

JH
17/1/84

ARPEL

XLV REUNION A NIVEL DE EXPERTOS

ASISTENCIA RECIPROCA PETROLERA ESTATAL LATINOAMERICANA

17 al 21 de MAYO de 1982

CIUDAD DE MEXICO, MEXICO

GEOLOGIA PETROLERA CUENCA DE VENEZUELA ORIENTAL



GERENCIA DE EXPLORACION
CORPOVEN, S.A.

FILIAL DE PETROLEOS DE VENEZUELA

R. ARNSTEIN

J. ORTEGA

C. BETORET

F. RUSSOMANNO

E. MOLINA

H. SANCHEZ

L. MOMPART

CARACAS, VENEZUELA

INDICE

	p.
LISTA DE FIGURAS	i
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
I-1 Area de Estudio	2
I-2 Información Disponible	3
I-3 Trabajos Previos	3
I-4 Métodos de Trabajo	6
II. ESTRATIGRAFIA	6
II-1 Bioestratigrafía	9
II-2 Ciclos Sedimentarios	9
II.2.1 Introducción	10
II.2.2 Mioceno Superior-Plioceno	11
II.2.3 Mioceno Medio	12
II.2.4 Mioceno Inferior	13
II.2.5 Oligoceno	14
II.2.6 Ciclo Pre-Discordancia Eoceno Medio	15
III. TECTONICA	15
III.1 Generalidades	16
III.2 Elementos tectónicos	21
III.3 Estructura actual de la Cuenca de Venezuela Oriental	23
IV GEOLOGIA DEL PETROLEO	28
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VI REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	

LISTA DE FIGURAS

- 1 Mapa de ubicación
- 2 Ciclos sedimentarios
- 3 Indice de Secciones de Correlación Regional
- 4 Diagramas de movilidad, Subcuenca de Guárico
- 5 Indice de datos geoquímicos en el subsuelo
- 6 Análisis convencional de roca madre
- 7 Información general bioestratigráfica
- 8 Bioestratigrafía (Determinación de edad)
- 9 Conclusiones bioestratigráficas
- 10 Cuadro de correlación
- 11 Relaciones estratigráficas del Mioceno Superior
- 12 Isópaco y facies del Mioceno Superior
- 13 Relaciones estratigráficas del Mioceno Medio
- 14 Isópaco y facies del Mioceno Medio
- 15 Relaciones estratigráficas del Mioceno Inferior
- 16 Isópaco y facies del Mioceno Inferior
- 17 Relaciones estratigráficas del Oligoceno
- 18 Isópaco y facies del Oligoceno
- 19 Síntesis tectónica
- 20 Estructura Regional de Venezuela Nororiental
- 21 Síntesis geológica
- 22 Campos petroleros
- 23 Distribución de rocas madres
- 24 Profundidad de la ventana petrolera
- 25 Perfil de maduración, Subcuenca de Guárico
- 26 Distribución de rocas generadoras
- 27 Paleoestructura del Oligoceno - Subcuenca de Guárico
- 28 Distribución actual de los hidrocarburos

RESUMEN

La cuenca actual de Venezuela Oriental es el producto de la convergencia y transcurrencia de bloques de la corteza que muestran diferencias en cuanto a la naturaleza del basamento, edad y facies de los sedimentos preservados y estilo tectónico:

En el bloque cortical occidental (Subcuenca de Guárico) se ha preservado una secuencia Oligo-Mioceno inferior en facies predominantemente marina. El basamento económico lo constituyen rocas de edad paleozoica.

El bloque cortical oriental (borde septentrional, Subcuenca de Maturín) lo caracteriza una sucesión estratigráfica, casi ininterrumpida, Cretáceo-Terciaria, con intervalos en facies marino profundo; esta secuencia está afectada por tectónica compresiva. El basamento puede estar constituido por rocas tipo alóctono Caribe.

En el bloque cortical meridional (Subcuenca de Maturín) ocurren facies continentales del Mioceno medio, afectadas por tectónica distensiva, que descansan sobre el cratón de Guayana.

Los límites actuales entre bloques son el corrimiento de Anaco (NE-SO) y la falla transcurrente de Urica (NO-SE).

En la Cuenca de Venezuela Oriental la génesis de hidrocarburos se inició al final del Mioceno Inferior a partir de rocas madres cretáceas y algunos intervalos del Terciario medio. Este fenómeno ocurrió en la parte norte de la Cuenca desde donde grandes volúmenes de petróleo migraron al sur sobre distancias de 50 - 100 Kms., alterándose durante el proceso migratorio, dando lugar a la Faja Petrolífera del Orinoco.

El sistema de fallas tensionales en el borde meridional entrampó el petróleo en sus fases tardías de migración al sur, para constituir los campos del Area Mayor de Oficina. El borde septentrional de la Cuenca actual se caracteriza por la presencia de gas, que es el resultado del avanzado estado de maduración en que se encuentran las rocas madres principales y a la naturaleza húmica de las rocas madres terciarias.

I INTRODUCCION.

I-1) El área objeto del presente estudio está ubicada en el extremo nororiental de Venezuela, limitada al Norte por la Cordillera Araya-Paria, al sur por el borde cratónico de Guayana, al este por el Delta del Orinoco y Golfo de Paria (Plataforma Continental) y al oeste por el Arco de El Baúl (Fig. 1).

Este trabajo es una versión asumida de un estudio geológico regional realizado por Corpoven, S.A. en la Cuenca Petrolera de Venezuela Oriental.

I-2) Información Disponible.

La información utilizada en la elaboración del trabajo puede ser agrupada de la siguiente manera:

SUBSUELO: Datos básicos de pozos: perfiles eléctricos, sumarios geológicos, muestras de canal y pared.

SISMICA: Mapa estructural sísmico de diferentes horizontes correspondientes al Basamento, Cretáceo y Mioceno, en las diferentes áreas en exploración y desarrollo.

INFORMACION BIBLIOGRAFICA: Estudios Geológicos regionales de subsuelo y/o superficie publicados e inéditos realizados por las compañías petroleras.

DATOS GEOQUIMICOS: Obtenidos de muestras de superficie (Serranía del Interior). Las muestras de subsuelo provienen de pozos ubicados en la región occidental (Subcuenca de Guárico).

I-3) Trabajos previos.

Hedberg (1950) publicó el primer trabajo de alcance regional que se realizó en el área objeto del presente estudio.

I-4) Método de Trabajo.

I-4.1 Estratigrafía (Sedimentología-Bioestratigrafía).

El trabajo fue fundamentado en el reconocimiento regional de ciclos sedimentarios que ocurren en la secuencia Terciaria del subsuelo de la Cuenca, los cuales habían sido postulados por Stainforth (1965).

Mediante la interpretación de electrofacies se reconocieron 4 ciclos sedimentarios, cada uno de ellos se inicia con un proceso transgresivo, cuyo tiempo de máxima subsidencia está representado por un intervalo lutítico de carácter regional que será denominado con el nombre entre comillas (") de la biozona que en ciertos casos se ha podido determinar en él. El cierre del ciclo es un proceso regresivo o progradacional (Fig.2).

Los límites de cada ciclo sedimentario representan generalmente episodios orogénicos (erosivos) de importancia regional y solo localmente ocurren los ciclos en ininterrumpida secuencia estratigráfica (Serranía del Interior).

Se elaboraron 14 secciones de correlación regional (Fig. 3) que muestran los ciclos sedimentarios (Secciones estratigráficas) y se interpretaron sus facies sedimentarias (Secciones sedimentológicas) correspondientes a cada ciclo en particular.

I-4.2 Geoquímica.

I-4.2 a) Gradiente Geotérmico.

Se elaboró el mapa de Gradiente Geotérmico empleando los datos obtenidos de 60 pozos y basado en las temperaturas de fondo de pozo corregidos según el método de Schlumberger (1978) para obtener la temperatura real. El cálculo del gradiente se basó en el método citado y en la fórmula del Southeast Asia Gradient Map (1975).

b) Análisis de Tiempo/Temperatura y Estudio Paleoestructural.

La estimación cuantitativa del efecto de la temperatura y el tiempo geológico en el proceso de maduración de una roca está basado en conceptos sencillos de química-física y ha sido expresado en ecuaciones (Lopatin, 1971, Waples, 1980) con las cuales se ha elaborado un programa computarizado para determinar el tiempo de ingreso de una roca en la ventana petrolera una vez que se conozca la historia de enterramiento y el gradiente geotermal en un determinado punto de una cuenca. (Orwig, 1981).

Este análisis ha sido hecho en la parte occidental del área de estudio (Subcuenca de Guárico) seleccionando varios pozos claves, sobre la vertical de cada uno de ellos se ha estudiado la historia de enterramiento; para cada punto clave se han generado diagramas que muestran en la abscisa el tiempo geológico y en la ordenada la acumulación progresiva de sedimentos a través del tiempo (Fig. 4).

Estos diagramas (diagramas de movilidad) son el resultado de

la aplicación del efecto combinado de temperatura/tiempo a cada intervalo geológico, logrando establecer el tiempo en que cada intervalo entra en la ventana petrolera, es decir, el inicio de la generación de hidrocarburos de las eventuales rocas madres en cada intervalo.

La combinación de los mapas paleoestructurales con los resultados del análisis tiempo/temperatura, son la base de la interpretación de las diferentes etapas de migración de los crudos generados en la region occidental (Subcuenca de Guárico).

c) Geoquímica Orgánica: Análisis Convencional de Roca Madre (INTEVEP, 1980. CORPOVEN, 1980).

En los análisis se utilizaron muestras de nucleo y canal de 30 pozos (Fig. 5) y los parámetros importantes para las determinaciones han sido medidos con más de un método, basados en principios diferentes, que en la mayoría de los casos han dado resultados muy similares por lo que las conclusiones de este estudio han de considerarse confiables.

