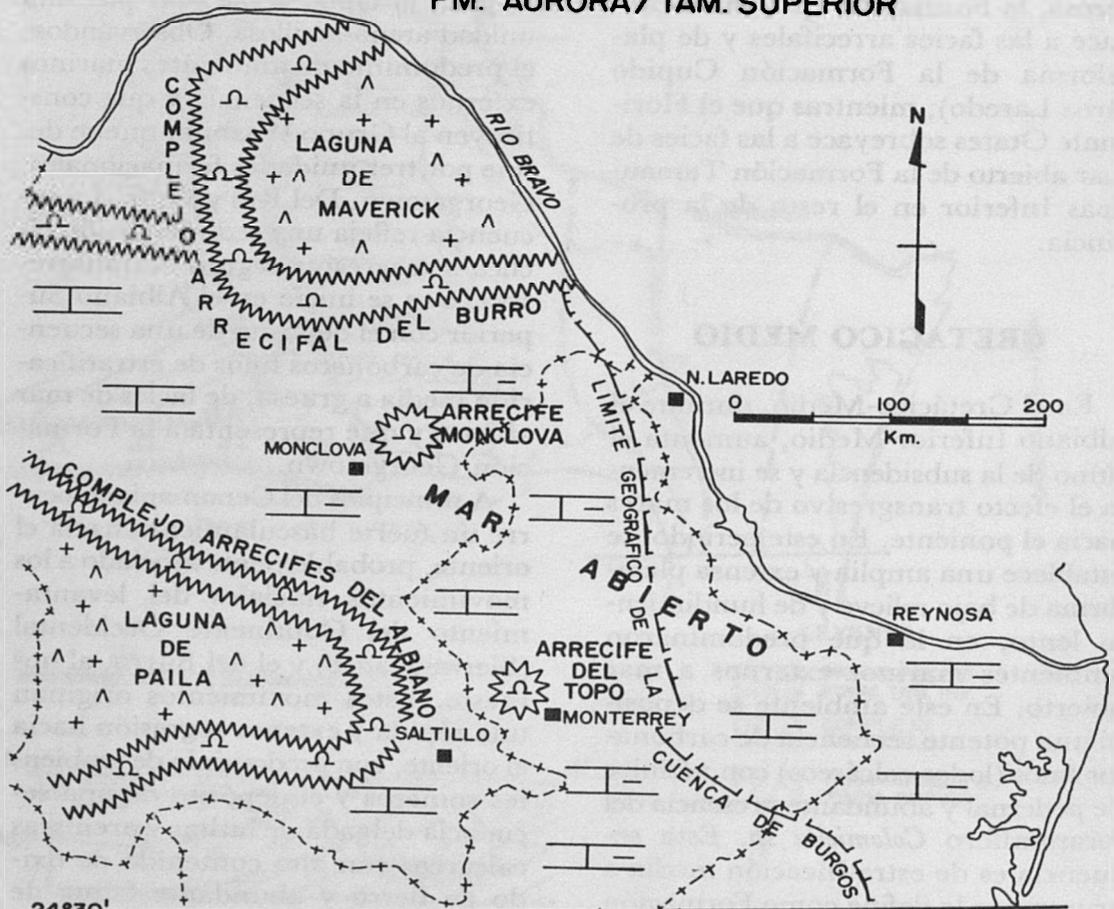
tribución sedimentario-estratigráfica entre la porción noroccidental de la provincia (áreas Laredo y oeste Presa Falcón), con el resto de la margen occidental de la provincia.

En esta época (en las áreas Laredo y oeste Presa Falcón), se define una secuencia tripartita; calcárea en la base y en la cima, separadas por una unidad areno-arcillosa. Observándose el predominio de ambientes marinos externos en la secuencia y que constituyen al Grupo Washita, que se define por tres unidades formacionales; Georgetown, Del Río y Buda. La secuencia refleja una sedimentación cíclica transgresiva-regresiva-transgresiva, que se inicia en el Albiano Superior con el depósito de una secuencia de carbonatos finos de estratificación media a gruesa, de facies de mar abierto y que representa a la Formación Georgetown.

A principios del Cenomaniano ocurre un fuerte basculamiento hacia el oriente, probablemente asociado a los movimientos iniciales del levantamiento del Continente Occidental (Sierra Madre) y el del Burro, al noroeste. Estos movimientos originan una rápida y extensa regresión hacia el oriente, con predominio de ambientes someros y el depósito de una secuencia delgada de lutitas y areniscas calcáreas con alto contenido de óxido de hierro y abundante fauna de aguas someras y templadas, representativa de la Formación Del Río. A esta unidad media del Grupo Washita, le precede una secuencia calcárea de carbonatos finos de estratificación me-

PALEOGEOGRAFIA CRETACICO - MEDIO  
ALBIANO

FM. AURORA / TAM. SUPERIOR



LEYENDA



COMPLEJO ARRECIFAL



FACIES LAGUNARES



FACIES DE MAR ABIERTO

dia a gruesa de plataforma externa, lo que refleja el ciclo transgresivo del Cenomaniano Medio y que define a la unidad superior del Grupo Washita. En el resto de la provincia, margen occidental y porción sur-suroeste (áreas China, sur de San Fernando y San José de las Rusias), predominaron facies de mar abierto durante el Albiano Superior y Cenomaniano Inferior. En este periodo se deposita una secuencia equivalente al Grupo Washita, correspondiente a una potente sección de carbonatos finos y lodos calcáreos negros, de estratificación delgada a media, con bandas pseudoestratificadas de pedernal gris a negro y que se designa como Formación Cuesta del Cura. Hacia el oriente, en el sentido de la cuenca, las facies se tornan gradualmente más profundas, distinguiéndose una secuencia de lodos calcáreos finos, de estratificación media a gruesa, y que corresponde a un depósito continuo e ininterrumpido del Albiano hasta el Cenomaniano Inferior; a toda la secuencia se le designa Formación Tamaulipas Superior.

## CRETACICO SUPERIOR

En el Cretácico Superior, continúa el levantamiento y/o basculamiento regional del Continente Occidental (Sierra Madre) y el retiro gradual de los mares hacia el oriente. En este marco regresivo, durante el Cenomaniano Superior y Turoniano, existió un ambiente marino de aguas some

ras en el que se depositó una potente secuencia de sedimentos predominantemente arcillo-carbonosos con alto contenido de materia orgánica y con intercalaciones calcáreo-arcillosas, de estratificación delgada. A esta secuencia en la porción noroeste de la provincia (área Laredo), se le denomina Formación Eagle Ford y en el resto de la provincia Formación Agua Nueva.

En el Coniaciano y Santoniano las características regresivas se tornan moderadas y se deposita una secuencia predominantemente calcáreo-arcillosa con intercalaciones de sedimentos calcáreos finos, de estratificación delgada a media y que representan a la Formación Austin en la porción noroccidental de la provincia (área Laredo); mientras que en el resto se le conoce como Formación San Felipe.

Durante el Campaniano y Maestrichtiano, continuó el movimiento regresivo con periodos de reactivación y oscilaciones del fondo marino. Estableciéndose en la porción noroccidental de la provincia (área Laredo), condiciones de una plataforma oscilante, de ambientes marinos internos a medios e inclusive externos; mientras que en el resto de la provincia, las condiciones fueron de mar abierto y de aguas profundas. En el área Laredo se depositó una potente secuencia arcillo-arenosa, con intercalaciones variables de cuerpos arenosos de espesor delgado a medio y con la presencia de capas delgadas a medias de carbón. En esta secuencia se distinguen 4 unidades formacionales;

Upson y San Miguel, correspondientes al Grupo Taylor del Campaniano y Olmos y Escondido, que corresponden al Grupo Navarro del Maestrichiano. La secuencia se inicia con el depósito de una sección arcillo-arenosa, de estratificación delgada a media y de plataforma media a externa, que se le denomina Formación Upson. Posteriormente, ocurre un nuevo movimiento ascendente que favorece el desarrollo de cuerpos arenosos de características fluvio-deltaicas y de barras marinas costeras; a esta unidad se le designa Formación San Miguel. Sobreyaciendo a esta sección, se forma un complejo deltaico progradante hacia el oriente, reflejo del predominio de ambientes mixtos y marinosomeros, que favorecen el desarrollo de cuerpos arenosos atractivos, así como el de 2 horizontes de carbón de espesor medio a grueso, intercalados en la sección arcillo-arenosa y que constituyen a la Formación Olmos (figura 6).

Finalmente, el ciclo sedimentario del Cretácico Superior en el área Laredo, está representado por una sección arcillo-arenosa de estratificación media a gruesa, de ambientes marinos medios a externos y que corresponde al final del ciclo sedimentario del Cretácico y se le designa Formación Escondido.

En el resto de la Provincia de Burgos, en este mismo periodo prevalecieron condiciones de mar abierto y de aguas profundas, en el cual se depositó una potente secuencia calcáreo-arcillosa, de tipo margas y de estrati-

ficación media a gruesa equivalente al Grupo Navarro-Taylor y que se denomina Formación Méndez. Esta unidad se distingue por el aspecto nodular de las lutitas y la presencia abundante de globotruncanidos de mar abierto.

Como principales rocas generadoras de hidrocarburos en el Cretácico, se consideran a las lutitas carbonosas y calizas arcillosas de las formaciones Taraises y La Peña del Cretácico Inferior, y la Agua Nueva/Eagle Ford del Cretácico Superior.

Ambas secuencias contienen suficiente materia orgánica predominantemente de tipo maderáceo, herbáceo y amorfo, con una madurez térmica de 2 a 3 I.A.T. y con probable generación de gas dulce y condensado, presencia de aceite ligero y gas amargo subordinado. Como roca almacenadora, se considera principalmente al Complejo Arrecifal "Cupido" del Cretácico Inferior, el cual presenta porosidad y permeabilidad adecuadas. El resto de la secuencia cretácica presenta muy baja permeabilidad, sobresaliendo sólo la secundaria inducida por fracturamiento. El sello es de primer orden y lo constituyen las lutitas calcáreas de las formaciones La Peña y Méndez, del Cretácico Inferior y Superior, respectivamente.

