

y con posibilidades de extenderse a medida que se vayan perforando nuevos pozos, principalmente hacia el norte y al occidente del área actualmente en producción.

Existen argumentos geológicos para considerar que la Sonda de Campeche es una importante provincia petrolífera de primera magnitud.

PALEOCAÑONES TERCIARIOS DE LA PLANICIE COSTERA DEL GOLFO DE MEXICO

José Carrillo Bravo *

RESUMEN

Un número considerable de paleocañones submarinos, tales como el de Chicontepec, se ha descubierto y postulado en la Planicie Costera y Plataforma Continental del Golfo de México. Estos cañones, de edad Cenozoico Temprano, fueron excavados en rocas del Paleoceno, Cretácico, Jurásico y Triásico Tardío y son de importancia económico-petrolera.

La mayoría de los cañones tienen una dirección perpendicular a las antiguas líneas de costa y en ocasiones bordean a los elementos tectónicos positivos mesozoicos. El relleno de los mismos está constituido por una secuencia de conglomerados, areniscas y lutitas de origen turbidítico de edad Eoceno-Oligoceno, depositado en un ambiente predominantemente batial.

Las estructuras erosivas citadas se encuentran íntimamente ligadas a una discordancia regional de edad del Eoceno Temprano y asociadas a corrientes fluviales ancestrales. Al área de la discordancia producida por la erosión durante el Eoceno Inferior se le denomina Bejuco-San Andrés; se extiende desde la frontera con Estados Unidos de Norte América hasta la Península de Yucatán, tiene una anchura de más de 100 Km y se profundiza de poniente a oriente.

Se considera que los dos fenómenos estratigráficos enunciados tuvieron una influencia directa en la formación de las Cuencas Terciarias del Oriente de México y en la migración y acumulación de los hidrocarburos que se hallan en los campos de la Planicie Costera y Plataforma Continental del Golfo de México.

ABSTRACT

A large number of Early Cenozoic age submarine canyons that were excavated in Paleocene, Cretaceous, Jurassic and Late Jurassic rocks, have been discovered or are considered to exist in the coastal plain and continental platform of the Gulf of Mexico. These paleocanyons, including the Chicontepec Canyon, are important from the petroleum economic viewpoint.

* Gerencia de Exploración Petrolera. Petróleos Mexicanos.

The majority have a perpendicular direction with regard to the former coast lines, and occasionally edge the Mesozoic positive tectonic elements. Their filling is composed by a sequence of conglomerates, sandstones and turbidite shales of Eocene-Oligocene age, deposited in a predominately bathial environment.

The above mentioned erosive structures are closely related to a regional unconformity of Early Eocene age, and associated with older fluvial currents.

The unconformity area resulting from the erosion during the Lower Eocene is called Bejuco-San Andrés; it stretches from the border between Mexico and the United States to the Yucatán Peninsula, it has a width of more than 100 Km and deepens from west to east.

It is considered that both of the above mentioned stratigraphic phenomena were responsible for the formation of the eastern Tertiary basins of Mexico and the migration and accumulation of the oil found in the coastal plain and continental platform of the Gulf of Mexico.

INTRODUCCION

La integración e interpretación geológica regional de la información estratigráfico-estructural aportada por los pozos de exploración y desarrollo que de 1958 a la fecha, se han perforado en la porción oriental de la Planicie Costera y Plataforma Continental del Golfo de México, complementadas con datos sismológicos y de geología de campo, ha dado como resultado la identificación y postulación de una serie de cañones submarinos sepultados asociados a corrientes fluviales ancestrales y a una enorme zona de erosión de edad del Eoceno Temprano, la cual para fines descriptivos, en este trabajo se le denominará Zona de Erosión Bejuco-San Andrés (Fig. 1).

Los trabajos realizados en el estudio de algunos de los paleocañones citados se han llevado a cabo de la manera siguiente:

1. Compilación y selección de la información geológica y geofísica.
2. Determinación de columnas litológicas y espesor de las rocas del relleno.
3. Elaboración de registros compuestos.
4. Configuración estructural de la su-

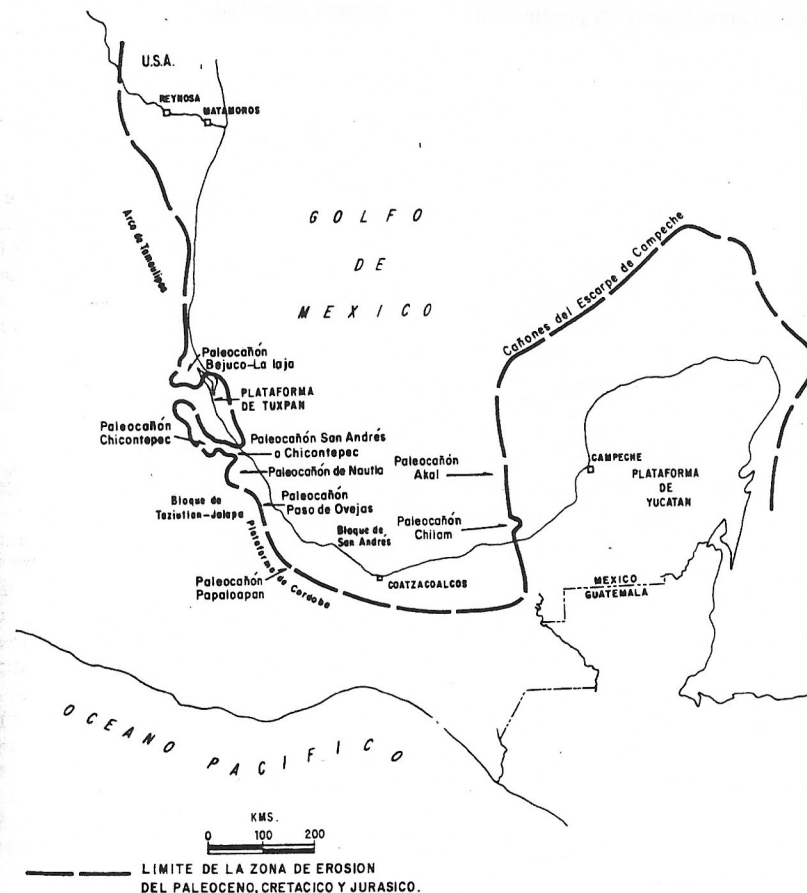
perficie de erosión y de las formaciones que rellenan el canal.

5. Planos de isopacas del relleno y de arenas netas.
6. Secciones estratigráficas.
7. Determinación de secuencias-incrementos genéticos de estratos.
8. Definición de la cronoestratigrafía y paleoecología.
9. Aplicación del método de Punto Brillante en áreas seleccionadas.
10. Análisis de resultados de pozos.
11. Rocas generadoras, almacén sello y trampas.
12. Selección de áreas de interés, proposición de localizaciones y recomendación de trabajos adicionales.

Los estudios enumerados son llevados a cabo por grupos de geólogos, geofísicos y paleontólogos adscritos a los Departamentos de rocas terrígenas que operan en las Zonas de Petróleos Mexicanos.