Los parámetros determinados son maduración de la materia orgánica, cantidad y tipo de materia orgánica; los métodos utilizados se muestran en la Fig.6.

II ESTRATIGRAFIA

I.1 Bioestratigrafía

En este capítulo se resumen las determinaciones de edad e interpretación de paleoambientes depositacionales, obtenidas a través del estudio micropaleontológico de pozos ubicados en su mayoría en la denominada Subcuenca de Maturín.

La determinación de edad se fundamentó en la ocurrencia de fauna planctónica, utilizando la zonación de Stainforth et al. (1975).

La interpretación paleoambiental fue apoyada en la presencia de fauna planctónica, bentónica; moluscos, ostrácodos y otras microespecies. Parte importante de la información micropaleontológica fue obtenida del estudio de muestras de canal y núcleos de 26 pozos, procesados, analizados e identificados por el Laboratorio Bioestratigráfico de Corpoven, S.A., así como la determinación de edad y paleoambiente indicados por las agrupaciones fosilíferas.

La recopilación bibliográfica de información micropaleontológica de pozos suministró datos valiosos, la mayoría de ellos utilizados sin modificaciones, mientras que otros (32 pozos) fueron reinterpretados y actualizados por Corpoven en lo que se refiere a edad y paleoambientes indicados por las agrupaciones fosilíferas.

Las Figuras 7 y 8 muestran el control en el subsuelo de las determinaciones de edad y paleoambientes depositacionales obtenidas del estudio micropaleontológico y ambas conclusiones se comentan a continuación.

II.1.2 En la Cuenca de Venezuela Oriental se han delimitado 4 zonas que se caracterizan por la ocurrencia de una secuencia estratigráfica perteneciente a un determinado lapso del tiempo geológico,

según la sección atravesada por los pozos estudiados y que se han denominado Zona A, B, C y D. (Fig. 9).

ZONA A.

La ocurrencia de una secuencia ininterrumpida que comprende el Cretáceo, Paleoceno-Eoceno, Oligoceno, Mioceno inferior y Mioceno medio, caracteriza esta zona, la cual ha sido reconocida en la sección penetrada por el pozo Travi-1 y verificado por datos micropaleontológicos obtenidos del mencionado pozo hasta el Paleoceno inferior (10.473'-11.510').

La gran mayoría de los pozos analizados, ubicados en la parte septentrional de la Zona A (Serranía del Interior) han alcanzado a profundidad final cada uno de los diferentes eventos geológicos mencionados, dependiendo del marco estructural regional: La presencia del Cretáceo-Paleoceno fue verificada en los pozos Bucare-1, Tala-1 y La Vieja-1. Una secuencia Eoceno- Reciente fue estudiada en superficie por Stainforth (1965). Los pozos Mosu, en el extremo noroccidental de la Zona A, sugieren la presencia del Oligoceno superior. En el área de Quiriquire los pozos Q-590 y Q-595 indican la presencia del Oligoceno inferior-Eoceno.

En el área de Tonoro los pozos Tonoro-3E, Toro 1, Tonoro-2 y Hueso-1 confirman la presencia del Mioceno medio.

ZONA B.

La zona se encuentra caracterizada por la presencia del Oligo-Mioceno-inferior descansando sobre el Cretáceo sedimentario; el Mioceno medio ocurre excepcionalmente en intervalos de poco

espesor. El estudio de Peirson (1965) confirma la hipótesis en superficie mientras que el pozo Divi-1 la verifica en el subsuelo al alcanzar el Mioceno inferior a solo 375' de profundidad y el Oligoceno a 4.320'; los pozos Rz-505 y Guarío-3 apoyan las determinaciones de edad en el subsuelo de la región de la Zona B.

ZONA C.

La secuencia Terciaria ocurre incompleta, faltando el Mioceno inferior; el pozo SVF-9 evidencia el fenómeno donde a 9.870' el Mioceno medio descansa sobre el Oligoceno (9.870' a 12.080'), análogamente en el Guarío 402-X ocurre un cambio a 11.980' de Mioceno medio a Oligoceno; en el Soledad-1 se identificó Mioceno medio (11.000'-11.760') por encima de una secuencia con fauna típica del Oligoceno (11.760'-12.770').

Algunos pozos estudiados, ubicados en la Zona C, alcanzaron el Mioceno medio a profundidad final (33-Ac-10, Pato-1, ONV-53, ONV-55, ONV-102X y otros) mientras que algunos intervalos seleccionados en pozos del Campo Onado evidencian la presencia del Oligoceno.

El pozo Soledad-1 confirma la presencia del Eoceno medio a superior en el subsuelo de la denominada Subcuenca de Maturín, siendo ésta la primera vez que se reporta la presencia del Eoceno en esta región.

ZONA D.

La secuencia más delgada y estratigráficamente más incompleta se encuentra en esta región donde el Mioceno medio descansa discordante sobre el Cretáceo.

El Mioceno medio fue identificado en los pozos Merey-2 (?-3590'), Sotil-1 (? -10.570'), Caritos-1 (?-5.711') y Hamaca-1 (3.392').

El Cretáceo está poco documentado por falta de fauna diagnóstica en los pozos analizados y solo en el pozo Fb-1 se identifica a 4.170' un intervalo cretáceo (Albiense-Cenomaniense).

Paleoambientes sedimentarios.

Las interpretaciones paleoambientales realizadas en base a la información del subsuelo han permitido discriminar la tendencia regional de las condiciones ambientales que prevalecieron durante el Oligoceno y Mioceno.

Durante el Oligoceno las condiciones ambientales son menos marinas que en el Mioceno, sin mostrar cambios significativos que permitan caracterizar alguna de las cuatro zonas mencionadas. Durante el Mioceno la prevalencia de condiciones marinas se observan en la Zona A, con tendencia a salobre hacia el oeste (Zona C o Subcuenca de Guárico) y próximo costero a continental hacia el sur (Zona D, Faja Petrolífera del Orinoco).

II.2 Ciclos Sedimentarios.

II.2.1 Introducción

Las correlaciones sedimentológicas basadas en su patrón regional de electrofacies y apoyadas en el estudio de la flora y fauna de los marcadores eléctricos regionales han permitido reconocer 4 eventos geológicos en la secuencia terciaria de la Cuenca de Venezuela Oriental (Fig. 2). Estos eventos descansan discordantes sobre el ciclo pre-orogénico Cretáceo-Eoceno medio (Ciclo 1 no analizado en las facies sedimentarias).

Los eventos geológicos corresponden a cuatro ciclos sedimentarios que se inician en el Oligoceno (Eoceno-superior,) y culminan con el depósito molásico del Mio-Plioceno. El marcador regional de cada ciclo es un horizonte caracterizado por una litología prevalecientemente lutítica, con fauna planctónica, el cual a pesar de los diferentes nombres formacionales es reconocido sobre vastas extensiones del subsuelo de la Cuenca. Estos intervalos representan invasiones de mares que estaban en comunicación con áreas oceánicas y están generalmente comprendidos entre secuencias prevalecientemente arenosas, con fauna ausente o escasa representativa, en este caso, de ambientes salobres o continentales. Las areniscas son reconocidas con diferentes nombres formacionales, pero su localización por encima y debajo del marcador regional ha permitido asignarle una posición estratigráfica regional. En la figura 10 se muestran las relaciones estratigráficas en diferentes áreas del subsuelo de la Cuenca; la nomenclatura estratigráfica ha permanecido invariable, considerando informal el uso de Oficina en la región de Anaco ya que su correlativo litoestratigráfico, en la Subcuenca de Maturín, pertenece a un ciclo sedimentario más joven y separado de aquellas por una discordancia regional. El nombre de Merecure es usado en el presente trabajo para reconocer el intervalo arenoso de edad Mioceno medio que infrayace a la Formación Oficina en el flanco sur de la Subcuenca de Maturín.

II.2.2 Ciclo Mioceno Superior-Plioceno(intervalo "menardii").

Las unidades litoestratigráficas que representan el ciclo son las formaciones Freites y Las Piedras al sur-suroeste, y La Pica-Las Piedras-Quiriquire al norte-noreste del área de estudio (Fig. 11).

En el área de Jusepín-Santa Bárbara, las areniscas basales transgresivas que inician el evento sedimentario, ocurren por encima de la discordancia Pre-La Pica.

El intervalo "menardii" está representado por la Formación Freites, predominantemente lutítica, en el área mayor de Oficina y por la Formación La Pica en el nor-noreste del área. En la región de Onado-Acema ocurre la pérdida de identidad de la electrofacies del evento transgresivo La Pica-Freites (Fig.11).

El ciclo se encuentra en todo el subsuelo de la Subcuenca de Maturín y sus máximos espesores se encuentran al norte con un predominio de fases continentales a transicional (Fig. 12).

El evento progradacional de cierre, está representado por las formaciones Las Piedras/Quiriquire de carácter continental.

II.2.3 Ciclo Mioceno medio (intervalo "fohsi").

Las Formaciones Oficina y Carapita Superior (al Noreste) constituyen los eventos litológicos representativos del ciclo del Mioceno medio (Fig. 3).

El ciclo descansa discordante por encima del Oligoceno; en la Serranía del Interior la discordancia se conoce como Discordancia Intra-Carapita y es el tope del Ciclo subyacente del Mioceno Inferior. Al Sur, la base del ciclo es una gruesa secuencia de areniscas coalescentes conocidas como Formación Merecure, que descansa sobre el Cretáceo (Grupo Temblador).

El episodio sedimentario se encuentra distribuido en la mayor parte del subsuelo de la Cuenca, excepto en la región occidental donde se han preservado delgados intervalos del Mioceno Medio.

La parte regresiva del ciclo generalmente está presente hacia el tope de las Formaciones Oficina y Carapita. Los máximos espesores preservados del ciclo ($\pm 6.000'$) se localizan hacia las áreas de grandes sobrecorrimientos lo que sugiere espesores afectados por tectónica compresiva.