La deformación estructural observada en las rocas cretácicas de la provincia, es en general, moderada; originada por una tectónica de tipo normal-gravitacional y de basculamiento hacia la cuenca. Sin embargo, dentro de este modelo estructural

PALEOGEOGRAFIA CRETACICO - SUPERIOR  
 CAMPANIANO - MAESTRICHTIANO  
 FORMACION PARRAS DIFUNTA / MENDEZ

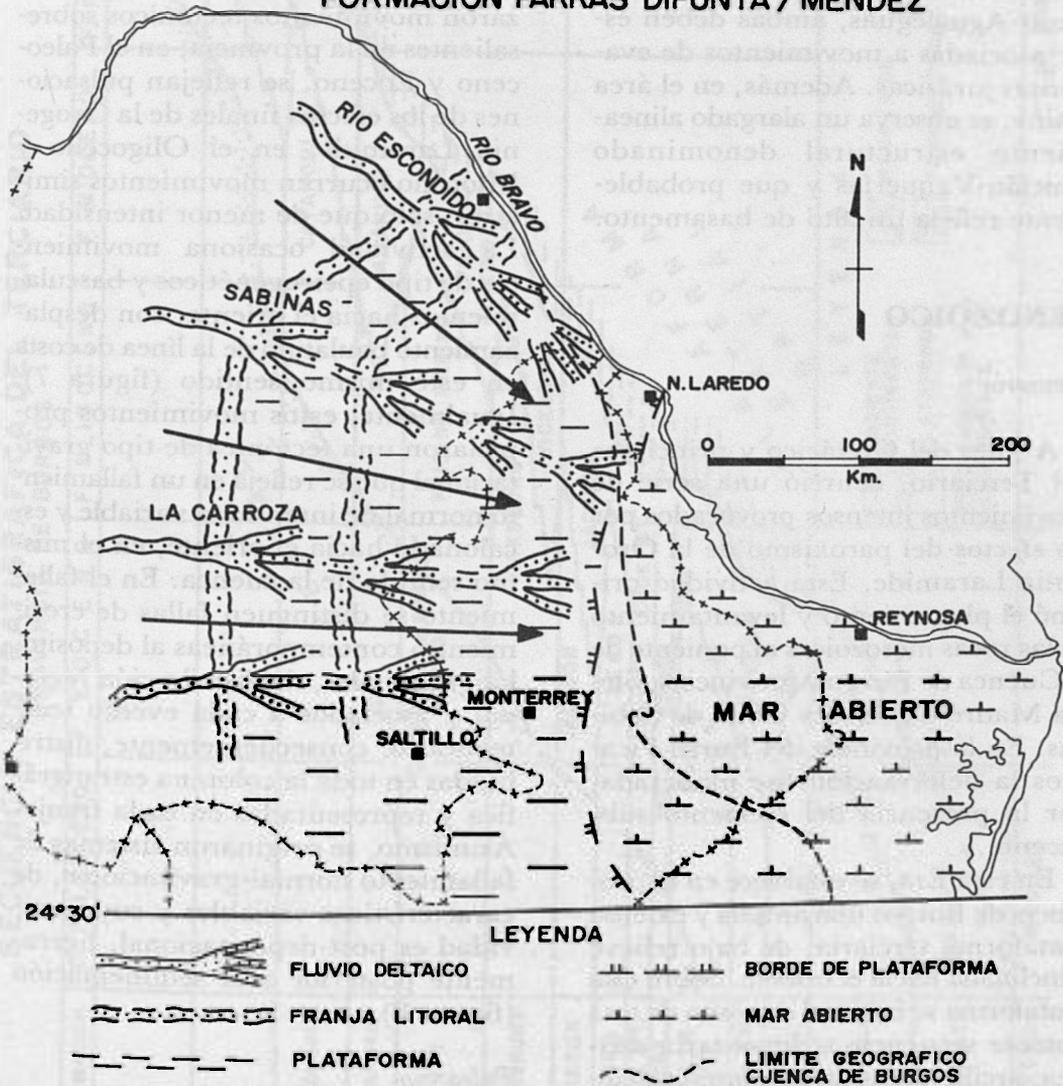


FIGURA - 6

O.ECHANOVE 1987

moderado, sobresale una estructura de tipo dómico en el área Laredo; Totonaca-Moroco y una estructura de colapso en el área Oeste Presa Falcón; Parás-Agualeguas, ambas deben estar asociadas a movimientos de evaporitas jurásicas. Además, en el área China, se observa un alargado alineamiento estructural denominado Chiclán-Vaquerías y que probablemente refleja un alto de basamento.

## CENOZOICO

### *Terciario*

A fines del Cretácico y principios del Terciario, ocurrió una serie de movimientos intensos provocados por los efectos del paroxismo de la Orogenia Laramide. Esta actividad originó el plegamiento y levantamiento de las rocas mesozoicas al poniente de la Cuenca de Burgos; provincias: Sierra Madre Oriental y Golfo de Sabinas. En la provincia del Burro-Picachos la deformación fue moderada, por la presencia del elemento subyacente.

En esta Era, se establece en la provincia de Burgos una amplia y extensa plataforma terciaria, de bajo relieve e inclinada hacia el oriente. Sobre esta plataforma se inicia el depósito de una potente secuencia sedimentaria clásica, arcillo-arenosa, con intercalaciones variables de cuerpos arenosos delgados a medios, de origen múltiple. La sedimentación fue principalmente marina somera y de carácter

cíclico, transgresivo-regresivo, constituyendo una marcada progradación secuencial hacia el oriente (tabla II).

Durante el Terciario, no se realizaron movimientos tectónicos sobresalientes en la provincia; en el Paleoceno y Eoceno, se reflejan pulsaciones de los efectos finales de la Orogenia Laramide; en el Oligoceno y Mioceno ocurren movimientos similares, sólo que de menor intensidad. La actividad ocasiona movimientos de tipo epirogenéticos y basculamientos hacia el oriente, con desplazamiento paulatino de la línea de costa en este mismo sentido (figura 7). Igualmente, estos movimientos propiciaron una tectónica de tipo gravitacional que se refleja en un fallamiento normal de intensidad variable y escalonado hacia el oriente, en el mismo sentido de la cuenca. En el fallamiento se distinguen fallas de crecimiento, contemporáneas al depósito, longitudinales, de distribución regional y asociados a cada evento sedimentario; consecuentemente, distribuidas en toda la columna estratigráfica y representadas en cada franja. Asimismo, se originaron sistemas de fallamiento normal-gravitacional, de características variables y cuya actividad es post-depositacional, ligeramente posterior a la sedimentación (figura 8).

### *Paleoceno*

En el Paleoceno se inicia una gran transgresión hacia el poniente, que favorece el depósito discordante de are-

# SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DEL TERCIARIO PROVINCIA DE BURGOS

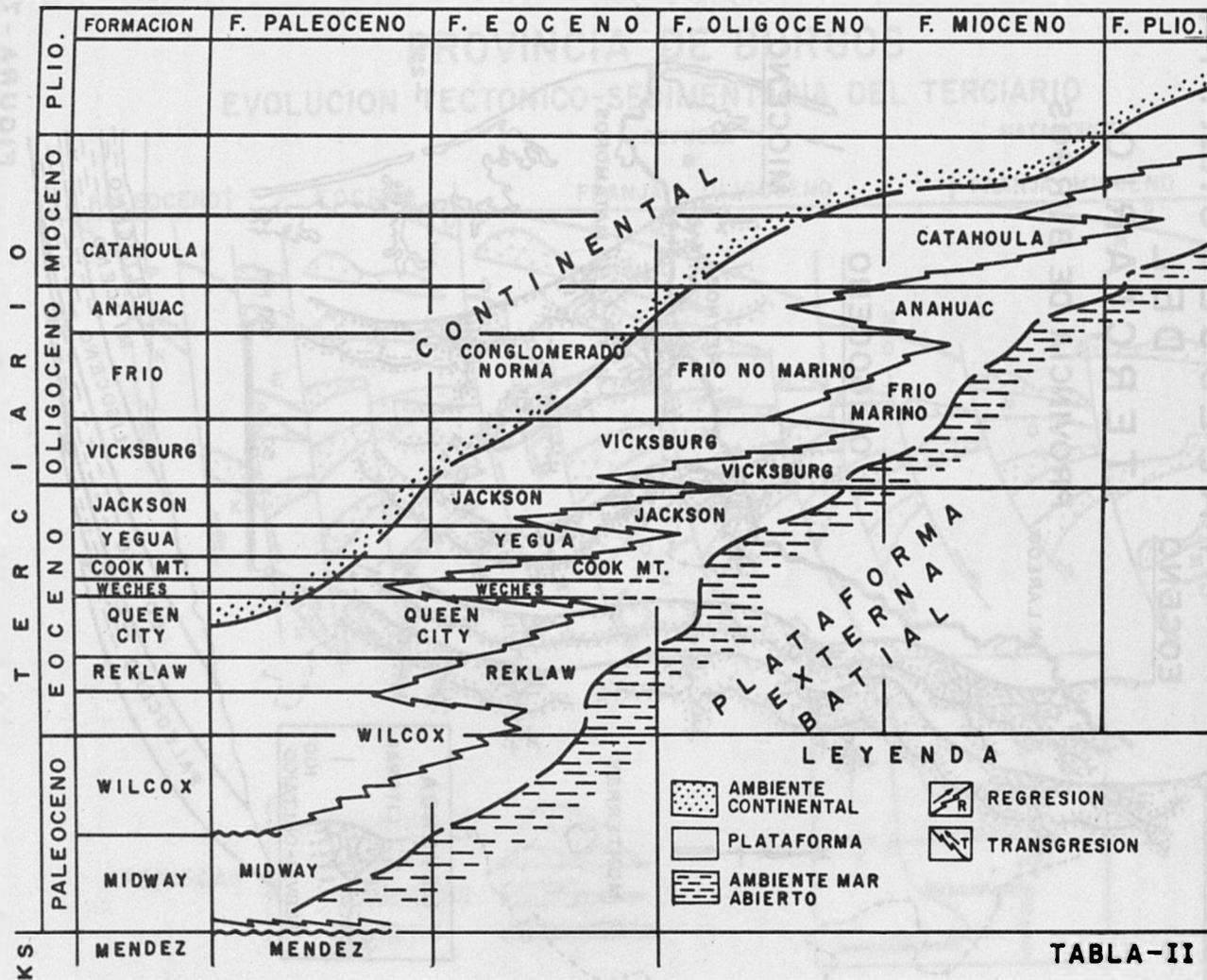


TABLA-II

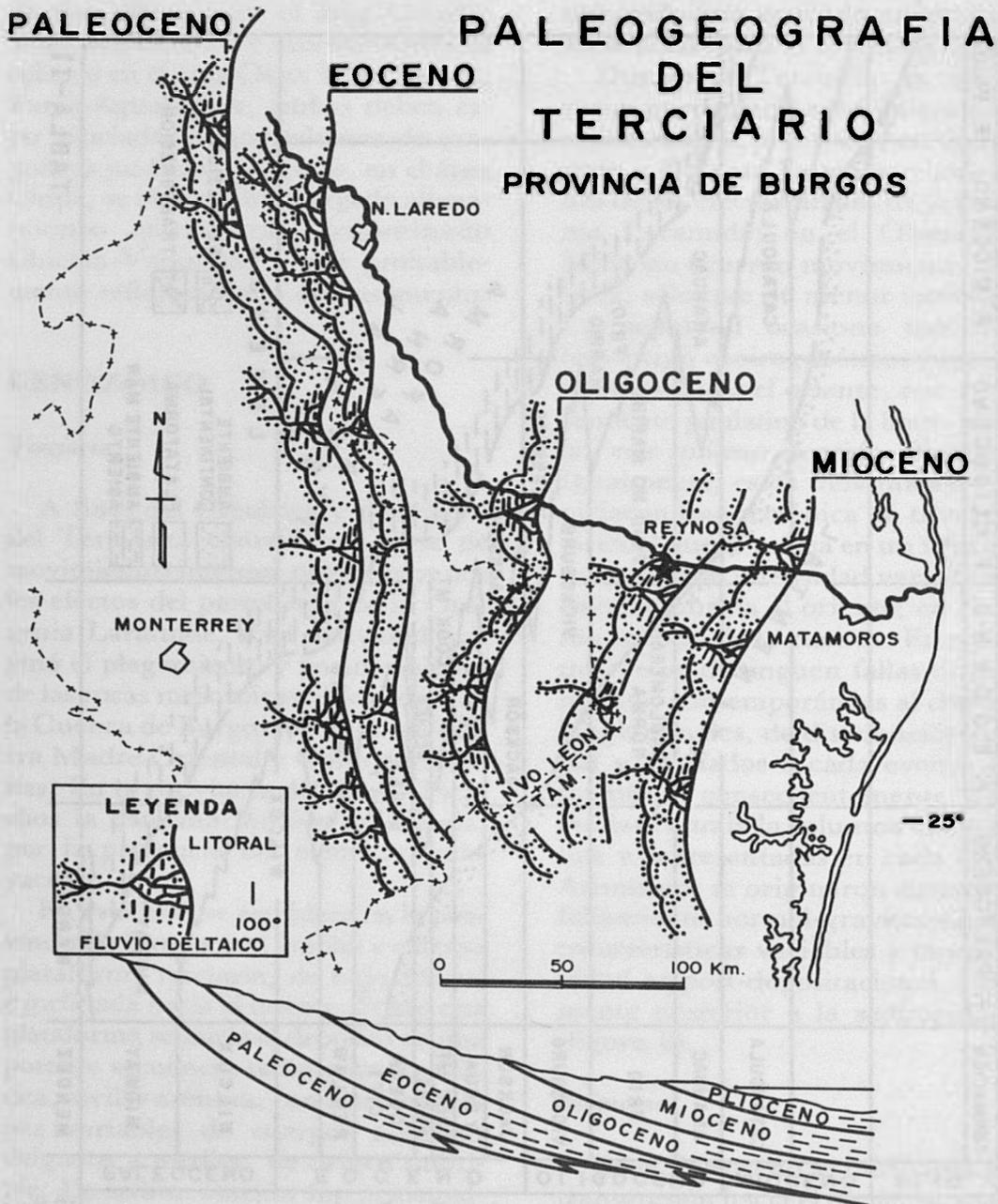


FIGURA - 7

# PROVINCIA DE BURGOS

## EVOLUCION TECTONICO-SEDIMENTARIA DEL TERCIARIO

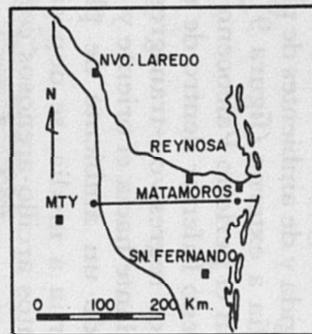
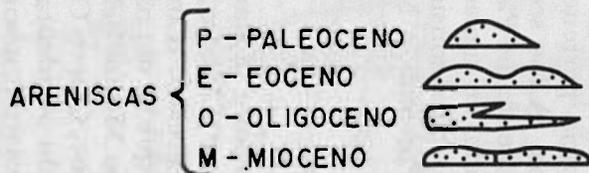
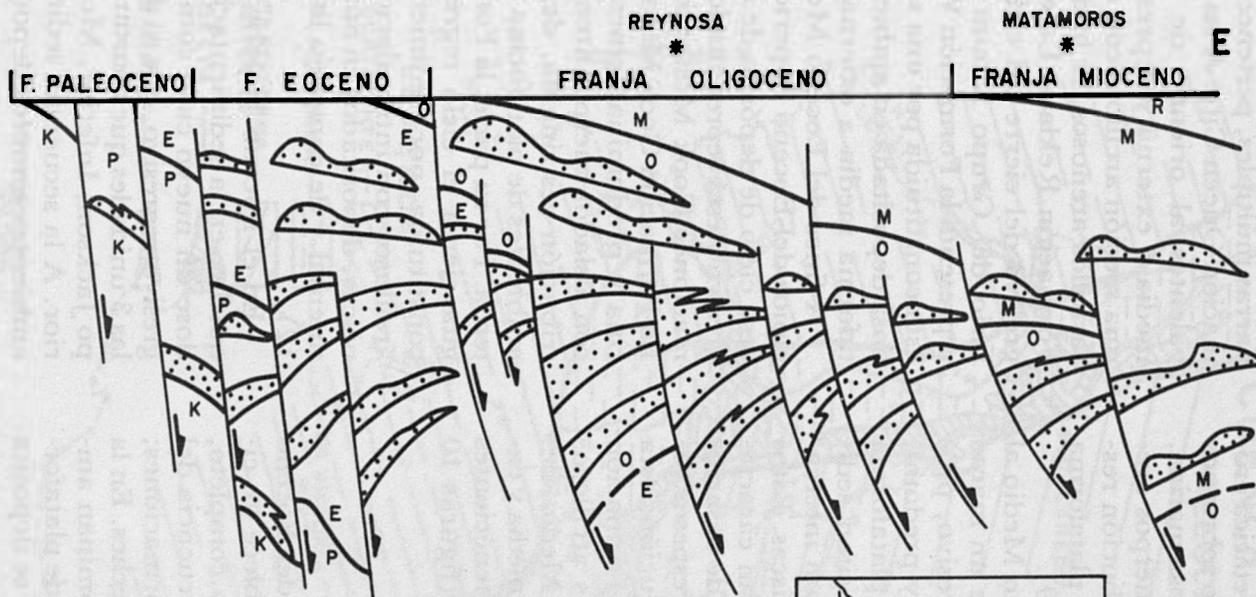


FIGURA - 8

niscas basales y de ambientes someros, sobre una superficie cretácica erosionada. A este depósito, lo sobreyace una secuencia arcillo-arenosa marina, con aislados y delgados cuerpos arenosos alargados, de distribución restringida y de ambientes de plataforma media a externa (figura 9).

En el periodo Paleoceno Medio al Eoceno Inferior dentro de un marco cíclico regresivo—transgresivo, progradante hacia el oriente y predominando un ambiente de plataforma interna a media, se depositan sedimentos arcillo-arenosos con intercalaciones variables de areniscas. Estos cuerpos arenosos presentan características de barras costeras de desarrollo múltiple, alargadas, de espesor variable y de amplia distribución; esta secuencia pertenece a la Formación Wilcox. A los sedimentos arcillosos equivalente del Paleoceno Medio, depositados en la plataforma media y externa, se les considera pertenecientes a la Formación Midway (figuras 10 y 11).

### *Eoceno*

Durante la parte alta del Eoceno Inferior y Medio, se establece un ciclo regresivo-transgresivo completo, en el que se deposita la secuencia del Grupo Mount Selman, formaciones; Reklaw, Queen City y Weches. En la porción occidental, predominan ambientes mixtos/someros y de plataforma interna, sobre los que se deposita una secuencia areno-arcillosa con numerosos desarrollos arenosos interca-

lados, correspondientes a sistemas de barras múltiples, pertenecen a la Formación Queen City. A las facies equivalentes al oriente, de plataforma media a externa y representada por una sección arcillosa con aislados desarrollos arenosos, se le define como Formación Reklaw. La etapa transgresiva del cierre del ciclo sedimentario del Grupo Mount Selman lo representa la Formación Weches, que esta constituida por una sección arcillosa depositada en ambientes de plataforma media a externa.

A fines del Eoceno Medio y principios del Eoceno Superior, se inicia otro ciclo de depósito de carácter regresivo y está representado por las formaciones Cook Mountain y Yegua. La Formación Cook Mountain es marina y predominantemente arcillosa con aislados cuerpos arenosos de distribución restringida, depositada en ambientes de plataforma media a externa. Por su parte, la Formación Yegua cierra el ciclo regresivo y está constituida por sedimentos areno-arcillosos con intercalaciones de areniscas, depositados en ambiente continental y de complejo litoral (figura 12).

En el Eoceno Superior ocurre un quiebre en la sedimentación, iniciándose un nuevo ciclo completo transgresivo-regresivo, que se distingue por las 3 unidades que constituyen al Grupo Jackson; Inferior, Medio y Superior. A la secuencia sedimentaria de ambientes someros depositados en la etapa inicial transgresiva del ciclo, se le define como Formación Jackson In-