Con el fin de uniformar criterios, antes de entrar en materia es necesario definir lo que este trabajo se considerará como paleocañón submarino:

A las gargantas sepultadas que cortaron los taludes continentales antiguos y



Por. J. Carrillo Bravo. 1978

Fig. 1. Paleocañones Terciarios en la Planicie Costera y Plataforma Continental del Golfo de México.

que fueron originadas por deltas ancestrales y a los valles zigzagueantes en forma de V, con muchos tributarios, semejantes a los cañones terrestres, que cortaron a los taludes continentales en diferentes épocas geológicas.

ANTECEDENTES

La zona de erosión Bejuco - San Andrés, a la cual, genéticamente, se hallan asociados los paleocañones que se describirán en este trabajo, fué identificada por primera vez en los pozos petroleros de la antigua Faja de Oro, en donde las calizas arrecifales de la Formación El Abra están cubiertas por sedimentos arcillosos del Eoceno; con posterioridad, en la región de Misantla, Ver., un área de más de 100 Km², situada a 5 kilómetros al sur de Martínez de la Torre, Ver., fué cartografiada por geólogos de Petróleos Mexicanos. En el año de 1958, como factor primordial en el origen de los paleocanales Bejuco - La Laja y San Andrés, dicha discordancia fue analizada por el personal de las Brigadas de Geología del Subsuelo de Petróleos Mexicanos, de Cerro Azul y Poza Rica, Ver., respectivamente.

A partir de 1969 este autor, inició la compilación de la información sobre la "superficie de erosión Bejuco - La Laja"; en 1971 realizó el primer intento de interpretación regional y la describe de la siguiente manera: "En la margen oriental de la Región de San José de las Rusias - Lerma, las rocas del Cretácico Inferior, Medio y Superior se hallan cubiertas discordantemente por sedimentos arcillosos del Oligoceno-Mioceno. La perforación del pozo Huapango No. 1, en las cercanías de San Fernando, Tamp., confirmó la continuación NNW de esta franja erosiva, que se extiende desde Misantla, Ver., San

Andrés, la Laja - Bejuco, oriente de Tamaulipas - Constituciones, Arenque, Tordo, Tepehuaje y que se encuentra en el subsuelo de la porción central de la Cuenca de Burgos" (Figs. 2, 3 y 4).

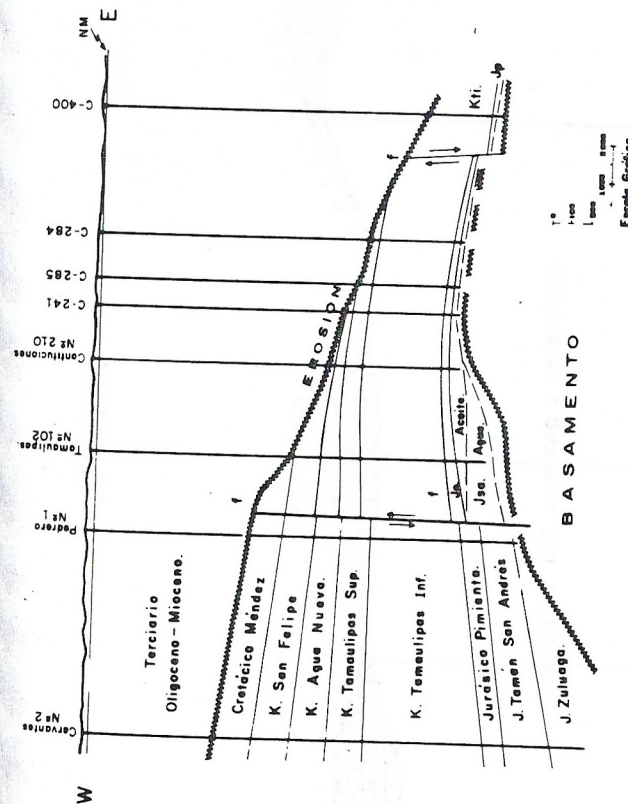
DESCRIPCION DE LOS PALEOCAÑONES

La descripción de los paleocañones que se han definido en el subsuelo de la Planicie y de la Plataforma Continental del Golfo de México, será de carácter generalizado debido a la amplitud del tema y a que muchos de ellos son de reciente descubrimiento y por lo tanto se encuentran en proceso de estudio. Seguidamente se enumerarán de norte a sur, sin tomar en cuenta la magnitud de los mismos.

Paleocañón Bejuco-La Laja. Este paleocañón situado en la porción norte de la zona de erosión Bejuco - San Andrés, cubre una superficie de aproximadamente 4300 Km²; se halla en una depresión ubicada entre la margen noroccidental del Atolón Faja de Oro y la porción sureste del buzamiento del Arco de Tamaulipas (Fig. 1). Trunca formaciones que van en edad del Jurásico Tardío (Area Bejuco) al Paleoceno, fué rellenado por una sección sedimentaria arcillo - arenosa y conglomerática en la porción basal, que varía de 200 m a 2000 m de espesor; es de edad del Eoceno - Oligoceno y contiene microfauna batial (Figs 5, 5 A y 6).

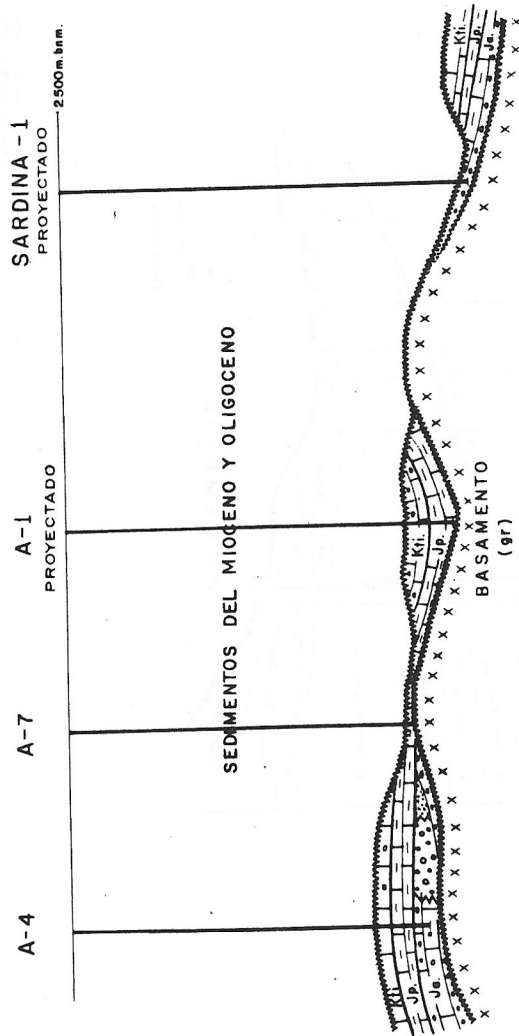
En el Campo Jabonera, en el contacto Eoceno - Oligoceno, se obtuvo producción comercial de aceite en tres pozos, y en el pozo Rancho Nuevo No. 12 se estableció producción de aceite en rocas clásticas basales del Eoceno.