La distribución actual de facies muestra en la región meridional una delgada franja de sedimentos continentales que se trunca hacia el Cratón de Guayana, hacia el norte proliferan condiciones más marinas con episodios turbidíticos (Miembro Chapapotal, Fm. Carapita) que indican la proximidad del mar abierto (Fig. 14).

II.2.4 Mioceno Inferior (intervalo "insueta")

El Mioceno inferior se ha preservado básicamente en la parte septentrional de la Cuenca; al noreste el episodio de máxima subsidencia, intervalo "insueta" está muy bien representado por las lutitas fosilíferas de la Formación Carapita Inferior (Fig. 15). En afloramientos de la Serranía del Interior, las areniscas, de ambiente salobre, de las formaciones Capaya y Uchirito representan el ciclo sedimentario. Más al oeste el intervalo "insueta" se reconoció dentro de la Formación Oficina de los Campos de Anaco y en la Formación Capiricual. Un equivalente menos marino y paleontológicamente muy poco documentado, se encuentra en la Formación Chaguaramas de la Subcuenca de Guárico; en esta región, en afloramientos, la Formación Quebradón representa la parte transgresiva y Quimare (subsuelo) el episodio prograd-

cional o regresivo del ciclo. Localmente el ciclo descansa sobre una discordancia.

La distribución de facies sedimentarias y espesores del ciclo se encuentran muy afectadas por el marco tectónico regional, sólo se ha podido evidenciar la presencia de facies transicionales y marinas. Un modelo tentativo de la facies del Mioceno inferior se muestra en la Figura 16.

II.2.5 Ciclo Oligoceno (intervalo "ciperensis").

Condiciones marinas prevalecientes durante este período han permitido establecer una correlación confiable a través de la Cuenca; el intervalo "ciperensis" muy bien documentado en subsuelo y superficie, está representado por las formaciones Roblecito al oeste y Areo al este (Fig. 17). El conjunto de unidades litoestratigráficas que completan el ciclo en estas regiones son: La Pascua - arenas regresivas de Roblecito y Los Jabillos-Naricual (Grupo Merecure), respectivamente. La base del ciclo se encuentra en contacto discordante con varias formaciones a través de la discordancia regional del Eoceno medio.

El carácter predominantemente marino en la región occidental (Subcuenca de Guárico) sugiere el avance de los mares oligocenos en esa dirección; mientras que en el borde meridional, tectónicamente activo, solo se han preservado las facies transicionales (Fig.18). Los rasgos tectónicos regionales que determinan la actual ocurrencia regional de las facies sedimentarias en los ciclos descritos no se evidencian en la distribución de facies del Oligoceno, por lo que se sugiere el siguiente razonamiento:

El método empleado, la correlación eléctrica y discriminación y predominio de cada facies no es capaz de poner en manifiesto esos fenómenos y se requiere de una mayor densidad de datos geofísicos y paleontológicos-sedimentológicos.

II.6.6 Ciclo pre-Discordancia Regional Eoceno-medio.

El ciclo es una macro-unidad que incluye todos los sedimentos depositados a partir del "rifting" inicial del Tetys Occidental hasta su cierre, causado por la colisión de las placas mesozoicas (Orogénesis Laramidiana).

Los numerosos episodios sedimentarios atestiguan los avances y retiradas de los mares sobre los bordes del Escudo de Guayana.

No se han realizado estudios detallados de estos ciclos por la escasa información disponible de estos eventos en el subsuelo del área de estudio, no obstante se documenta por primera vez la presencia de Eoceno, en la parte meridional del área.

III TECTONICA.

III.1 Generalidades.

Los elementos tectónicos y rasgos estructurales de la Cuenca de Venezuela Oriental, han sido referidos en numerosas publicaciones que tratan de esbozar la evolución histórica y estructural de la misma (Hedberg, 1950; Young et al. (1956), Renz, et al. 1958).

González de Juana et al. (1980, pag. 914) describe la cuenca estructuralmente, así como su evolución y analiza los elementos tectónicos y estructuras que la caracterizan y que están genéticamente relacionados con el control hidrocarburífero de la Cuenca.

Trabajos más recientes incluyen el comportamiento tectónico hasta el Basamento en la Subcuenca de Guárico (Orwig, 1981), así como el estudio de la tectónica convergente y transcurrente del Bloque de Paria (Munro y Smith, 1981).

Las consideraciones regionales respecto a tectónica y estructura a las cuales se ha llegado en el presente informe, se apoyan en primer lugar, en estos dos estudios regionales realizados por Corpoven en los últimos dos años; y en segundo lugar en las conclusiones del estudio bioestratigráfico y de facies sedimentarias referidas en el Capítulo II.

III.2 Elementos tectónicos.

Los elementos tectónicos de la Cuenca serán descritos según los diferentes períodos geológicos en que se generan y que sugieren la compleja evolución estructural de la misma (Fig. 19).

III.2.1 Pre-Cretáceo.

Las fallas de Hato Viejo y Carrizal son las estructuras más antiguas que afectan la columna estratigráfica en el subsuelo de Venezuela Oriental; son fallas normales con labio deprimido al Noroeste y un desplazamiento vertical de unos 2.000'. Estas fallas fueron activas hasta la sedimentación del ciclo del Oligoceno (intervalo "ciperensis"). La falla Altamira está asociada genéticamente a las anteriores, posiblemente rejuvenecida y transformada en falla inversa después de la depositación del Ciclo del Mioceno medio. (intervalo "fohsi").

III.2.2 Post-Mioceno inferior-Pre-Mioceno medio

Las estructuras correspondientes a este período geológico, ocurren en el subsuelo de la Subcuenca de Guárico donde, a nivel del Terciario, la estructura regional es un monoclinal que buza al norte cortado por fallas de dirección Este y Noreste, estas últimas son más persistentes y representan grandes desplazamientos de tipo tensional normal en el basamento, con desplazamientos menores que involucran los sedimentos suprayacentes. Las fallas de dirección Este son más jóvenes normales e inversas y pueden o no afectar el

basamento (Orwig, 1981). Estas estructuras han sido consideradas como post-Oligoceno, los argumentos en que se apoyan estas conclusiones serán discutidos en el capítulo de Geología Petrolera.

III.2.3 Post-Mioceno medio-Pre Mioceno superior.

EL CORRIMIENTO DE ANACO, de dirección N 50° E es una estructura relativamente joven, con un desplazamiento de unos 4.000'; localmente pone en contacto el Mioceno inferior con el Mio-Plioceno. Murany (1971) considera que esta estructura compresional es el resultado del campo de esfuerzos generados por la Falla transcurrente de El Pilar.

EL CORRIMIENTO DE PIRITAL se encuentra en la parte meridional de la Serranía del Interior (González de Juana et al. 1980), de unos 150 Km. de largo, en la superficie del piedemonte.

El corrimiento de Pirital no constituye el límite Sur de las fallas de corrimientos de superficie, en base a datos sísmicos (Munro y Smith, 1981) esta zona afectada por tectónica compresiva se reconoce en el subsuelo más al Sur, al Suroeste de Maturín, en el Campo Orocuai y hasta la zona de fallas de Urica (Fig. 20).

La estructura de Pirital coincide aproximadamente con los campos de Santa Bárbara-Jusepín, Quiriquire, donde localmente emplaza el Cretáceo sobre el Mioceno (Pozo SB-133, Santa Bárbara).

III.2.4 Post Mioceno medio-Plioceno

Provincia meridional de tectónica distensiva.

En esta región, que ocupa la parte central del estado Anzóa-tegui, se encuentran los campos petrolíferos del área mayor de Oficina y constituye el flanco sur de la Cuenca (Fig. 19).

Se caracteriza por presentar buzamiento regional Nor-Noreste y un conjunto de fallas normales de rumbo Esta-Noreste, algunas consideradas como fallas de crecimiento. El buzamiento de estas fallas es generalmente al Sur, las grandes acumulaciones de hidrocarburos controlados por ellas se encuentran en el labio norte de las fallas. A este grupo pertenecen las fallas de Tucupita, Pilón, Jobo, Temblador, Mapiri-Zorro, Soto-Zapatos, Oritupano, Onado y la falla Leona que parece conectar la falla Guara y Junta Merey, ambas con buzamiento norte. González de Juana et al., (1980) refiere algunas teorías de diversos autores con respecto a la naturaleza de las estructuras mencionadas y concluyen que las fracturas son fallas de "gravedad, de crecimiento, sinsedimentarias, originadas por el propio peso de los sedimentos y sin relación directa con ninguna fuerza orogénica externa".

El origen y naturaleza de estas estructuras merecen un estudio más detallado que deben contemplar interpretaciones sísmicas regionales basadas en un mismo nivel estratigráfico

III.2.5 Bloque de Paria.

Munro y Smith (1981) estudian la parte oriental de una provincia compresional (Fig. 20), que se extiende desde Cojedes hasta Trinidad y la denominan Bloque de Paria (Vierbuchen, 1978). Esta área incluye la Cordillera Araya Paria, Serranía del Interior, Isla de Trinidad y parte septentrional de la Subcuenca de Maturín todas afectadas por una tectónica convergente y transcurrente.

El Bloque de Paria descansa sobre una placa del Basamento cratónico relativamente poco deformado que buza al norte, una cuña de rocas metamórficas ha sido emplazada entre el basamento y las rocas sedimentarias de la Serranía del Interior. Estas rocas sedimentarias han sido deformadas en una serie de capas plegadas y sobrecorridas de rumbo Noreste. Los autores proponen un modelo de deformación para explicar la estructura del bloque de Paria, la que consideran el resultado de la deformación producida por la acción convergente y transcurrente de dos placas, cuyos movimientos relativos son opuestos en sentido este-oeste.

En Venezuela Nororiental dicha acción es el resultado del movimiento en sentido este-sureste de la Placa del Caribe respecto a la Placa Suramericana que ha producido grandes desplazamientos en el basamento, deformación plástica de las rocas del Jurásico al Terciario superior. El incremento en la intensidad del movimiento convergente ha originado una zona de subducción y metamorfismo durante el Cretáceo y la emersión de la Serranía del Interior.