# CUENCA DE BURGOS PALEOCENO BASAL

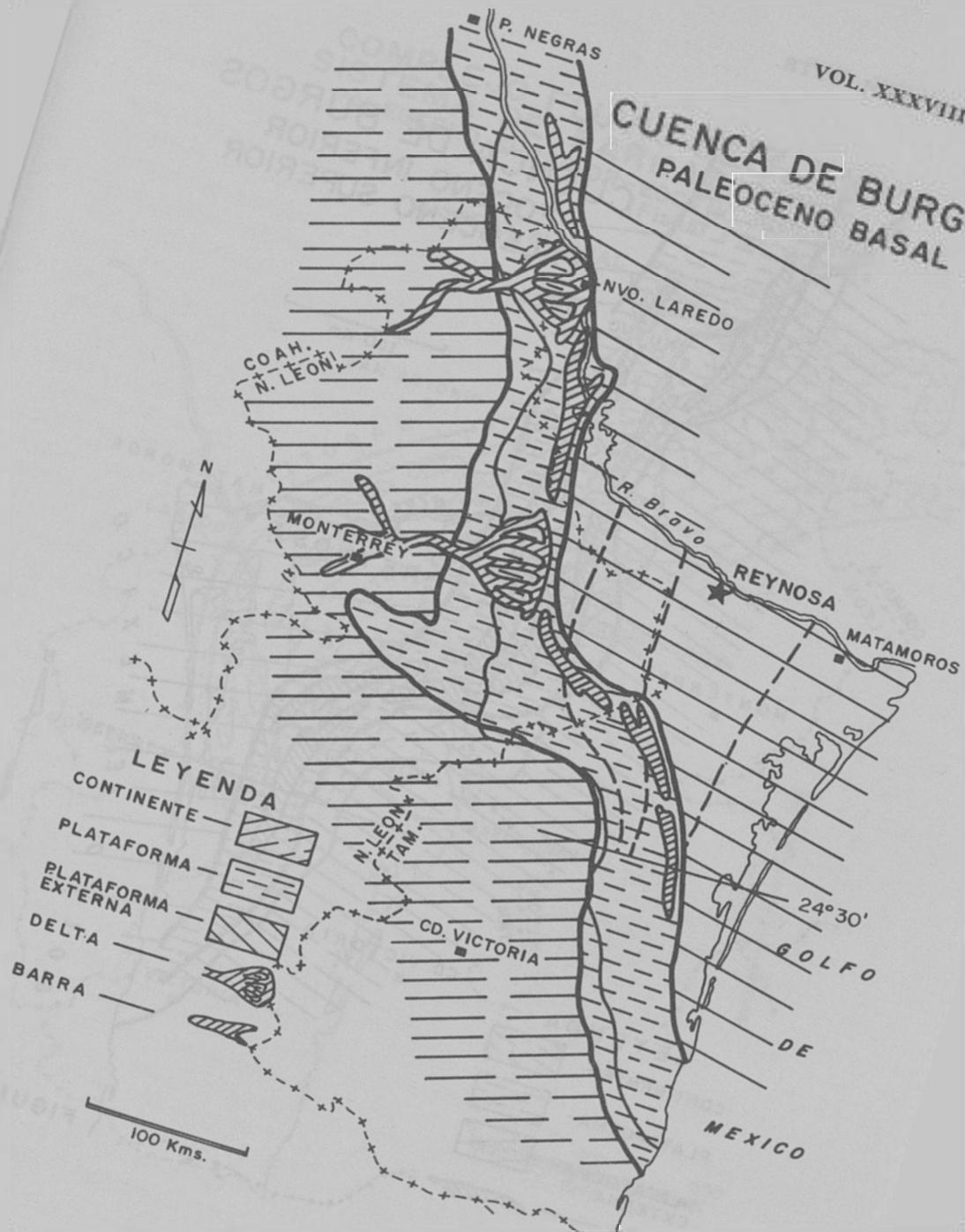
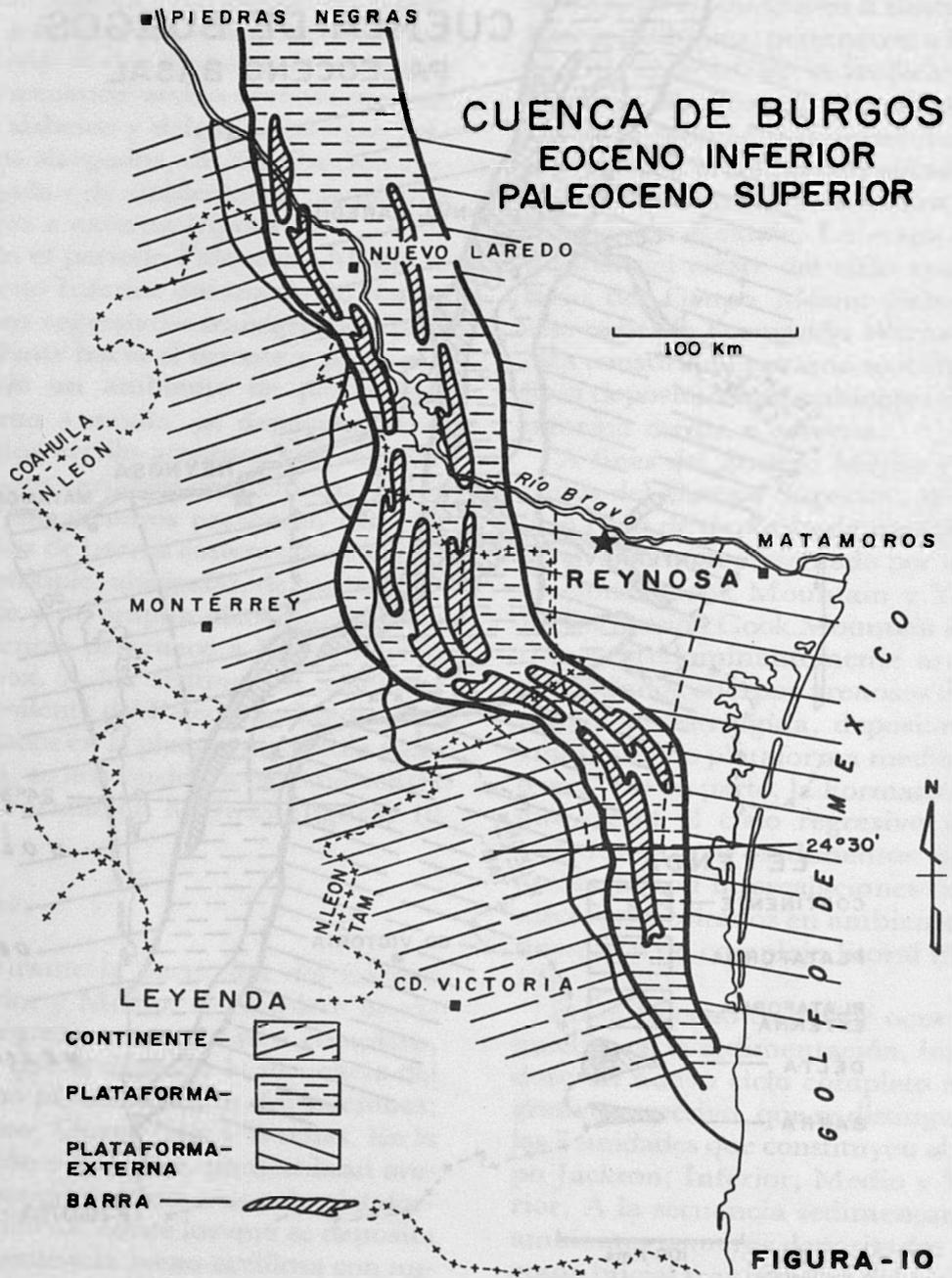


FIGURA-9



# COMPLEJO FLUVIO DELTAICO Y SISTEMA DE BARRAS COTULLA PALEOCENO SUPERIOR-EOCENO INFERIOR (Fisher & Mc. Gowen)

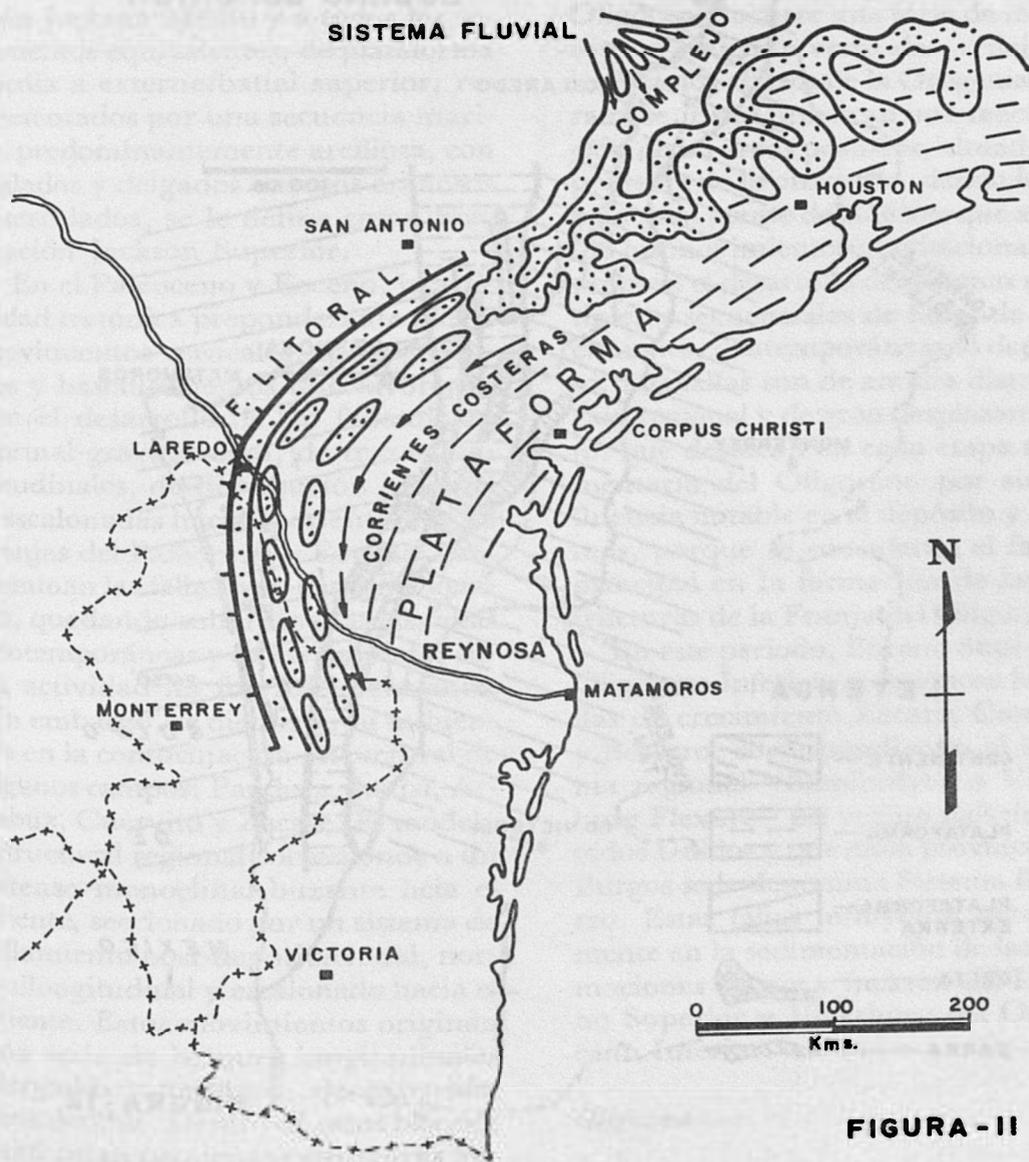
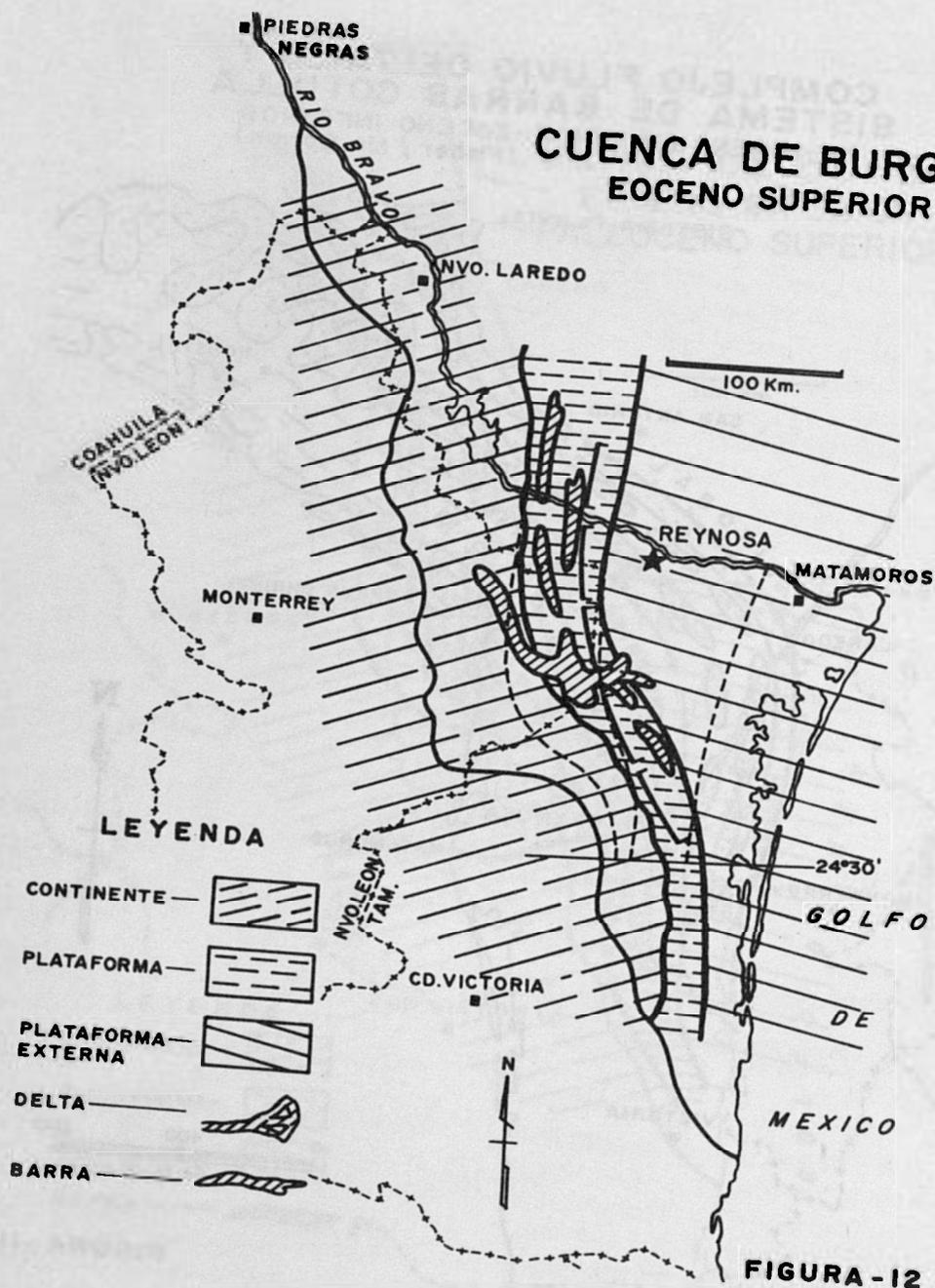