Paleocañón de Chicontepec. A la fecha es



Tomado de A. VARELA H.
Mod. por JOSÉ CARRILLO B.

Fig. 2. Sección Geológica, Campos Tamaulipas-Constituciones.



E: 10 000
Esc. Aprox. 1: 100 000

Por Jose Carrillo Bravo.
1970.

D.G.-2898 C-1548

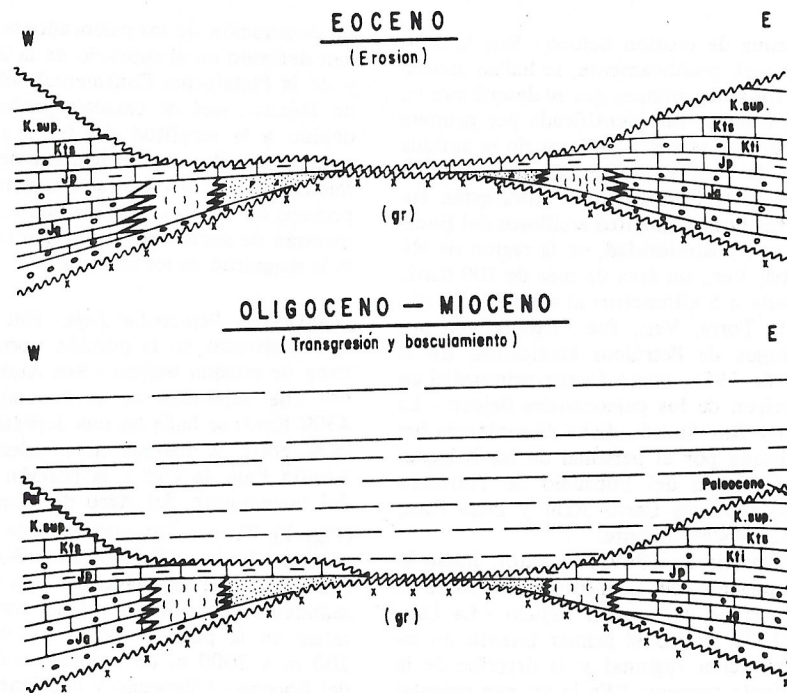
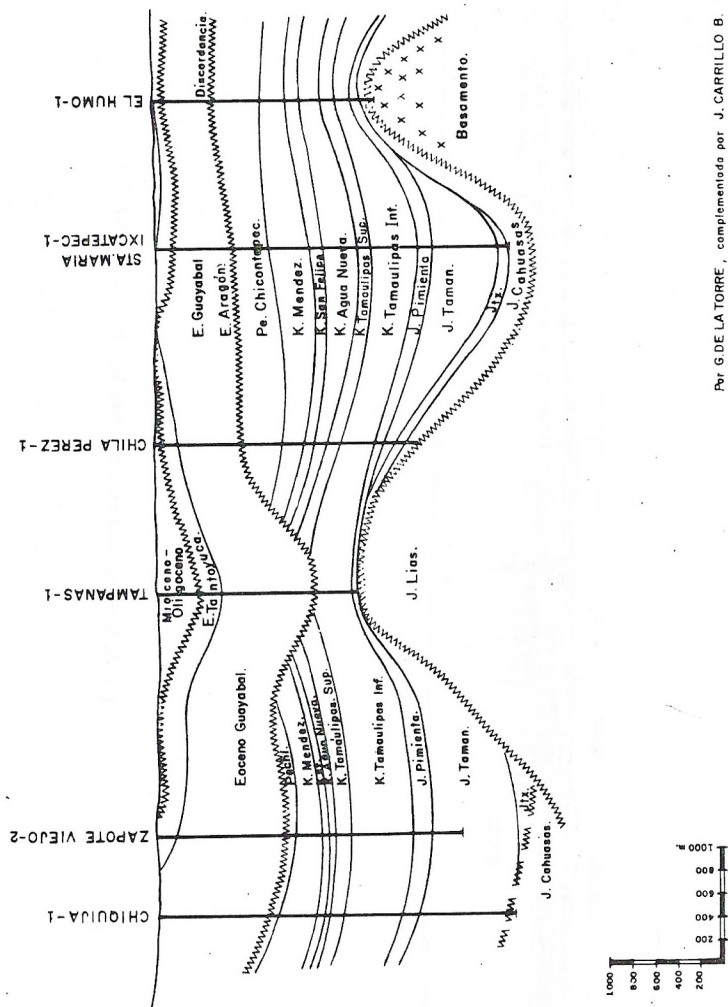


Fig. 4.. Evolución geológica del área Arenque - Constituciones.



Por G. DE LA TORRE, complementada por J. CARRILLO B.

Fig. 5. Sección geológica entre los pozos Chiquija 1 y Humo 1.

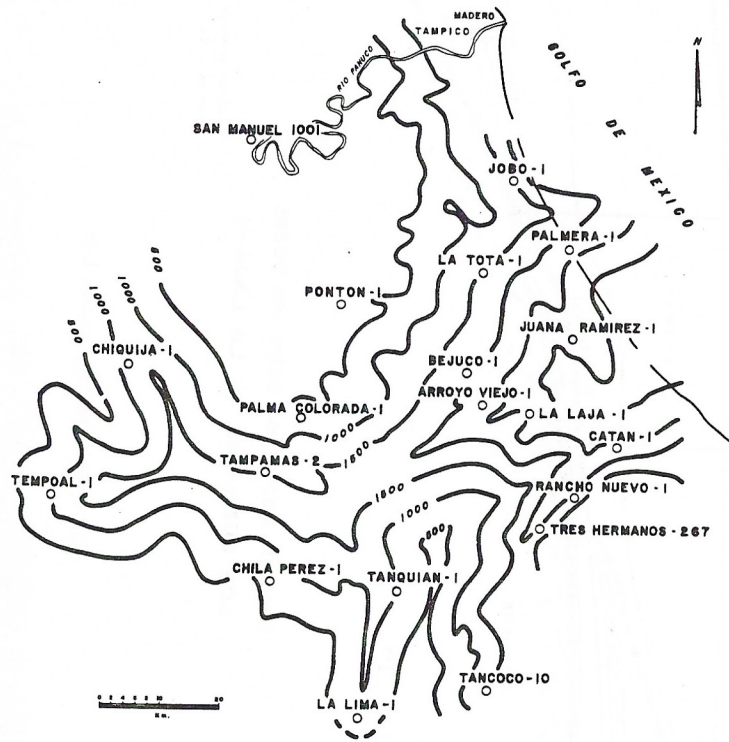
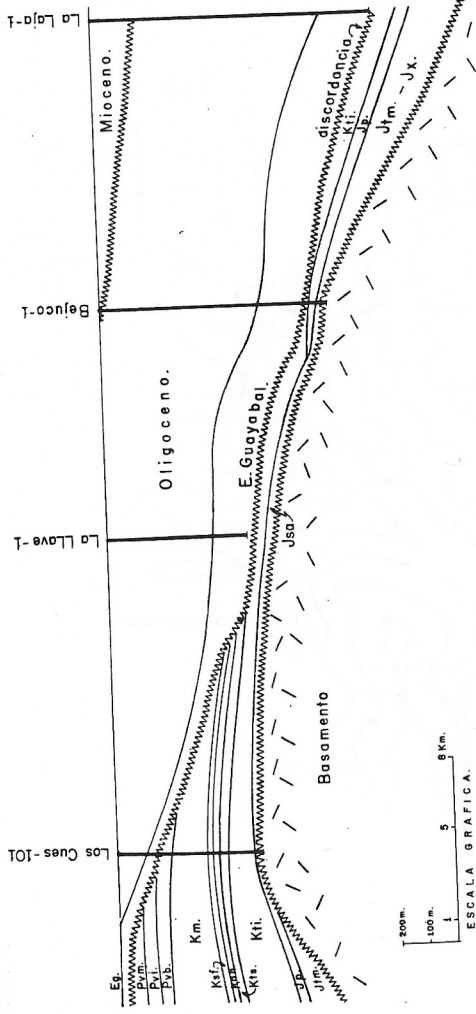