III.2.6 Post-Mioceno superior.

Fallas Transcurrentes.

En el Bloque de Paria, las fallas sintéticas transcurrentes se han originado en las fases más intensas de deformación producidas por movimientos transcurrentes-convergentes de dirección oeste-este (Munro y Smith, 1981) y están representadas por las fallas de Urica, San Francisco, Bohordal y Los Bajos (Fig.2C), todas de rumbo nor-noroeste.

Falla de Urica.

Es una zona de fallas que tiene aproximadamente 10 km. de ancho y se extiende desde unos 100 kms., al noroeste de Barcelona hasta las cercanías de Tucupita, sobre una distancia de 400 kms. Al suroeste de Maturín las estructuras compresionales del Bloque de Paria, del mismo origen pero previas al fallamiento transcurrente, terminan abruptamente contra la Falla de Urica, considerándola como el límite meridional del Bloque de Paria y límite a su vez de la provincia tensional del flanco sur de la Subcuenca de Maturín.

El movimiento dextral de la Falla de Urica ha sido puesto en evidencia mediante imágenes Slar y anomalías de drenaje en las cercanías de Tucupita.

III-3 La estructura actual de la Cuenca de Venezuela Oriental.

La Cuenca Oriental actual aparece como el resultado de la convergencia y transcurrencia de bloques de la corteza, que se diferencian en cuanto a la naturaleza del Basamento, edad y facies de los sedimentos y el estilo tectónico.

La integración del estudio estratigráfico y la síntesis tectónica han permitido discriminar tres grandes bloques de la corteza, cuyos límites lo forman la falla de Urica (NO-SE) y el corrimiento de Anaco (NE-SO). (Fig. 21).

Bloque Occidental (Subcuenca de Guárico).

Los estratos terciarios preservados en el subsuelo de la región son de edad Oligo-Mioceno inferior en facies predominantemente marinas, que descansan discordantes sobre el Grupo Temblador del Cretáceo. El basamento económico está constituido por rocas paleozoicas. Los elementos tectónicos característicos son predominantemente de naturaleza distensiva, atribuidos al Mioceno inferior.

Bloque Oriental (Borde septentrional de la Subcuenca de Maturín).

Una secuencia estratigráfica, casi ininterrumpida, que comprende rocas cretáceas hasta el Plioceno, caracteriza esta región fuertemente afectada por movimientos transcurrentes y convergentes (Bloque de

Paria). Facies marinas profundas y turbiditas han sido reconocidas en la formaciones Caratas y Carapita, representativas del Terciario de la región. Rocas metamórficas tipo alóctono Caribe puede constituir localmente el basamento de la secuencia.

Bloque Meridional.

Ocurren rocas de edad Mioceno medio-Plioceno en facies predominantemente continentales; la secuencia infrayacente es equivalente al substratum sedimentario del Terciario del Bloque Occidental; el basamento cristalino ha sido alcanzado en esta región. El estilo tectónico parece ser el resultado de una tectónica distensiva.

En el área noroccidental de la región, donde existe el predominio de fallas normales con buzamiento norte, también se han reconocido facies más marinas en el Mioceno medio y transicionales en el Mioceno superior que difieren de su equivalente al Sur por descansar sobre sedimentos oligocenos. Esta área se ha denominado Zona C en Bioestratigrafía, su límite tectónico meridional se desconoce, pero no debe descartarse un origen similar a los bloques corticales descritos.

IV GEOLOGIA DEL PETROLEO

IV.1 Introducción.

El descubrimiento de yacimientos comerciales en el campo Quiriquire en 1938, marcó el inicio de la historia petrolera de Venezuela Oriental (Fig. 22).

En los 80 campos existentes, se han perforado unos 12.000 pozos (excluye costa afuera) que han acumulado una producción para 1981 de 8.5 MM Bls de petróleo y 18.900 MM pcg.

El mayor volumen de hidrocarburos proviene de rocas terciarias; la producción del cretáceo es discreta y se obtiene del área de Anaco y Las Mercedes.

El control de los yacimientos es principalmente estructural; en las áreas de crudo pesado el control estratigráfico es factor de importancia.

Los crudos más pesados se encuentran al sur, en la Faja Petrolífera y los medianos-livianos hacia el norte, hasta llegar al Cinturón Gasífero de Guárico, al noroeste del área de estudio. En el extremo noreste las acumulaciones de gas están presentes en prospectos profundos de la Serranía del Interior y en la Plataforma Continental.

IV.2 Origen y Migración de Hidrocarburos.

IV.2.1 Rocas madres

A partir de los análisis y estudios geoquímicos realizados

se ha podido identificar el intervalo con mejor potencial generador de los hidrocarburos de la Cuenca: la Formación Querecual del Cretáceo, (Fig. 23); otros niveles como el Grupo Merecure y Roblecito del Oligoceno, Oficina y Chaguaramas del Mioceno muestran un regular potencial. El tipo de materia orgánica de la roca madre cretácea es de origen marino, de ambiente euxínico, influenciado por aportes de sedimentos terrígenos; en la región occidental la sección cretácica (Pozos Pascua-1 y 2) contiene intervalos potenciales de roca madre cuya materia orgánica es una mezcla de material sapropélico marino y húmico terrestre, con un potencial generador que varía de 4 a 11 kg./T. La correlación de crudo-roca madre efectuada en algunas muestras de pozos y la tendencia de la mayoría de los crudos que indican génesis a partir de rocas marinas, permiten concluir que el mayor volumen de hidrocarburos ha sido generado por rocas madres cretáceas. Los intervalos generadores del Terciario están mejor estudiados por la abundancia de datos y en ellas el tipo de materia orgánica es húmico, proveniente de vegetales superiores, de ambiente continental; el potencial de generación en estas rocas varía de 1.7 a 7 Kg/T. (Formación Chaguaramas 1,2 a 4,3 Kg/T.).

Se ha establecido una clara correlación entre algunos crudos y los extractos de rocas madres terciarias (Intevp, et al., 1980).

IV-2.2 Maduración.

La profundidad "subsea" a la cual se inició la maduración en los intervalos de roca madre de cada pozo, los valores de reflectancia de vitrinita e índice de alteración termal que poseen han permitido visualizar regionalmente la profundidad de la ventana de petróleo (Fig. 24).

El inicio de la maduración de las rocas madres se encuentra al noreste a una profundidad de 10.000' alcanzando unos 3.000' en las zonas más tectonizadas (pozo La Vieja-1).

Los perfiles de maduración (Fig. 25) y los datos de vitrinita muestran que en la región meridional toda la columna Terciaria-Cretácea es inmadura; la reflectancia de vitrinita está muy por debajo del valor 0,6 considerado indicador del comienzo de la madurez, la temperatura de pirólisis es inferior a 435°F, el color del polen es amarillo, por lo que puede considerarse que independientemente de la presencia o no de potenciales rocas madres en la región meridional (Faja Petrolífera del Orinoco) el único hidrocarburo que se ha podido generar "in situ" es gas biogénico debido a actividad bacterial.

Más al noroeste, las rocas terciarias de naturaleza hímica están maduras (Socorro-1, Jobal 51DS, GTX-1-DS) y las cretáceas post-maduras como lo indica la reflectancia de vitrinita (1,3), la temperatura máxima de pirólisis (460°F) y el color del polen (marrón).

La integración de los datos de calidad y madurez de las rocas madres se muestran en la Fig. 26.

IV-2.3 Sincronización.

En la parte más noroccidental de la cuenca las rocas cretáceas han entrado en la ventana petrolífera durante el Oligoceno medio, hace unos 30 millones de años, permaneciendo en élla hasta el Mioceno medio (Fig. 4), durante este lapso geológico se ha generado la mayor parte de los hidrocarburos líquidos de la Cuenca; a medida que las rocas madres cretáceas entraban en

la zona de sobremaduración a generar gas, las rocas terciarias iniciaban la generación de hidrocarburos, especialmente gas, debido al tipo húmico de la materia orgánica.

Las reconstrucciones paleoestructurales (Fig. 27) muestran que durante el Oligo-Mioceno inferior la región occidental era un monoclinal regional que buzaba al noroeste, favoreciendo la migración del petróleo cretáceo al sureste, zona del presente emplazamiento de la Faja Petrolífera; una migración del orden de los 50 a 100 Km. a la que puede ser atribuida las características de crudo pesado y extrapesado, acumuladas en la región meridional. El gas presente en la F.P.O puede tener alguno de los orígenes sugeridos a continuación:

- a) Gas biogénico originado "in situ" por acción bacterial.
- b) Originado a partir de rocas húmicas (Chaguaramas, Pozo GXT-1).
- c) Origen por sobremaduración de las rocas madres en la parte más septentrional de la Cuenca y migrado al Sur a través de grandes distancias.

El perfil de maduración, elaborado a partir de muestras tomadas de superficie en la Serranía del Interior, revela que el pico de generación de petróleo en rocas madres cretáceas se alcanza en el Mioceno inferior (zona de Praeorbulina glomerosa). Las rocas madres terciarias maduran en el Mioceno superior, posiblemente bajo la influencia del levantamiento de la Cadena del Interior.

En ausencia de trampas estructurales, el grueso de hidrocarburos generados durante la primera fase (Mioceno inferior) ha debido

migrar al sur ya que las fallas se han formado después del Mioceno medio (Fig. 19).

El proceso de generación de hidrocarburos ha sido continuo hasta hoy día, cuando solo se está generando gas debido al avanzado estado de madurez de las rocas madres cretáceas y a la naturaleza húmica de las terciarias, actualmente en la ventana de petróleo en la región septentrional.

La evaluación geoquímica de la cuenca ha permitido establecer una distribución regional de los hidrocarburos generados por las rocas madres (Fig. 28), resultados que armonizan con las conclusiones obtenidas por otros métodos.