FIGURA - II



ferior. A la secuencia sedimentaria precedente, regresivo progradante del ciclo correspondiente a una sección areno-arcillosa de ambientes mixtos e internos, se le designa como Formación Jackson Medio y a todos los sedimentos equivalentes, de plataforma media a externa/batial superior, representados por una secuencia marina predominantemente arcillosa, con aislados y delgados cuerpos arenosos intercalados, se le define como Formación Jackson Superior.

En el Paleoceno y Eoceno, la actividad tectónica preponderante fue de movimientos verticales, epeirogenéticos y basculamientos que favorecieron el desarrollo de un fallamiento normal-gravitacional, de trazas longitudinales, de distribución regional y escalonadas hacia el oriente. En las franjas del Paleoceno y Eoceno, predominan las fallas post-depositacionales, quedando subordinadas las fallas contemporáneas y de crecimiento, cuya actividad no fue muy relevante. Sin embargo, se distingue su influencia en la conformación estructural de algunos campos: Pandura, Jaujal, Arcabuz, Cuervito y Zacate. El modelo estructural regional corresponde a un extenso monoclinal buzante hacia el oriente, seccionado por un sistema de fallamiento post-depositacional, normal-longitudinal y escalonado hacia el oriente. Estos movimientos originan una serie de bloques longitudinales alargados y angostos, de extensión considerable. Dentro de estos bloques conforman pequeñas estructuras anticlinales de cierre pequeño (Arcos,

Viboritas, Culebra, Cuervito, etc.), o bien, cierres contra falla de escaso desarrollo (Picadillo, Carretas Moja-reñas, Benavides, Palmito, etc.).

A fines del Eoceno y principios del Oligoceno, ocurre una serie de intensos movimientos verticales, reflejo de los últimos efectos de la Orogenia Laramide. Estos provocan una reactivación de las áreas positivas, situadas al poniente de la provincia, dando lugar a un gran aporte de clásticos que acentúa los movimientos gravitacionales y propicia el desarrollo de sistemas múltiples y secuenciales de fallas de crecimiento, contemporáneas al depósito. Las fallas son de amplia distribución regional y de gran desplazamiento, que destacan en cada etapa sedimentaria del Oligoceno por su influencia notable en el depósito y además, porque se consideran el factor principal en la formación de las estructuras de la Franja del Oligoceno.

En este periodo, Eoceno Superior-Oligoceno Inferior, se producen las fallas de crecimiento Zacate, Comitas y Becerro, correspondientes al sistema regional "Samfordyce o Vicksburg Flexure" del vecino país de Estados Unidos y que en la provincia de Burgos se le denomina Sistema Becerro. Estas fallas influyeron notablemente en la sedimentación de las formaciones Yegua y Jackson del Eoceno Superior y Vicksburg del Oligoceno Inferior.

#### *Oligoceno*

En la Franja del Oligoceno, los sis-

temas de fallas de crecimiento son secuenciales hacia el oriente y forman una serie de bloques alargados y sub-paralelos, de extensión regional y escalonados estratigráficamente en este mismo sentido, siendo el más antiguo al poniente y el más joven hacia el oriente. Estas fallas oligocénicas de gran importancia se les designa, de poniente a oriente; Falla Becerro (Oligoceno Inferior y Medio), Falla McAllen-Reynosa (Oligoceno Inferior y Medio), Falla Altamirano (Oligoceno Inferior y Superior), Falla Brasil (Oligoceno Superior), Falla 18 de Marzo (Oligoceno Superior) y Falla Rosita (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior) (figura 13).

En el Oligoceno Inferior, se inicia una amplia y extensa transgresión hacia el poniente, cuyo avance llega a cubrir casi totalmente la Franja del Eoceno (figura 14). Durante el Oligoceno Inferior se tiene la actividad secuencial de las fallas de crecimiento pertenecientes al Sistema Becerro y las del Sistema McAllen-Reynosa. Esta actividad, en combinación con las oscilaciones frecuentes de la línea de costa, da lugar al depósito de una secuencia sedimentaria en ambientes desde litoral-marginal hasta nerítico externo y/o batial superior (figura 15). Esta secuencia representa a la Formación Vicksburg y está compuesta por una alternancia de areniscas y lutitas, cuya relación varía de acuerdo al ambiente de depósito, siendo mayor la presencia de areniscas hacia el occidente, disminuyendo hacia la Cuenca al oriente. Lo notable es el engrosa-

miento y limpieza de las areniscas sobre los bloques bajos de las fallas de crecimiento.

A fines del Oligoceno Inferior y principios del Oligoceno Medio, culmina la etapa transgresiva y se inicia una extensa regresión, provocada por un gran levantamiento y rejuvenecimiento de las áreas positivas, situadas al poniente, que origina la retirada de los mares hacia el oriente y una gran afluencia de clásticos terrígenos hacia la cuenca, transportados por corrientes fluviales que favorecieron el desarrollo de abanicos aluviales, complejos fluvio-deltáicos y sistemas de barras de barrera, en una etapa regresiva-progradante. En esta época se depositan sedimentos predominantemente clásticos; conglomerados, areniscas y lutitas con numerosas intercalaciones de cuerpos arenosos de origen variable. Esta secuencia cubre un modelo sedimentario completo, con ambientes continental/mixto, dominantes en el poniente, que gradúan lateralmente hacia el oriente a los ambientes marinos litoral o plataforma interna y de plataforma media a externa/batial; y que representan a las unidades formacionales equivalentes Conglomerado Norma, Frío No Marino y Frío Marino, respectivamente. En este ciclo sedimentario se distingue la influencia de las fallas de crecimiento; Becerro, que afecta al Conglomerado Norma; McAllen-Reynosa, al Frío No Marino y Altamirano-Brasil, al Frío Marino (figuras 16 y 17).