Fig. 5-A. Paleotopografía Pre-eoceno Inferior Medio, Paleocañón Bejuco-La Laja.



**Sección Geológica entre los pozos
LOS CUES-101 Y LA LAJA-1**

Por el Depto. de Geol. de Sub. C. Azul Ver.
Mod. por J. Cerrillo B. 1962

Fig. 6. Paleocañon Bejuco-La Laja.

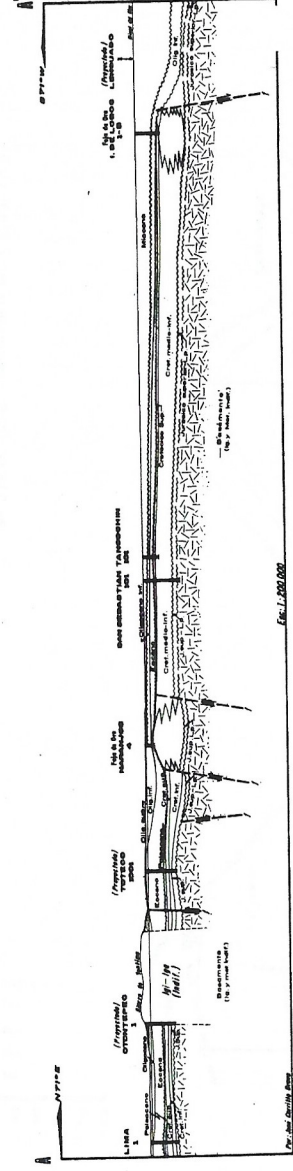


Fig. 6-A. Sección Geológica transversal al atolón Faja de Oro.

el paleocañón más estudiado; tiene una longitud de 123 Km y una anchura que varía de 12 a 23 Km, se encuentra bordeando la porción sur y suroccidental del Atolón Faja de Oro (Fig. 1). Erosiona a formaciones del Paleoceno, Cretácico y Jurásico Superior, fué rellenado por sedimentos arcillo-arenosos, de tipo turbidítico, con microfauna de ambiente nerítico externo a batial. Se tiene producción comercial de hidrocarburos en los campos Soledad, Miquetla, Presidente Alemán y otros de menor importancia (Figs. 7 y 7 A).

Las acumulaciones de hidrocarburos en este paleocanal están controladas principalmente, por el espesor neto de las areniscas, la calidad de las areniscas como receptáculo y la estructura regional (Govela, 1978).

Paleocañón de Nautla. Está situado a corta distancia al sur del Paleocañón de Chicontepec, con el cual guarda gran similitud estratigráfica (Fig. 1). Tiene una longitud de 75 Km y una anchura media de 25 Km; abarca una superficie aproximada de 1875 Km² y en su parte más profunda se han encontrado hasta 180 m de areniscas netas.

Las rocas que constituyen el relleno del canal son de tipo arcillo-arenoso y en parte se encuentran aflorando, pero la existencia de fuerte plegamiento puede favorecer el desarrollo de trampas estructurales y combinadas.

En este paleocañón se ha programado la perforación de varios pozos exploratorios en las áreas más favorables para descubrir acumulaciones de hidrocarburos.

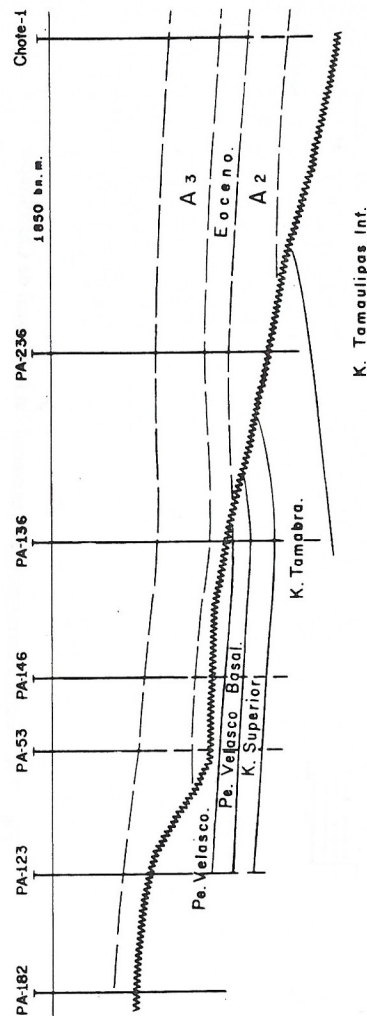
Paleocañón Paso de Ovejas. Con base en los datos aportados por el Pozo Paso de Ovejas No. 1, que cortó una gruesa sección clástica del Eoceno - Oligoceno, el

pozo Remudadero No. 2, en donde se identificó la superficie de erosión del Cenozoico Inferior y el pozo Paso de Ovejas No. 2, en donde el Eoceno Inferior descansa discordantemente sobre el Cretácico Medio, así como en la información geofísica reciente y la integración de los postulados geológico - regionales; en una depresión tectónica situada entre la porción norte de la Plataforma de Córdoba y el Bloque Tectónico de Teziutlán - Jalapa, coincidente con el extremo noroccidental de la Cuenca Terciaria de Veracruz, se ha postulado la presencia del Paleocañón de Paso de Ovejas, el cual, debido al considerable volumen y tipo de sedimentos que contiene, se considera un prospecto petrolero de importancia (Figs. 9 y 9 A).

Paleocañón del Papaloapan. Queda ubicado a la altura del río de igual nombre en la margen oriental de la Plataforma de Córdoba; tiene aproximadamente 40 Km de longitud, 20 Km de anchura máxima, secciona a formaciones del Cretácico y Paleoceno y fué rellenado por un considerable volumen de conglomerados, areniscas y lutitas depositadas por flujos de turbidez, en un ambiente batial (Fig. 11). Este cañón se inició en el Eoceno y persistió durante el Mioceno. Se ha encontrado producción de gas en los pozos El Veinte y Novillero en conglomerados y en areniscas miocénicas (Fig. 11 A).

La presencia del paleocañón del Papaloapan se confirmó mediante la combinación de estudios sedimentológicos y de sismología estratigráfica.