V-1. OBJECIONES A ALGUNOS CONCEPTOS TRADICIONALES

Las conclusiones del presente trabajo son contradictorias a algunos de los conceptos geológicos vigentes de la Cuenca Oriental:

Actualmente se considera la existencia de grandes espesores de sedimentos en el noreste del subsuelo de la Cuenca, que evidencian el eje de la misma; más al norte se encuentra su flanco septentrional.

De acuerdo a los datos geofísicos y la perforación exploratoria profunda, en este trabajo se considera que los grandes espesores preservados en la región noreste del área, se deben al apilamiento de sedimentos fuertemente plegados por la tectónica reciente, este fenómeno, ha destruido el flanco norte de la Cuenca.

La subdivisión de la Cuenca Oriental en dos subcuencas: Guárico y Maturín ha sido sustentada en criterios prácticos.

La presente evaluación de la cuenca considera esta subdivisión una solución sencilla; en la estructuración actual de la Cuenca están involucrados aspectos genéticos, hasta ahora no tomados en consideración.

En geología petrolera los conceptos vigentes en la Cuenca han sufrido pocas modificaciones desde las consideraciones publicadas por Renz et al. (1958), quienes han atribuido la génesis de hidrocarburos a sedimentos terciarios. Cada acumulación importante tiene una roca madre diferente dependiendo de cada región. La migración es prevalecientemente corta desde las lutitas hasta los recipientes interestratificados (Area Mayor de Oficina). La sincronización la consideran efectiva.

La presente evaluación geoquímica de la Cuenca Oriental ha permitido reconocer las principales rocas madres de los hidrocarburos, su madurez

termal, datar sus diferentes fases de generación y poner en evidencia una sincronización deficiente para los hidrocarburos originados durante las periodos tempranos de generación.

V-2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- 1) Emprender una serie de estudios estratigráficos y tectónicos para una total revisión de los conceptos geológicos del área, que en muchos casos se han revelado obsoletos.
- 2) La Cuenca Oriental actual aparece como el resultado de la convergencia y transcurrancia de bloques de la corteza, que se diferencian en cuanto a la naturaleza del basamento, edad y facies de los sedimentos estilo tectónico. La exploración eficiente debe fundamentarse en su reconocimiento como unidad tectónica-estratigráfica.
- 3) La generación de hidrocarburos se debe principalmente a la maduración de rocas madres cretáceas, ubicadas en la parte septentrional de la cuenca actual. El papel jugado por rocas madres terciarias aparece secundario.
- 4) El grueso de los hidrocarburos generados migró hacia el sur, a partir del final del Mioceno inferior, sobre distancias de 50-100 Kms., para dar lugar a la Faja Petrolífera del Orinoco. La naturaleza pesada y extrapesada de estos petróleos es una consecuencia directa e indirecta de esta migración.

- 5) Los campos petroleros al norte de la Faja (Area Mayor de Oficina, etc.) se formaron durante las fases tardías de la migración hacia el sur, después de la formación de los sistemas de fallas de tensión en el flanco sur de la cuenca.
- 6) Los campos petroleros del flanco norte de la cuenca actual, se formaron en una etapa tardía de generación, después del comienzo del levantamiento de la Serranía del Interior y la estructuración del área. Se evidencia la existencia de un cinturón caracterizado por abundante presencia de gas, el cual se considera el resultado del presente estado de maduración avanzada, de las principales rocas madres y a la naturaleza húmica de las rocas terciarias, actualmente en la ventana de petróleo.

VI- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BANDY, O. (1961). Foraminiferal and Paleoenvironmental Analysis for Selected Wells in Eastern Venezuela. Reports N° 1, 2. NO PUBLICADO.
- CONTRERAS, B. y HERNANDEZ, Y. (1980). Historia Sedimentaria del Eoceno y del Oligoceno de la Serranía del Interior. Norte de Monagas. Trabajo Especial de Grado. U.C.V. Escuela de Geología. Caracas. Inédito. 462 p.
- EURIBE, A. (1980). Bioestratigrafía y Distribución de Biofacies en pozos del norte de la Faja Petrolífera del Orinoco. Informe ICT-108, INTEVEP. Publicado en 1981 en Revista Técnica INTEVEP. I (1): 37-46.
- GONZALEZ DE JUANA, C. ITURRALDE DE AROZENA, J. y PICARD, X. (1980). Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas. Ediciones FONINVES, Caracas, Tomo II, p. 908-974.
- HEDBERG, H.D. (1950). Geology of The Eastern Venezuela Basin (Anzóategui, Monagas, Sucre-Eastern, Guárico, portion) Geol. Soc. Am. Bul., 61 (11): 1173-1216.
- INTEVEP, S.A. y BEICIP (1980). Estudio Geoquímico en la Cuenca Oriental y Faja Petrolífera del Orinoco. Los Teques, Venezuela. NO PUBLICADO. 50 pp.
- LOPATIN, N.V., (1971). Temperature and Geologic Time as factors in Coalification (in Russian): Akad Nauk. SSSR. Izv. Ser. Geol., N° 3 p. 95-106.
- MUNRO, S. y SMITH, F. (1981). Estructura Regional de Venezuela Nororiental. Informe Corpoven, S.A. NO PUBLICADO. 22 pp.

MURANY, E., (1972 a) Tectonic Basis for Anaco Fault, Eastern Venezuela. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull. 56 (5): 860-870.

ORWIG, R. (1981), Geología de la Subcuenca de Guárico y su Potencial Hidrocarburífero. Corpoven, S. A. NO PUBLICADO. 50 PP.

PEIRSON, A. L. (1965 a) Geology of North Central Venezuela, Lagoven, S.A. NO PUBLICADO. 328 pp.

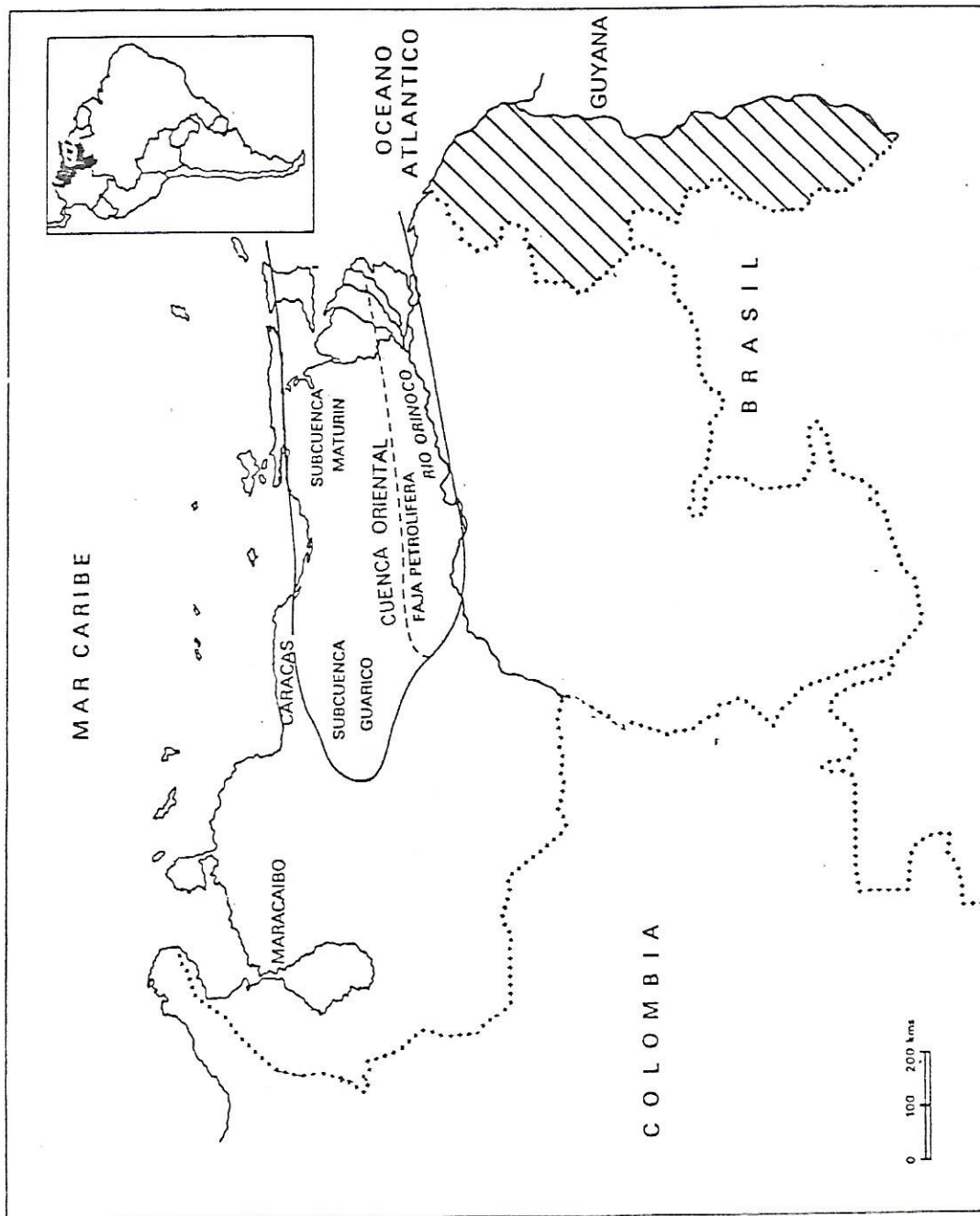
RENZ, H. H., ALBERDING, H., DALLMUS, K. F., PATTERSON, J. M., ROBIE, R. M., WEISBORD, N. E. y MASVAL, J. (1958). The Eastern Venezuelan Basin. En: Habitat of Oil, a Symposium, 551-600, L. G. Weeks, Editor, Am. Assoc. Petr. Geol., 551-600.