Sobre la margen occidental de la Franja del Oligoceno, se deposita una

# CUENCA DE BURGOS FRANJA OLIGOCENO SISTEMA DE FALLAS DE CRECIMIENTO DEL OLIG. Y DISTRIBUCION DE LOS DISTINTOS BLOQUES

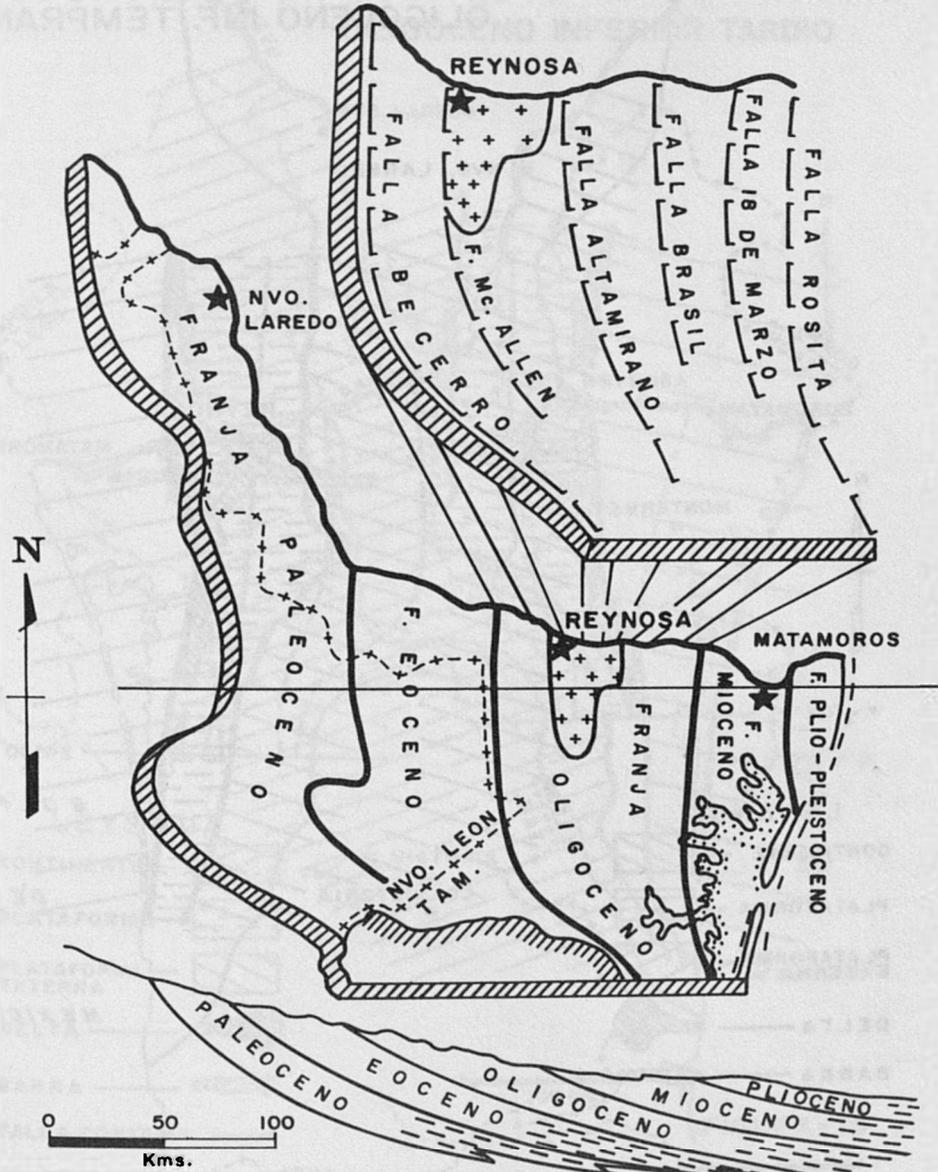
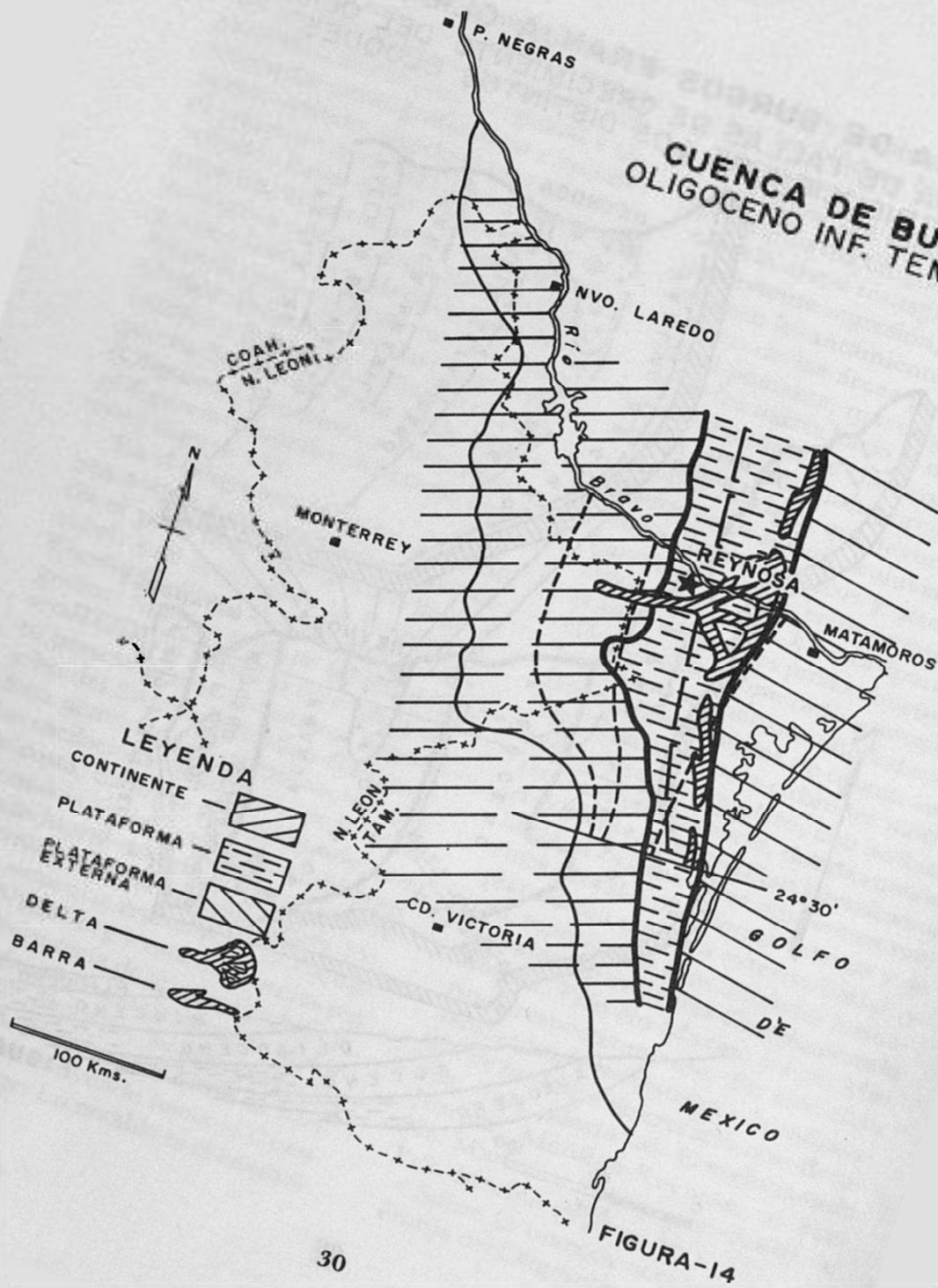


FIGURA-13

# CUENCA DE BURGOS OLIGOCENO INF. TEMPRANO



# CUENCA DE BURGOS OLIGOCENO INFERIOR TARDIO

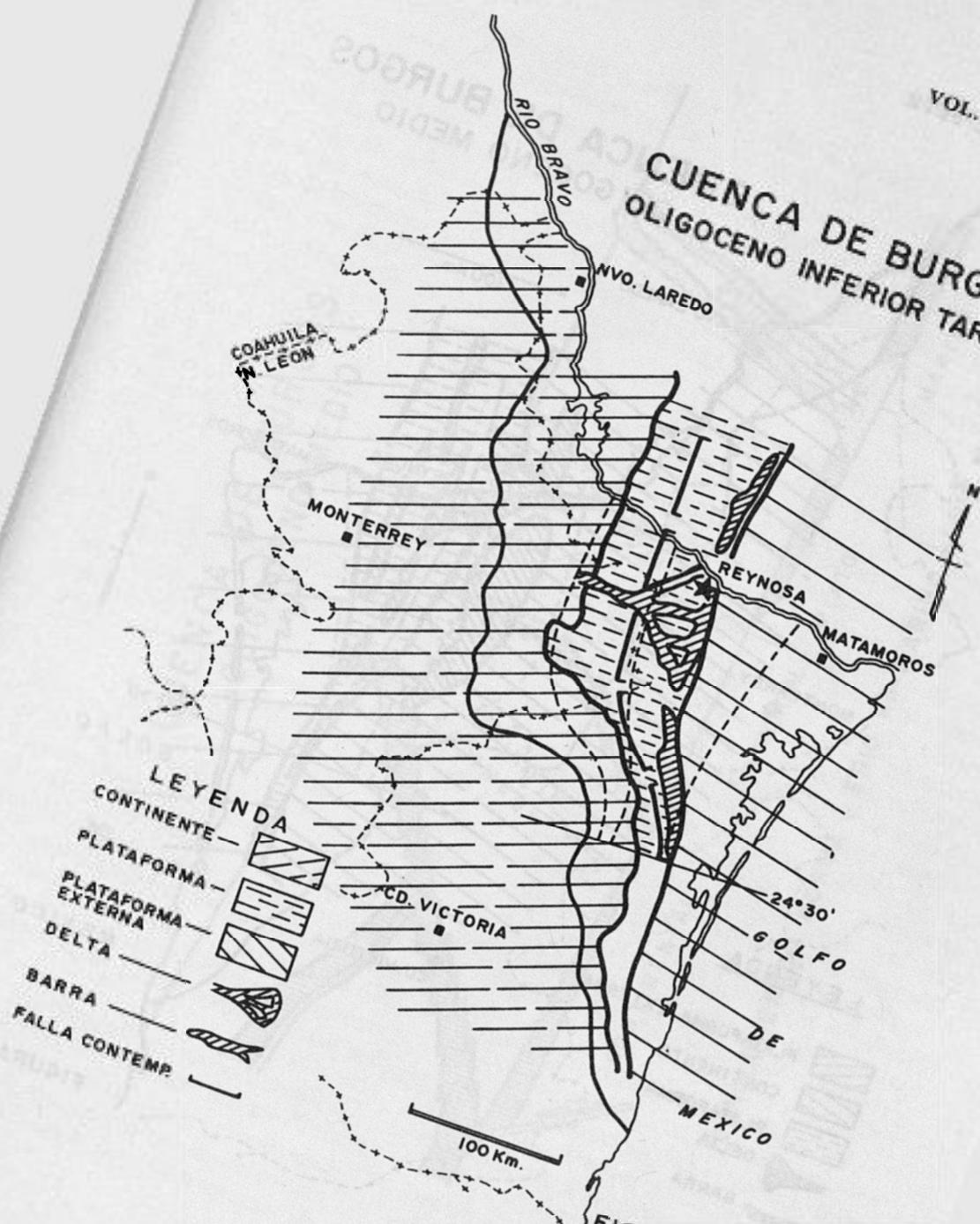
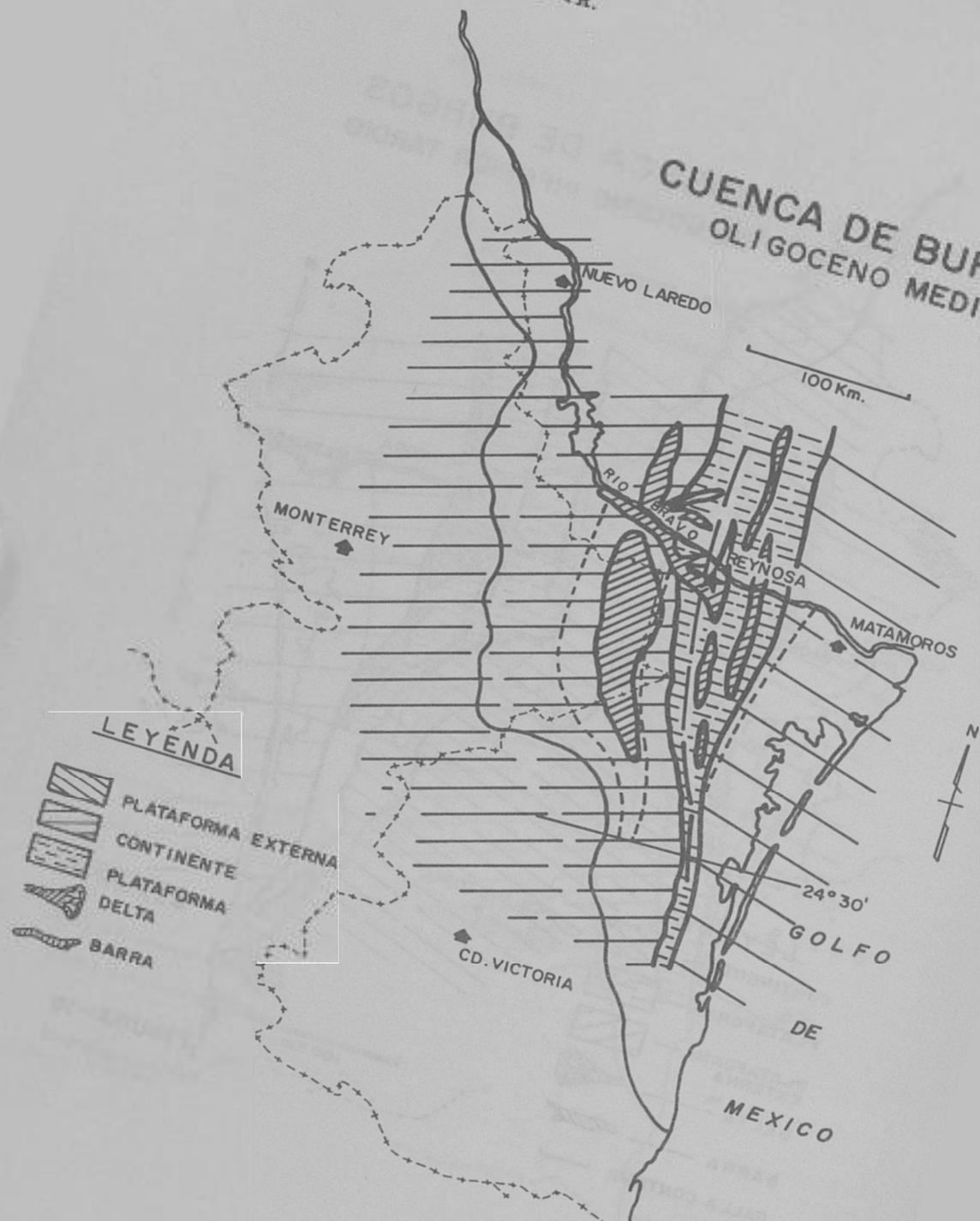