Paleocañón de Akal. Mediante la interpretación sismológica y de los datos aportados por los pozos perforados por Petróleos Mexicanos en el talud occidental de la Plataforma de Yucatán, se ha identificado el gran cañón submarino de Akal, lo



Esc. H. 1: 20000
Esc. V. 1: 10000

Supcia de Paleosedimentación
Pozo Rica Veracruz.

Fig. 7. Campo Presidente Alemán.

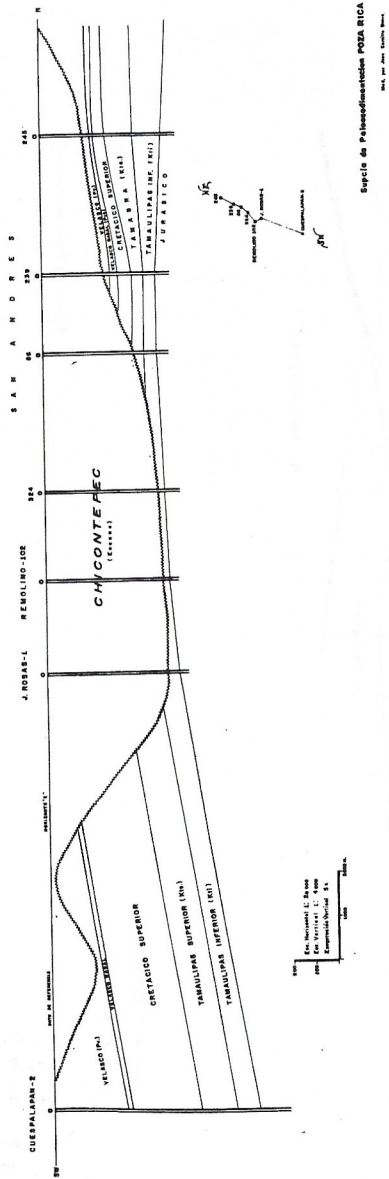


Fig. 7-A. Sección Estratigráfica-Transversal - al Paleocanal de Chicontepec.

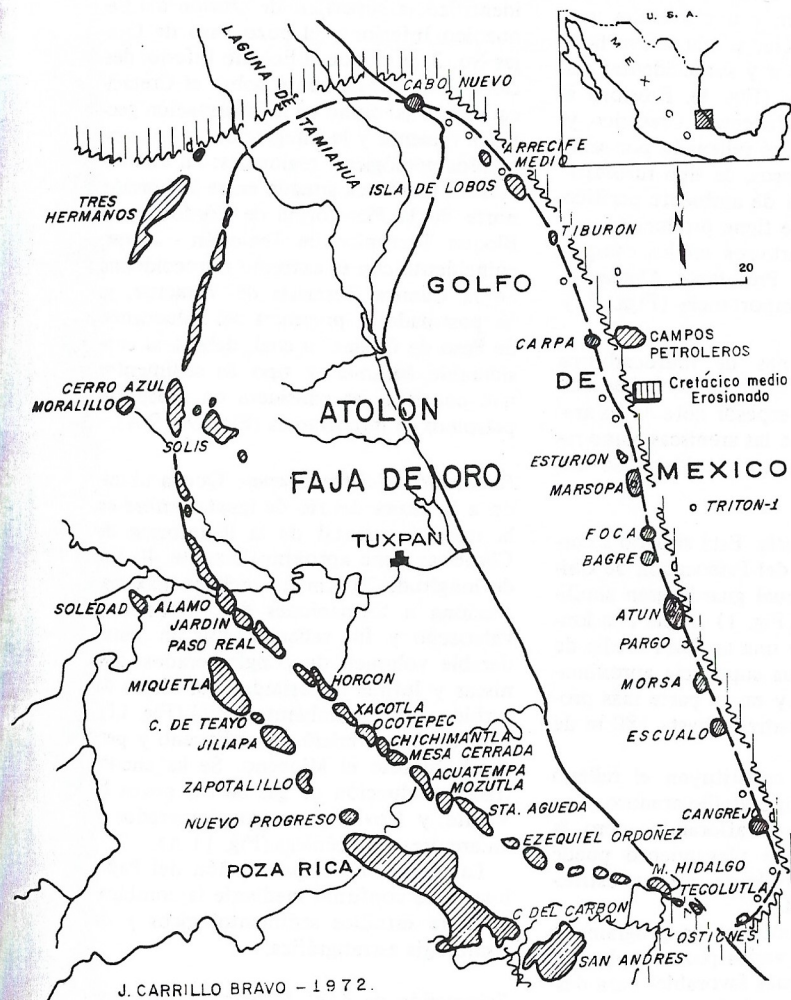


Fig. 8. Atolón Faja de Oro.

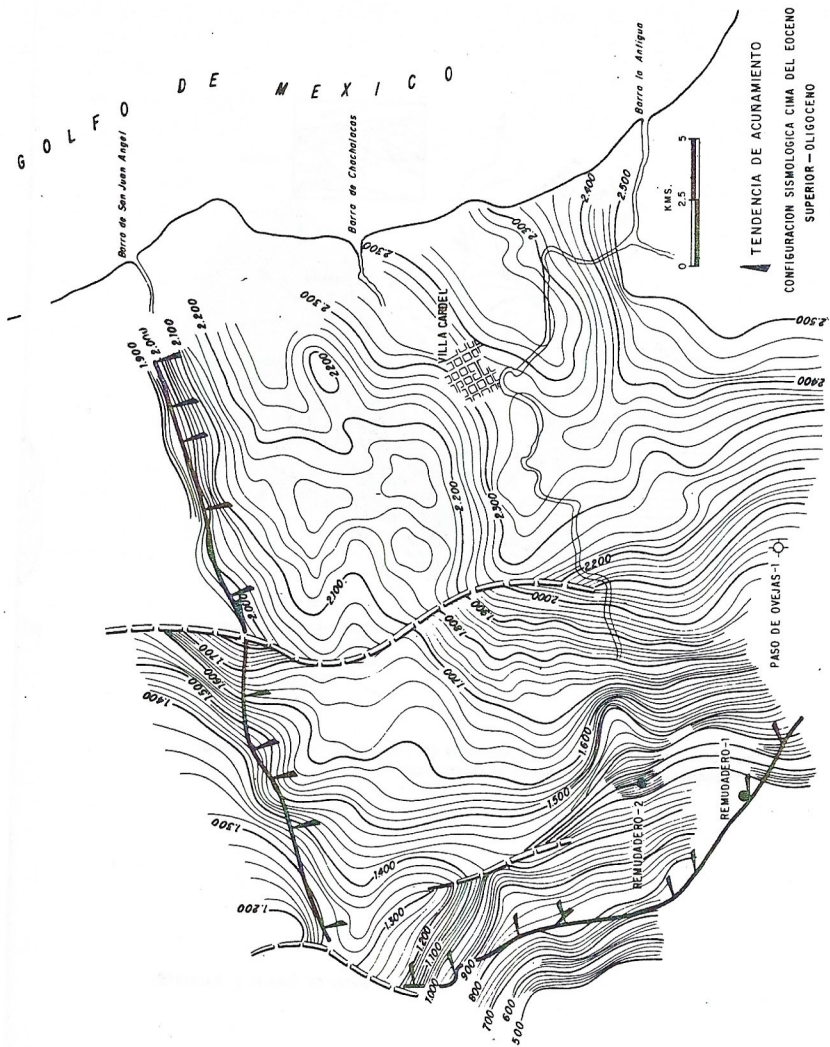


Fig. 9. Paleocañon de Ovejas.