STAINFORTH, R.M. (1965) Mid Tertiary Diastrophism in Northern South America. Fourth Caribbean Geological Conference. Trinidad. Separata: 38 pp.

(1971 La Formación Carapita de Venezuela Oriental. Cong. Geol. Venez. IV, Caracas, Noviembre, 1969, Memoria, Bol. Geol., Caracas. Publ. Esp. 5, I: 433-463.

LAMB, J. L., LUTERBACHER H., BEARD, J. H. and JEFFORDS R. M. (1975). Cenozoic Planctonic Foraminiferal Zonation and Characteristics of Index Forms. The University of Kansas Paleontological Contributions. Article 62, 425 pp (2 Vol.).

- SULEK, J. (1961) Miocene Correlations in the Maturín Sub-Basin. A.V. G.M.P.; 4 (4): 131-139.
- VIERBUCHEN, Jr., R. C., (1978) The tectonics of northeastern Venezuela and the southeastern Caribbean Sea, 1979 Ph.D. thesis, Princeton University, University Microfilms International, Ann Arbor, Mich. 48106.
- WAPLES, D. (1980) Time and Temperature in Petroleum Formation: Application of Lopatin's Method to Petroleum. Exploration. Am. Assoc. Petr. Geol. Bull. 64 (6): 916-926.
- YOUNG, G., BELLIZIA, A., RENZ, H. H., JOHNSON, F., ROBIE, R. y MASVALL, J. (1956) Geología de las Cuencas Sedimentarias de Venezuela y de sus Campos Petrolíferos. Bol. Geol., Caracas, Publ. Esp. N° 2.



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

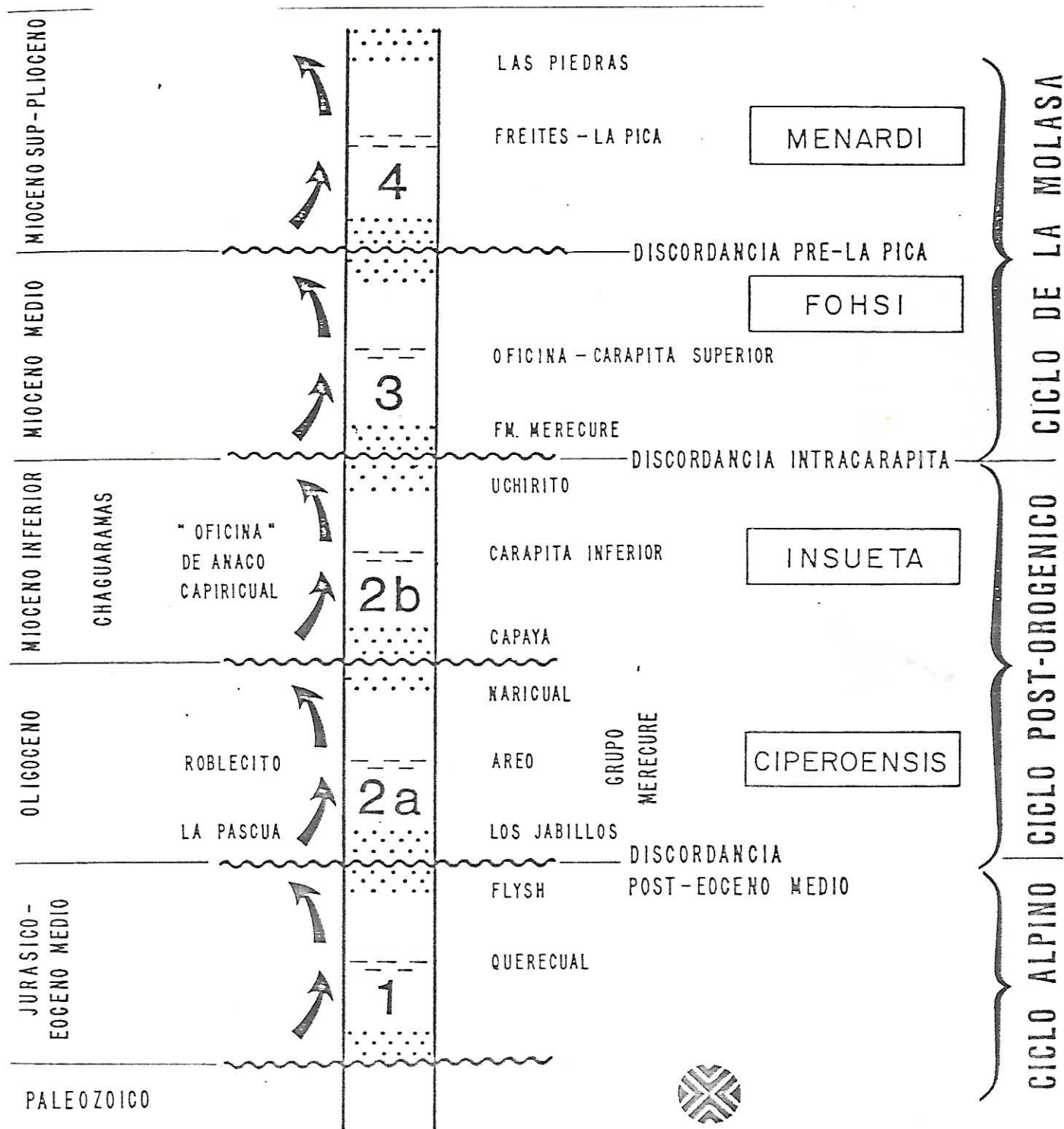
XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

FIG. 1

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

CICLOS SEDIMENTARIOS



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

FIG. 2

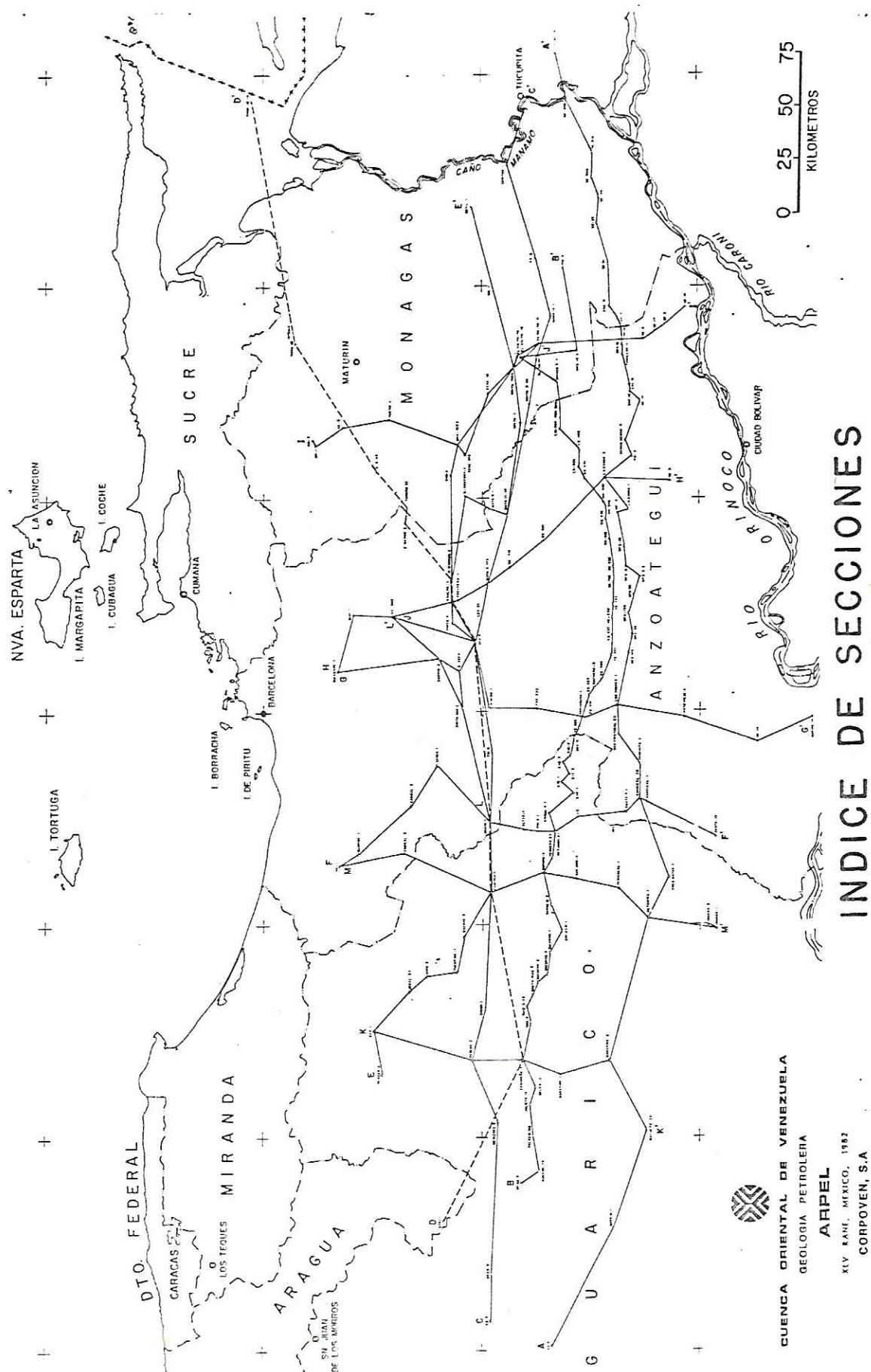
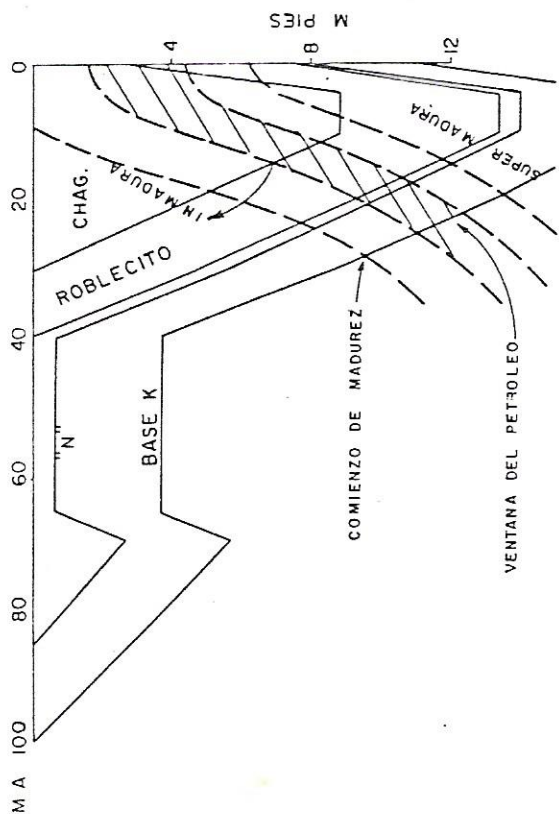
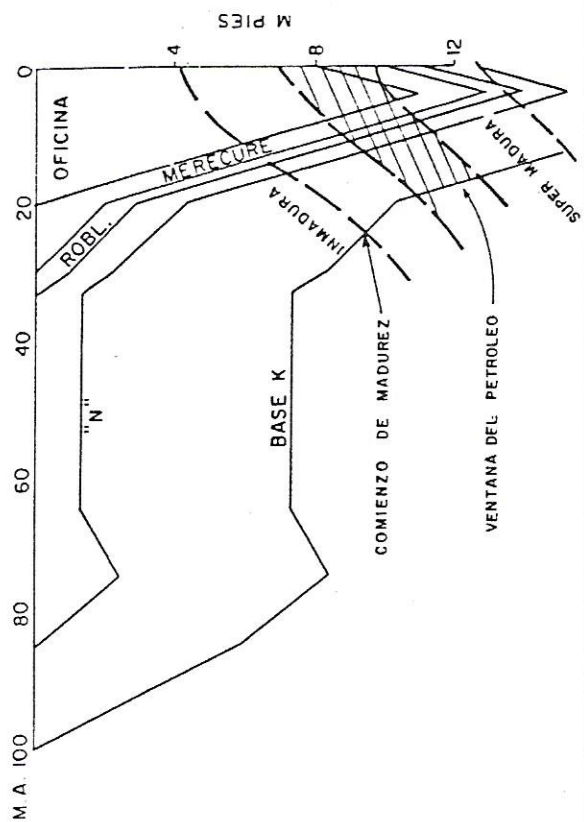