FIGURA-15

# CUENCA DE BURGOS OLIGOCENO MEDIO



## LEYENDA

- PLATAFORMA EXTERNA
- CONTINENTE
- PLATAFORMA
- DELTA
- BARRA

## CUENCA DE BURGOS OLIGOCENO MEDIO

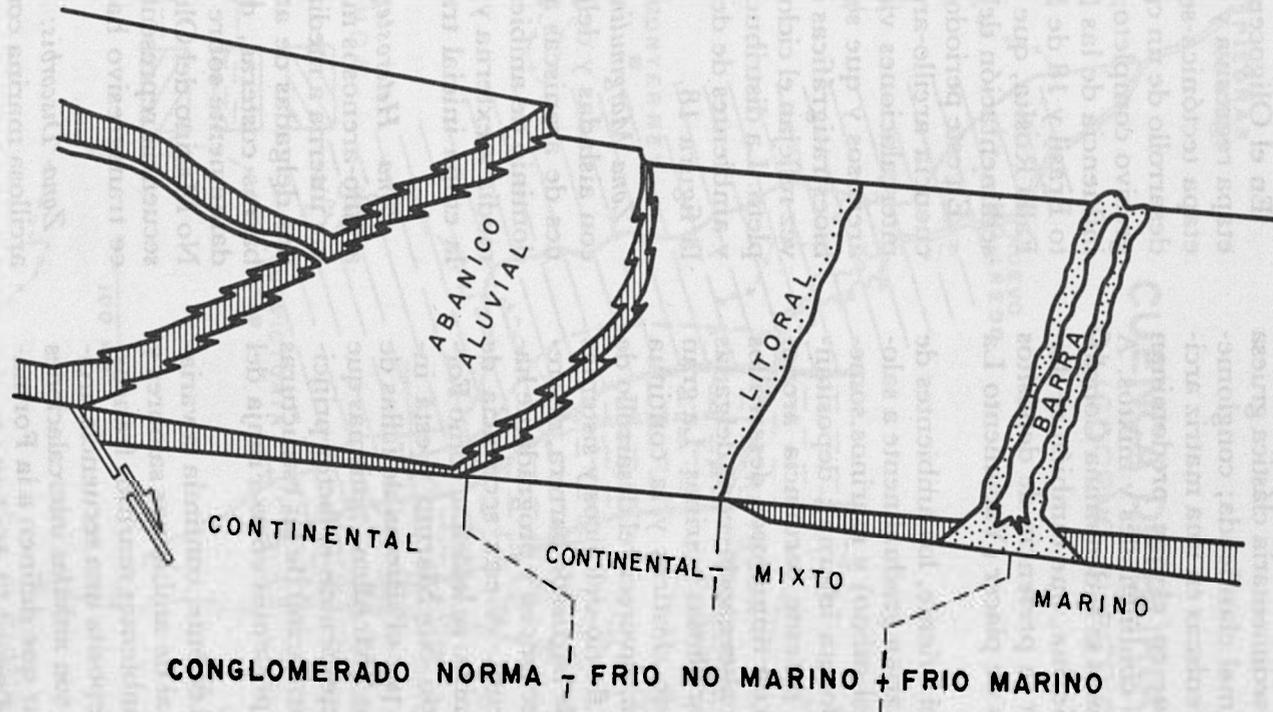


FIGURA-17

secuencia sedimentaria clásica gruesa a media, mal clasificada; conglomerados y areniscas en una matriz arcillo-arenosa, en el que predominan ambientes continentales y mixtos. A esta secuencia se le denomina Conglomerado Norma, que también se distingue por la presencia de depósitos uraníferos de placer (Yacimiento La Sierrita).

Hacia el oriente, los ambientes de depósito varían gradualmente a salobres (litoral-mixto) y marinos someros (plataforma interna); depositándose una potente secuencia areno-arcillosa, con numerosos desarrollos arenosos, alternando con delgadas secciones arcillosas marinas. La gran afluencia de clásticos y la continua subsidencia, favoreció el desarrollo de complejos fluvio-deltáicos y sistemas múltiples de barras de barrera, de crecimiento secuencial y progradante hacia el oriente. A esta secuencia de ambiente mixto se le define como Formación Frío No Marino y está influenciada por el sistema de fallas de crecimiento "McAllen"; mismas que también representan el factor principal en la formación de las estructuras primarias presentes en la Franja del Oligoceno.

Hacia el oriente, continúa la variación gradual de ambientes salobres y mixtos a ambientes marinos francos, donde se deposita una secuencia arcillo-arenosa con aisladas intercalaciones de areniscas que definen a la Formación Frío Marino. El depósito de esta sección fue influenciado por las fallas de crecimiento Altamirano y Brasil.

En el Oligoceno Superior, cesa la etapa regresiva y se inicia una nueva etapa tectónica-sedimentaria, con el desarrollo de un ciclo transgresivo/regresivo completo; distinguiéndose la influencia de las fallas de crecimiento Brasil y 18 de Marzo; así como la Falla Rosita, que también afectó a la sedimentación del Mioceno Inferior.

En este periodo se deposita una secuencia arcillo-arenosa marina, con intercalaciones variables de cuerpos arenosos y que se divide en 3 zonas bioestratigráficas distintivas que a la vez reflejan el ciclo sedimentario completo. La distribución lateral de facies y ambientes de depósito se ilustra en la figura 18.

*Zona Marginulina:* Sección marina con aisladas y delgadas intercalaciones de areniscas arcillosas, con predominio de ambientes de plataforma media a externa y que representan a la etapa inicial transgresiva.

*Zona Heterostegina:* Sedimentos arcillo-arenosos marinos de plataforma interna a media, con intercalaciones delgadas de areniscas de tipo de barras costeras, depositados discordantemente sobre la sección del Frío No Marino del Oligoceno Medio. La secuencia representa el máximo avance transgresivo hacia el poniente.

*Zona Discorbis:* Secuencia areno-arcillosa marina con numerosas intercalaciones delgadas de areniscas, características de un complejo litoral o de barras costeras; depositada sobre

# CUENCA DE BURGOS OLIGOCENO SUPERIOR

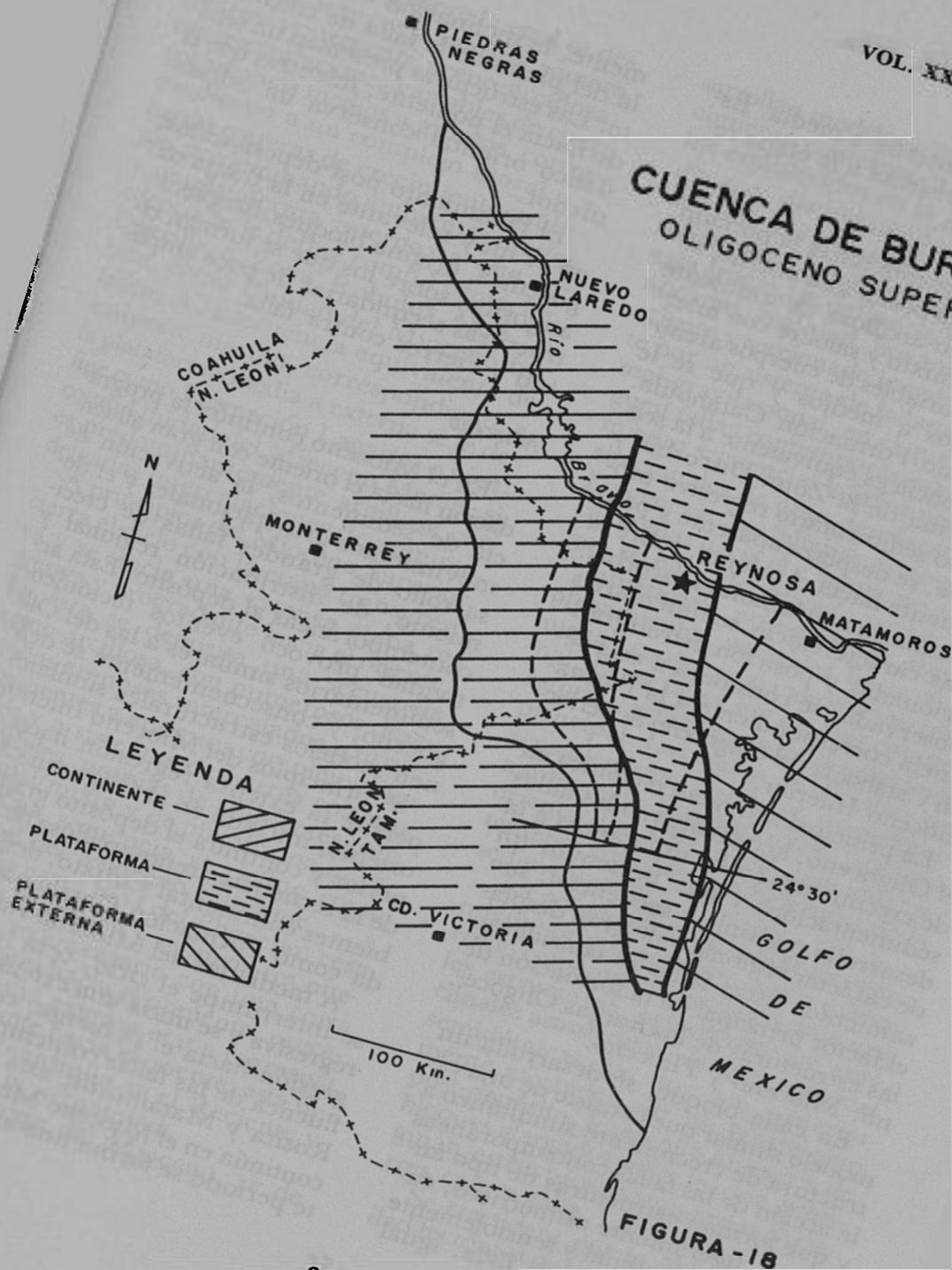


FIGURA - 18

una plataforma interna a media. Esta secuencia representa a la etapa regresiva del ciclo.