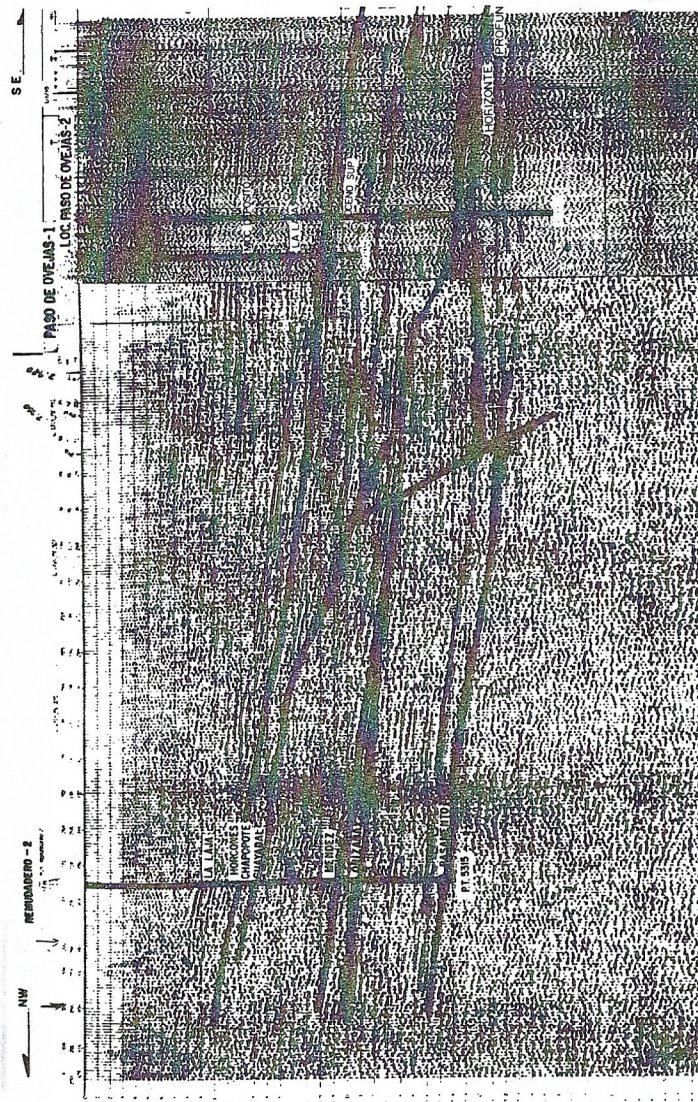
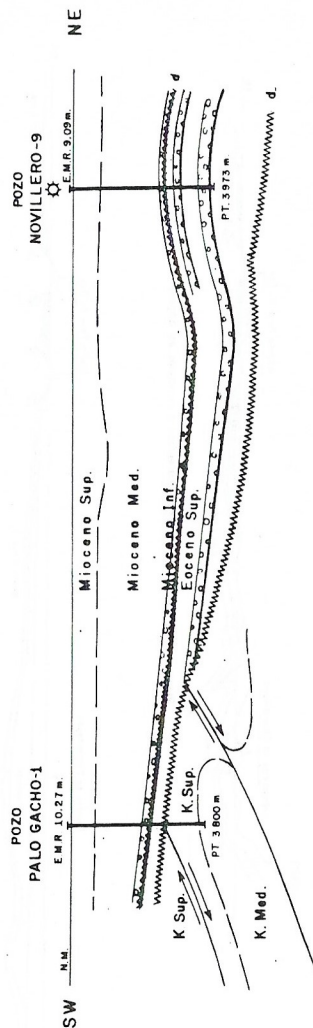


Fig. 9-A



J. González Alvarado - 1977

Fig. 11-A. Sección geológica entre los pozos Palo Gacho No. 1 y Novillero No. 9.

ZONA DE EROSION BEJUCO - SAN ANDRES

La Zona de Erosión Bejuco - San Andrés, toma su nombre de las áreas de Bejuco y San Andrés, Ver., en donde por primera vez fué estudiada con amplitud. Este rasgo estratigráfico tiene más de 2000 Km de longitud y una anchura que se supone es superior a los 100 Km, debido a que se extiende hacia la Plataforma Continental del Golfo.

La margen occidental de la Zona de Erosión Bejuco - San Andrés, generalmen-

te se adapta a la forma de las porciones orientales de los elementos positivos mesozoicos, tales como la Península y el Arco de Tamaulipas; las Plataformas de Tuxpan, de Córdoba y de Yucatán (Fig. 1).

Paleocañón de Chilán. El Paleocañón de Chilán también se halla sobre el talud occidental de la Plataforma de Yucatán, tiene más de 40 Km de largo y una amplitud máxima de 10 Km; se encuentra orientado de NE a SW y aparentemente es un afluyente de Cañón de Akal (Fig. 16).

Cañones del Escarpe de Campeche. (Lindsay *et al.*, 1974). Durante el recorrido X del Proyecto de Perforación en el Mar Profundo (D.S.D.P., 1973), fueron descubiertos varios cañones que disectan la margen del Escarpe de Campeche. Con posterioridad (*op. cit.*), mediante un estudio batimétrico más detallado, efectuado en un tramo de 500 Km de longitud, fue confirmada a la presencia de 14 cañones y se encontraron evidencias de otros 24. Estos rasgos erosionales son angostos, generalmente de menos de 10 Km de anchura, en forma de V, tienen un relieve que varía de 820 a 1200 m y se extienden desde el escarpe hasta la planicie abisal (Fig. 16).

te se adapta a la forma de las porciones orientales de los elementos positivos mesozoicos, tales como la Península y el Arco de Tamaulipas; las Plataformas de Tuxpan, de Córdoba y de Yucatán (Fig. 1).

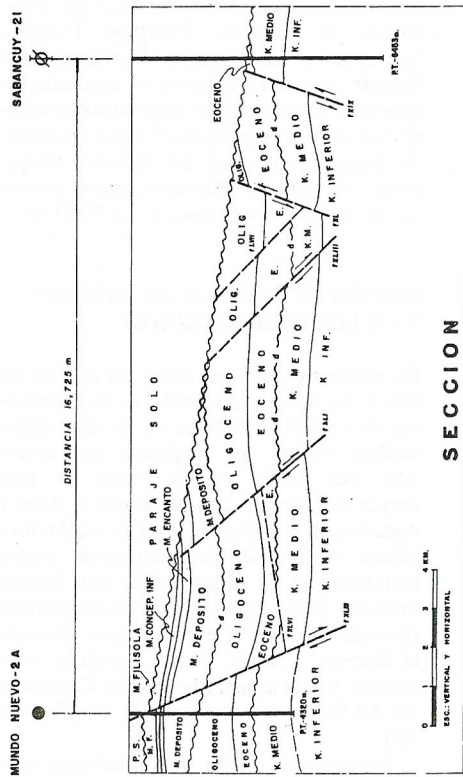
En las depresiones mayores producidas por la erosión ocurrida a principios del Eoceno, se desarrollaron las cuencas cenozoicas de Burgos, Tampico - Tuxpan, Veracruz y las Cuencas Terciarias del Sureste; en estas cuencas se acumularon enormes volúmenes de sedimentos arcillo-arenosos de origen marino, ricos en materia orgánica, de edad del Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Plioceno, cuya potencia en ocasiones sobrepasa a los 7000 m.