FIG. 3

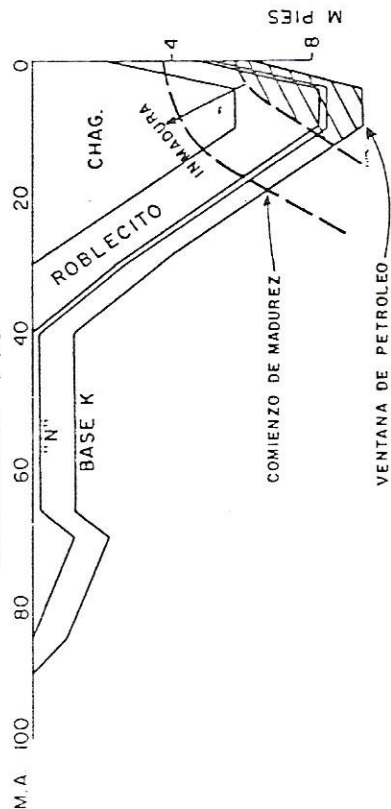
PLACER 29-P-2



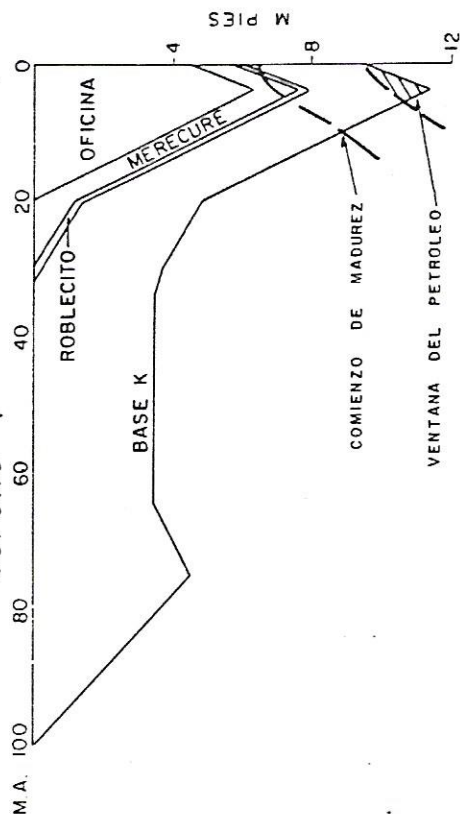
CAGIGAL -3



MERCEDES 440



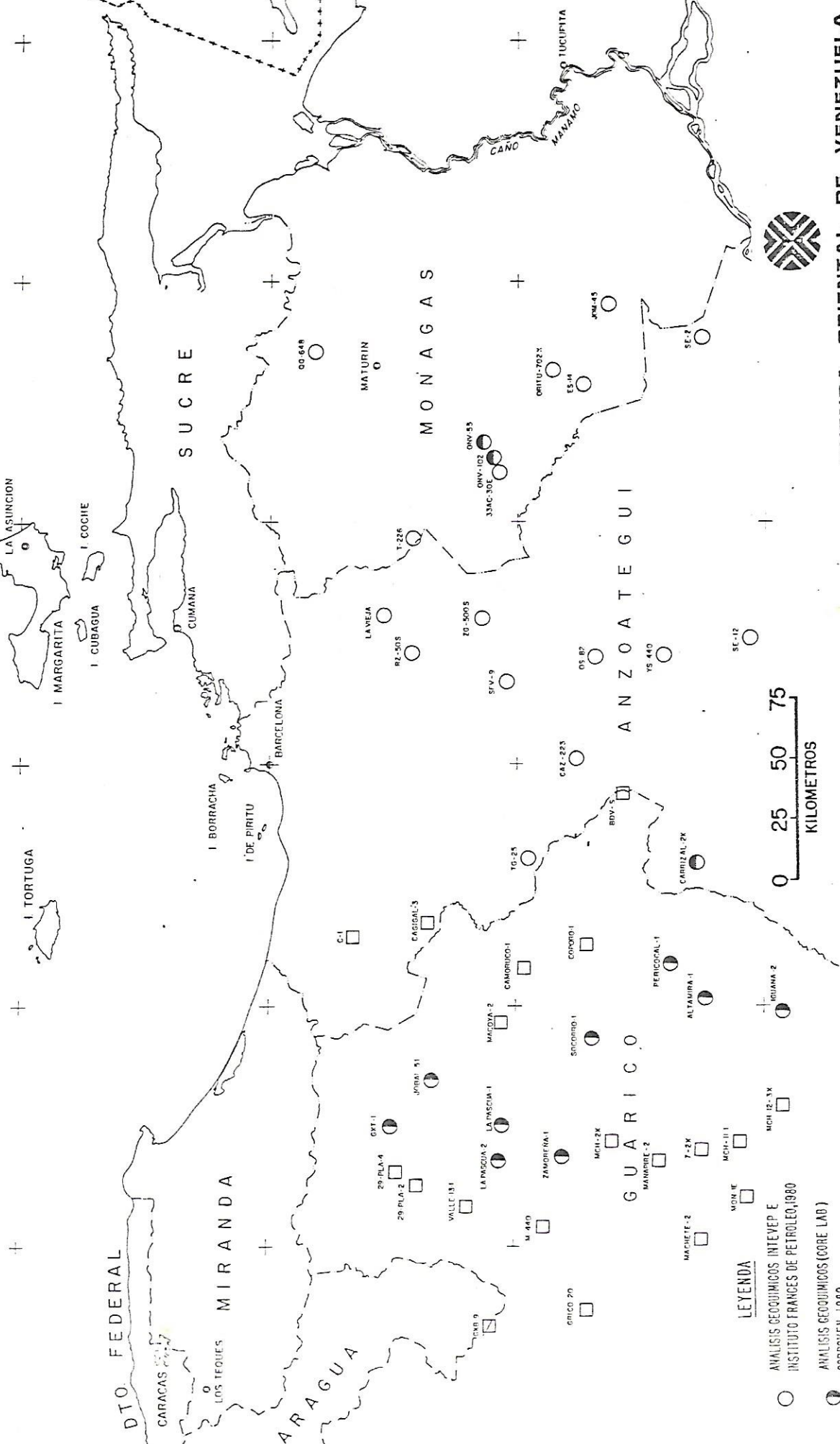
COPORO - 1



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982
CORPOVEN, S.A



MAPA INDICE ANALISIS GEOQUIMICOS

- LEYENDA**
- ANALISIS GEOQUIMICOS INTEVEP E INSTITUTO FRANCES DE PETROLEO, 1980
 - ◐ ANALISIS GEOQUIMICOS (CORE LAB) CORPOVEN 1980
 - ◑ ANALISIS GEOQUIMICOS CORPOVEN (MOBIL) 1971
 - ORWIG, 1981

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A.