Simultáneamente hacia la porción occidental se deposita una potente secuencia areno-arcillosa de ambiente continental-mixto y salobre con intercalaciones variables de cuerpos arenosos delgados a medios y que se le define como Formación Catahoula. Esta secuencia es equivalente a la sección marina de la Zona Discorbis y por efecto sedimentario regresivo-progradante, se desplaza aparente y paulatinamente hacia el oriente, sobre la sección marina de la Zona Discorbis. Por las características sedimentarias mencionadas y posición stratigráfica observada, se considera a esta secuencia correspondiente a la Formación Catahoula del Oligoceno Superior-Mioceno Inferior.

La principal actividad tectónica en el Oligoceno, lo constituyen las fallas de crecimiento (contemporáneas a la sedimentación) y que presentan un desarrollo múltiple y secuencial, son de carácter regional y de gran desplazamiento. Estas fallas se consideran el factor principal en la formación de las estructuras de las franjas Oligoceno, Mioceno y Plioceno.

En cada bloque, se desarrolla un modelo similar que consiste de una estructura de crecimiento simultáneo a la acción de las fallas contemporáneas y que forman estructuras de tipo anticlinal, ligeramente asimétricos, cuyo eje es longitudinal y sensiblemente paralelo a la traza de la falla; igual

mente, la inclinación es semejante a la del plano de la falla de crecimiento. Las estructuras presentan un echado hacia el poniente, mientras que el flanco oriental conserva un echado menor.

El fallamiento post-depositacional no es muy relevante en la franja oligocénica, origina bloques alargados y angostos, sobre los que se forman estructuras secundarias de poca amplitud y cierres contra falla.

### *Mioceno*

En el Mioceno continúa la progradación hacia el oriente con gran afluencia de sedimentos, la activación de movimientos gravitacionales y el desarrollo de grandes fallas de crecimiento, de distribución regional y contemporáneas al depósito. Esta actividad provocó eventos tectónico-sedimentarios similares a las del Oligoceno, y consecuentemente se definen modelos estructurales similares.

A principios del Mioceno Inferior, persiste la extensa regresión hacia el oriente, iniciada en el Oligoceno Superior y continúa el depósito gradual de la secuencia areno-arcillosa de ambientes continental y mixto, designada como Formación Catahoula.

A mediados del Mioceno Inferior, se interrumpe el ciclo, cesa la etapa regresiva y se inicia una extensa transgresión hacia el poniente, con la influencia de las fallas contemporáneas, Rosita y Matamoros; esta actividad continúa en el Mioceno Medio. En este periodo se forma una amplia y ex-

tenza plataforma, sobre la cual se deposita una secuencia marina somera predominantemente areno-arcillosa, con intercalaciones variables de cuerpos arenosos medios a gruesos, correspondientes a un complejo litoral o a barras costeras de crecimiento múltiple, predominando ambientes mixtos y de plataforma interna; a esta secuencia se le define como Formación Oakville o Zona Robulus 43-A, o bien, como Unidad del Mioceno Inferior. A la secuencia equivalente de ambiente marino, correspondiente a la plataforma media a externa se le define como Formación Lagarto, o bien, como Unidad del Mioceno Medio, si es predominantemente arcillosa con delgadas intercalaciones de arenisca.

A principios del Mioceno Superior, cierra el ciclo con la etapa transgresiva y se inicia una extensa etapa regresiva y progradante hacia el oriente. En ésta se deposita una secuencia areno-arcillosa, con numerosos desarrollos arenosos intercalados, correspondientes a antiguos complejos litorales y a sistemas de barras costeras múltiples, propias de ambientes continental/mixto y de plataforma interna. Esta secuencia se define como Unidad del Mioceno Superior.

En la parte baja del Plioceno, cesa la etapa regresiva y se inicia un nuevo ciclo sedimentario con una corta transgresión hacia el poniente, precedida por una extensa etapa regresiva y progradante hacia el oriente; esta última etapa continúa en el Reciente y persiste en la actualidad.

En la Franja del Mioceno, se de-

sarrollan modelos estructurales de crecimiento contemporáneo, similares a los establecidos en la Franja del Oligoceno; distinguiéndose las fallas de crecimiento y una mayor actividad de fallamiento post-depositacional. En esta franja, se define un extenso monoclinial regional buzante hacia el oriente y seccionado longitudinalmente por un sistema de fallamiento normal-gravitacional, en el que se distinguen fallas contemporáneas de crecimiento secuencial y fallas post-depositacionales de gran desplazamiento. En general, las fallas se presentan escalonadas hacia el oriente; sin embargo, se han identificado varias fallas "antitéticas", post-depósito, con desplazamientos variables hacia el poniente, contrario al movimiento regional. Estas fallas son de tipo compensatorio y están asociadas al fallamiento principal. Las trazas de las fallas son sensiblemente paralelas y predominantemente longitudinales, con una orientación NNE-SSW, que aparentemente coincide con el rumbo de la sedimentación.

La actividad de las fallas de crecimiento originan la formación y desarrollo contemporáneo de las principales estructuras, principalmente anticlinales asimétricas, de características semidómicas, las que son posteriormente afectadas por un fallamiento post-depósito, formando una serie de bloques alargados sobre los que se originan estructuras secundarias y cierres contra falla.

Se considera que la última actividad tectónica que ocurrió en la Cuen-

ca de Burgos, fue en el Mioceno Superior. En el Plioceno, Pleistoceno y Reciente, no se han detectado movimientos sobresalientes.

## GEOLOGIA ECONOMICA DEL Terciario

En el Terciario de la Provincia de Burgos, se depositó una potente secuencia arcillo-arenosa, con la intercalación variable de areniscas de espesor delgado a medio. La secuencia se depositó sobre una amplia y extensa plataforma continental de bajo relieve y lenta subsidencia, en la que predominaron ambientes mixtos y marinos internos a medios. La sedimentación se efectuó en depósitos cíclicos sucesivos transgresivos-regresivos, del Paleoceno al Reciente y que en general, representan una extensa progradación hacia el oriente. Las lutitas marinas son las principales generadoras y a la vez, actúan como sello; las areniscas intercaladas en la columna representan a las rocas almacenadoras.

### *Rocas generadoras*

La generación principal de hidrocarburos en la provincia, proviene de las lutitas marinas terciarias. Estas rocas se encuentran ampliamente distribuidas e intercaladas en toda la columna sedimentaria y presentan un contenido moderado a alto de materia orgánica (kerógeno), que en la mayor parte es de origen continental

(leñosa-carbonosa) y en menor proporción marina (algácea). Los índices de alteración térmica de la materia orgánica son de “moderada a fuertemente madura”; correspondiente a la zona catagenética de generación predominante de gas seco, gas húmedo, condensado y ocasionalmente aceite ligero.

### *Migración*

La migración de los hidrocarburos se considera casi inmediata a la generación y de carácter local. De las lutitas generadoras, los hidrocarburos se desplazaron hacia los desarrollos arenosos más próximos, siguiendo una trayectoria corta, vertical ascendente y lateral.

### *Rocas almacenadoras*

Las rocas almacenadoras terciarias las constituyen las areniscas intercaladas en la secuencia arcillo-arenosa. Las areniscas presentan diferente grado de arcillosidad y madurez, de acuerdo a las características del ambiente de depósito y al ciclo sedimentario correspondiente, lo cual influye notablemente en su porosidad y permeabilidad.

En la Provincia de Burgos se ha establecido que la mayoría de las areniscas corresponden a los siguientes modelos sedimentarios:

- 1.- Sistema integrado y constructivo de barras alargadas y angostas, sub-paralelas entre sí y

a las líneas de costa; este modelo sedimentario es el principal en el Terciario y favorece la existencia de yacimientos múltiples.

- 2.- Areniscas asociadas a fallas de crecimiento; que como factor importante en el depósito principal y distribución de ellas, favorecen una mayor acumulación de clásticos en el bloque bajo y una mejor selección de los granos, lo que se refleja positivamente en la porosidad y permeabilidad. La mayoría de los principales campos en el Terciario, se encuentran asociados a fallas de crecimiento.
- 3.- Areniscas basales de amplias dimensiones que representan un factor importante en la acumulación de hidrocarburos en el Terciario, ya que fueron rápidamente cubiertas por sedimentos arcillosos que actúan como sello.

Existen otros modelos sedimentarios en la provincia que pueden considerarse como secundarios y poco relevantes, debido a que presentan una distribución local; sin embargo, los desarrollos arenosos presentes, son buenos receptáculos de hidrocarburos. Se han identificado areniscas pertenecientes a canales distributarios, complejos deltáicos de poco desarrollo y antiguas playas.

#### *Rocas sello*

En el Terciario se ha establecido una secuencia arcillo-arenosa con predominio de potentes secciones arcillosas marinas de amplia distribución, se considera que estas lutitas constituyen un magnífico sello, al cubrir a las areniscas almacenadoras.

#### *Yacimientos*

La gran mayoría de los yacimientos terciarios en la provincia, son de tipo combinado estratigráfico-estructural y los principales se encuentran asociados a fallas de crecimiento y/o estructuras anticlinales de suave relieve, frecuentemente seccionadas en menor o mayor grado por fallas normales, de gravedad y post-depositacionales. El fallamiento origina una serie de bloques alargados y escalonados, sobre los que se forman estructuras secundarias y cierres independientes. Igualmente, y en menor proporción, se han identificado algunas trampas de tipo estratigráfico, de distribución restringida y que no representan un atractivo sobresaliente.

En general, los yacimientos se presentan alargados y con una alineación predominante norte-sur, sensiblemente paralelos al rumbo de la sedimentación y al sistema principal de fallamiento; factores a los que están íntimamente relacionados. Asimismo, los yacimientos se presentan estratigráficamente más jóvenes hacia el oriente, motivado por el depósito secuencial y progradante del Terciario en este mismo sentido.