ORIGEN DE LA ZONA DE EROSION Y DE LOS PALEOCAÑONES

En algunas porciones, como en la Faja de Oro y en la margen oriental de la Plataforma de Córdoba, la Zona de Erosión Bejuco-San Andrés fué originada por emersión del fondo marino, pero en una mayor proporción posiblemente se deba a denudación subacuática, por la acción mecánica de corrientes submarinas como consecuencia de la gravedad; esto último influyó directamente por el basculamiento regional hacia el poniente que, durante el Eoceno Inferior, afectó a toda la zona costera y a la actual Plataforma Continental del Golfo de México (Figs. 6A, 8, 10 y 13).

Respecto al origen de los cañones submarinos existen varias teorías, pero destaca la siguiente:

Las corrientes de turbidez se han considerado como las principales causas de su formación. Kuenen (1963) postuló una gran relación genética entre los cañones



PLANTA

Fig. 12.

Por: Manuel Toledo T
Asst. Prof. J. Carrillo

ESQUEMAS SOBRE LA EVOLUCION GEOLOGICA DE LA CUENCA TAMPICO-TUXPAN (TERCIARIO)

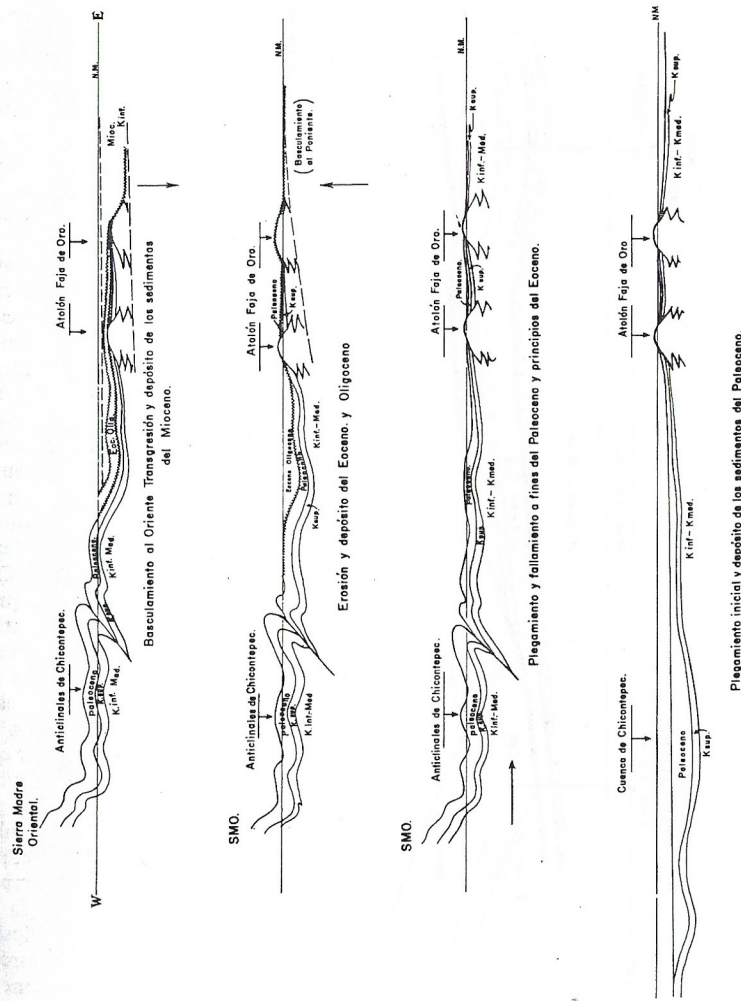


Fig. 13. Esquemas sobre la evolución geológica de la Cuenca Tampico-Tuxpán (Terciario).

submarinos y las principales corrientes fluviales, debido a que muchos de estos cañones se encuentran sobre deltas antiguos o desembocaduras de ríos ancestrales; el mismo autor considera que las corrientes de turbidez que producen el corte del cañón, son generadas directamente por la descarga de los sedimentos en los deltas de los ríos.

Aplicando el concepto de Kuenen (*op. cit.*) a los paleocañones Bejuco - La Laja, Chicontepec - San Andrés, Nautla, Papaloapan y Paso de Ovejas, se pueden establecer los postulados que a continuación se indican:

En el extremo occidental del Paleocanal Bejuco - La Laja, durante el Eoceno y Oligoceno, posiblemente desembocaba el Río Tempoal.

El Paleocanal de Chicontepec o San Andrés, se halla sobre los ríos Vinasco, Cazonos y Tecolutla, por lo cual es lógico suponer que este paleocanal tiene una estrecha relación genética con la desembocadura de las corrientes ancestrales de dichos ríos.

El Paleocanal de Nautla se halla asociado a la corriente ancestral del río Nautla. En el Aerea Novillero - El Veinte, la distribución de los paleocanales del Papaloapan, coincide con el sistema de drenaje antiguo del río de igual nombre.

Se supone que el Paleocanal de Paso de Ovejas guarda asociación genética con la desembocadura de las corrientes ancestrales de los ríos Actopan, La Antigua y Paso de Ovejas.

Lindsay *et al.*, (*op. cit.*) consideran que el desarrollo de los cañones del Escarpe de Campeche se inició en el Cretácico, durante una disminución de la profundidad del mar y que probablemente han sido originados por la energía erosional de las corrientes de turbidez, provocadas por el flujo de sedimentos de la Plataforma de

Yucatán a la porción profunda del Golfo de México. Esta hipótesis se basa en la carencia de corrientes fluviales de importancia en la región.

El desarrollo del Cañón Akal pudo estar influido por la acción de corrientes submarinas.

POTENCIAL PETROLERO DE LOS PALEOCAÑONES Y DE LA ZONA DE EROSION BEJUCO-SAN ANDRES

El alto contenido de materia orgánica en los sedimentos aportados por las corrientes fluviales y preservada en los cañones submarinos, debido a un ambiente reductor y rápido sepultamiento, puede considerarse como una importante fuente de hidrocarburos (Figs. 14 y 15).

En los cuerpos arenosos que rellenan los cañones, si se establecen modelos sedimentarios y una interpretación paleotectónica adecuados, se pueden localizar acumulaciones petrolíferas considerables, como es el caso del Paleocanal de Chicontepec. Los cañones submarinos que cortaron la planicie costera precedente a su formación, desempeñaron un papel importante en la migración de los hidrocarburos de las cuencas hacia los elementos tectónicos positivos adyacentes.

En resumen se puede establecer que los hidrocarburos, en los cañones sepultados, se acumulan en el relleno del cañón y en sus paredes, lo cual ocurre en algunos campos petroleros del oriente de México.

La mayoría de los grandes campos petroleros de la República Mexicana se encuentran sellados por rocas arcillosas terciarias y probablemente un porcentaje muy alto del petróleo que contienen, fué generado en las rocas de edad Eoceno Post-Eoceno que los cubren discordantemente (Zona de Erosión - Bejuco - San

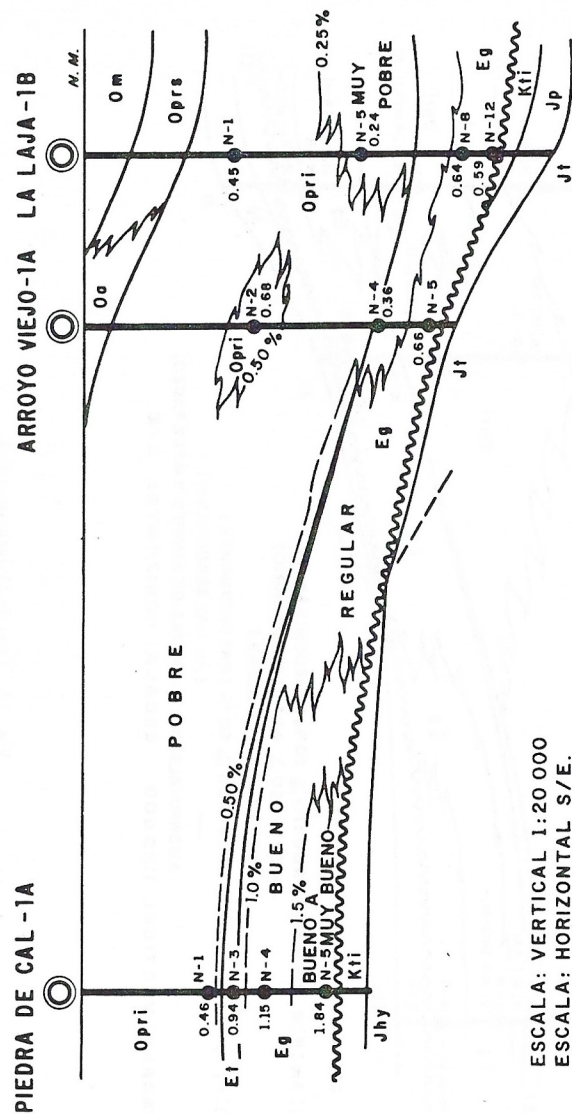


Fig. 14. Contenido de carbono y potencial generador.

Andrés). Los campos de Ebano - Pánuco, Faja de Oro, Copite, Mata Pionche, etc., posiblemente acumularon el aceite que ascendió desde la Zona de Erosión hacia los elementos positivos preterciarios (Figs. 2, 6-A, 8, 10 y 16).

Es altamente significativo que los campos gigantes de México (Figs. 12 y 16) se encuentren adyacentes ó subyaciendo a la Zona de Erosión del Terciario Inferior y esto confirma el principio geológico de que: "Las discordancias son un fenómeno de mucha importancia geológica petrolera, ya que un gran número de yacimientos de aceite y gas en el mundo de una manera u otra están íntimamente asociados a discordancias".

Se considera que la Zona de Erosion del Cenozoico Inferior, en la Plataforma Continental y en la Planicie Costera del Golfo "creó un número indeterminado de trampas por variación de la permeabilidad, a lo largo de miles de kilómetros cuadrados por debajo del plano de la discordancia" y ésto lógicamente favoreció la acumulación de un gran volumen de hidrocarburos.

Por las razones expuestas se recomienda estudiar detalladamente los sedimentos terrígenos terciarios y las rocas carbonatadas mesozoicas erosionadas, con el fin de determinar la distribución de las rocas almacén y la identificación de áreas de mayor interés geológico-petrolero.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Aguilera H. E 1962. Posibilidades petrolíferas del Cretácico Inferior y del Jurásico (Kimeridgiano) en el area Llano de Bustos - Bejuco, Edo. de Veracruz. Tesis Profesional Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional. (Inédito).

Carrillo Bravo, J. 1971. Informe IV. 661. Zona Norte, Petróleos Mexicanos. (Inédito).

Bush D. A. and Goveia, S. A., 1978, Stratigraphy and Structure of Chicotepec Turbidites, South eastern Tampico - Misantla Basin Mexico. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* vol. 62, no. 2, p. 235-246.

Cohen Zfania, 1976. Early Cretaceous Buried Canyon: Influence on Accumulation of Hydrocarbons in Helez Oil - Field, Israel. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* vol. 60, no. 1, p, 108-114, 4 figs.

Cruz H. P., R. Verdugo and R. Barcenas 1977. Origin and Distribution of Tertiary Conglomerates, Veracruz - Basin, Mexico: *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* vol. 61, no. 2, p. 207 - 226, 18 figs.

De la Torre L., G., 1960. Estudio geológico de las formaciones jurásicas y cretácicas de la región de Piedra de Cal, Tampamás y San Nicolás, Municipio de Tantoyuca, Ver. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional. (Inédito). Tesis Profesional.

Kuenen, Ph. H., 1963. *Marine Geology.* John Wiley and Sons, New York. 568 p.

Lindsay, J. F., T. Shipley, and J. L. Worzel, 1974. Morphology of the Campeche Escarpment. *Geol. Soc. America Abs. with Program*, vol. 6, p. 845-846.

López R., E, 1959. Origen del petróleo en relación a las cuencas de depósito: *Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol.* vol. XI, nos. 3 y 4, p. 155-167.

Madrigal U., L., 1974. Descubrimiento de yacimientos petrolíferos en rocas carbonatadas del Cretácico, en el sureste de México: *Bol. Asoc. Mex. Geol. Expl.* Vol. XV, no. 3, p. 95-114.

Picha Frantisek, 1979. Ancient Submarine Canyons of Tethyan Continental Margins, Czechoslovakia. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* vol. 63, no. 1, p. 67-86, 12 figs.

Shelton W. J, 1967. *Stratigraphic Models and General*

Criteria for Recognition of alluvial Barrier - Bar and Turbidity - Current Sand Deposits. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, vol. 51, no. 12, p. 2441-2461, 12 figs., 1 Table.

Shepard P. F, 1967. *La Tierra bajo el mar.* Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España, 292 p.

Toledo T., 1976. Condiciones geológicas de las estructuras mesozoicas en el subsuelo de Reforma

Chiapas. A. I. P. M. XIV Congreso.

Varios informes privados de Petróleos Mexicanos. (Inéditos).

Verdugo V., R, 1968. Posibilidades petrolíferas de las formaciones del Eoceno Inferior y Paleoceno en el Distrito de Poza Rica, Ver. Tesis profesional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional. (Inédito).