FIG. 5

ANALISIS CONVENCIONAL DE ROCA MADRE

MADURACION DE LA MATERIA ORGANICA

REFLECTANCIA DE VITRINITA

TEMPERATURA MAXIMA DE PIROLISIS

COLOR DE POLEN

CANTIDAD DE MATERIA ORGANICA

DETECCION DE CARBONO ORGANICO TOTAL
PIROLISIS

OBSERVACION VISUAL AL MICROSCOPIO

TIPO DE MATERIA ORGANICA

INDICES DE HYO (PIROLISIS)

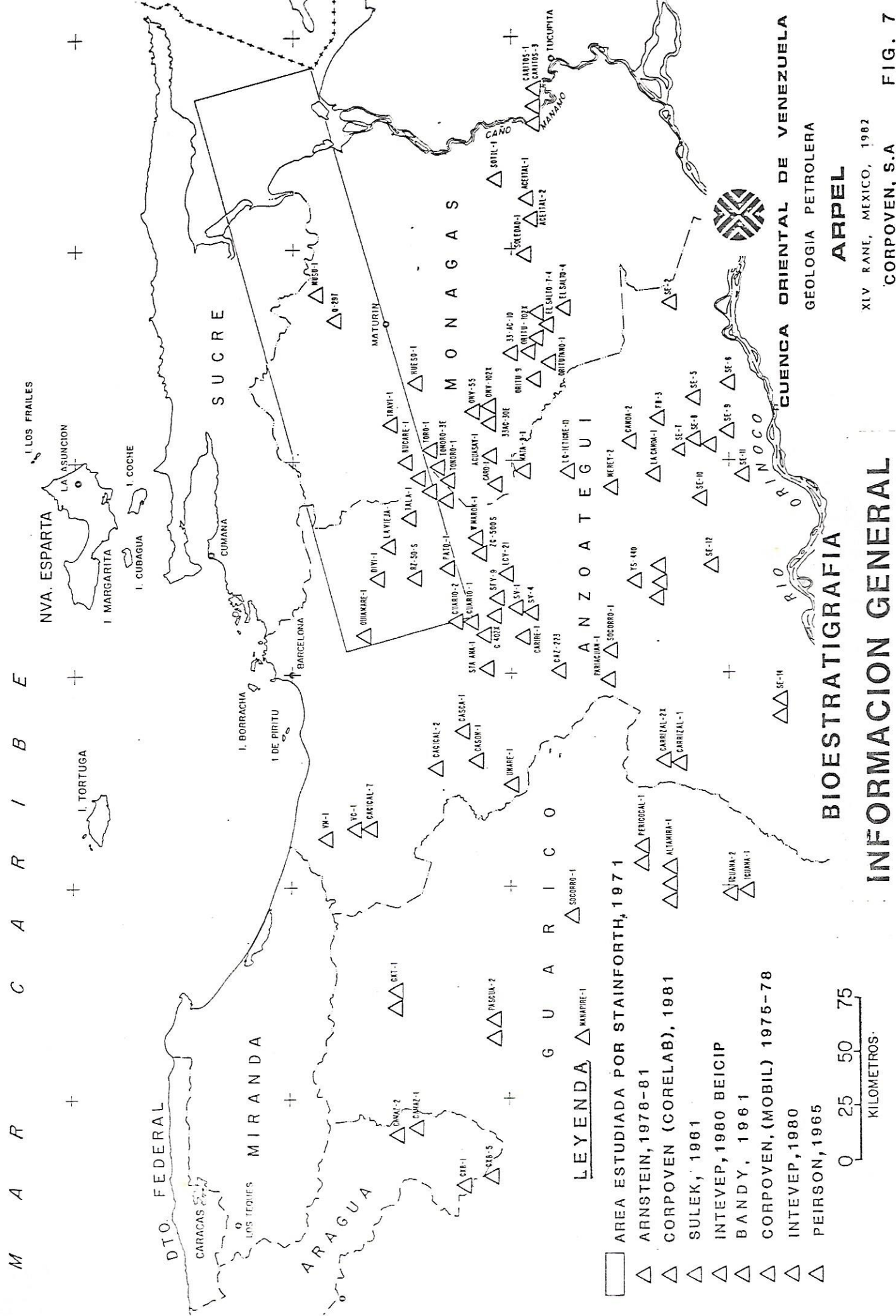
OBSERVACION VISUAL AL MICROSCOPIO



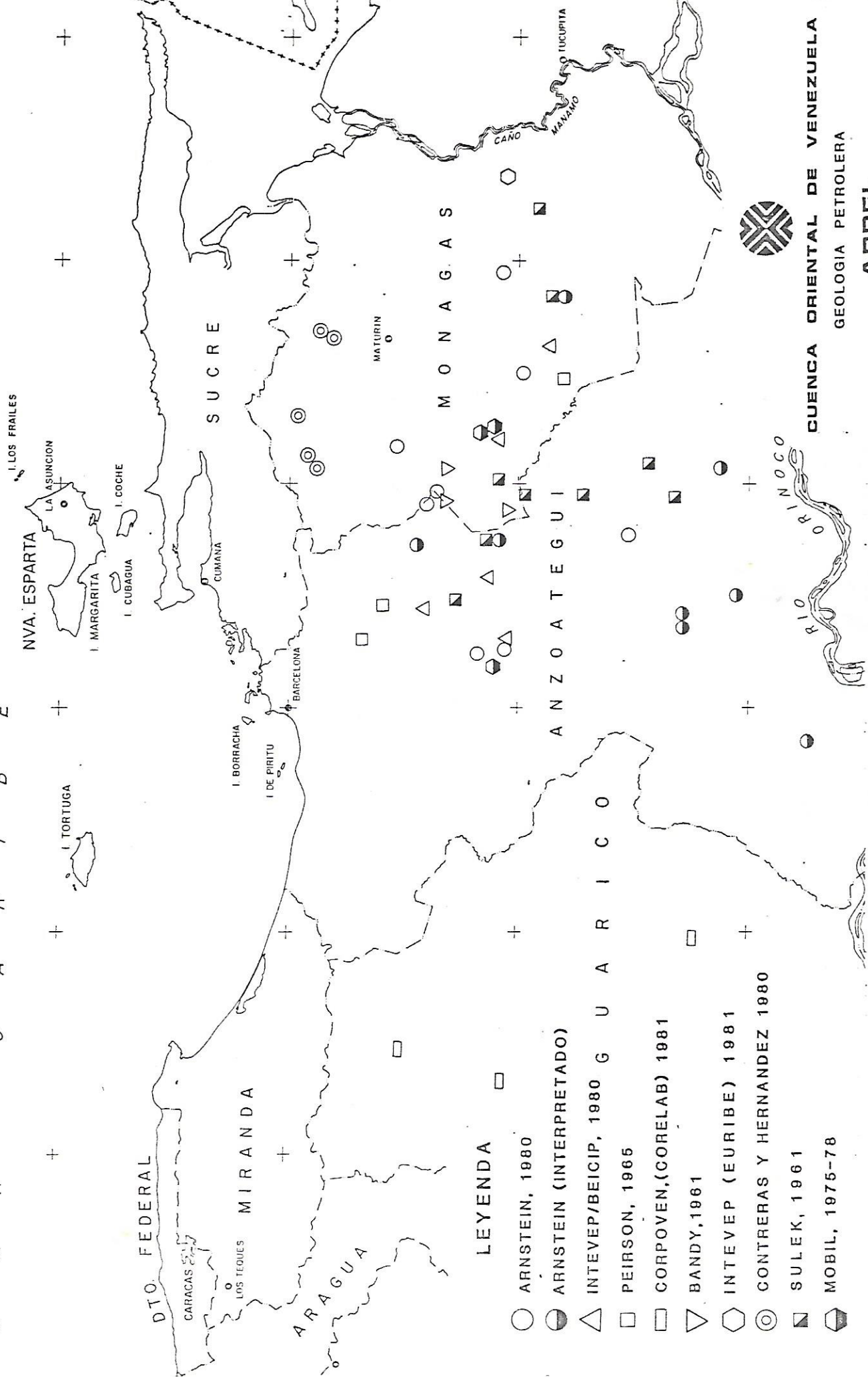
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XIV RANE, MEXICO, 1982
CORPOVEN, S.A



M A R C A R I B E



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

0 25 50 75
KILOMETROS

INFORMACION BIOESTRATIGRAFICA

XLV RANE, MEXICO, 1982
CORPOVEN, S.A.

FIG. 8

RELACIONES ESTRATIGRAFICAS

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA						
EDADES	GUARICO	CAMPOS DE ANACO	SUB CUENCA DE MATURIN FLANCO SUR	AREA GUAMACHE MAULPA ONADO	SUB CUENCA DE MATURIN FLANCO NORTE	
CENozoico	RECENTE		MESA	MESA		
	PLEISTOCENO					
	PLIOCENO		LAS PIEDRAS	LAS PIEDRAS	QUIRIQUIRE	
	MIOCENO		FREITES	FREITES	LA PICA	
			OFICINA	OFICINA	CARAPITA SUPERIOR	
			IN MEREURE		CARAPITA INFERIOR	
	CHAGUARAMAS	"OFICINA"			LOS JABILLOS	
	OLIGOCENO	ROBLECITO				
	EOCENO	LA PASCUA				
	PALEOCENO				CARATAS	
					VIDOÑO	
					SAN JUAN	
					SAN ANTONIO	
MESOZOICO	CRETACEO	GUAVINITA	GUAVINITA	TIGRE	TIGRE	QUERECUAL
		INFANTE	INFANTE			
		LA CRUZ	LA CRUZ			
	JURASICO	CANOA	CANOA	CANOA	CANOA	CHIMANA
						EL CANTIL
						BARRANQUIN
	TRIASICO	"ESPINO"				
PALEOZOICO	PERMICO					
	CARBONIFERO					
	DEVONICO					
	SILURICO					
	ORDOVICICO	CARRIZAL	CARRIZAL			
	HATO VIEJO		HATO VIEJO			
PC	SUPERICA	BASAMENTO IGNEO?	BASAMENTO IGNEO			



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

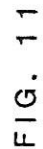


FIG. 11

M A R C A R I B E

NVA. ESPARTA

LA ASUNCION

MARGARITA

I. CUBAGUA

I. COCHE

SUCRE

CUMANA

I. BORRACHIA

I. DE PIRITU

BARCELONA

DTO. FEDERAL

CARACAS

LOS TEQUES

MIRANDA





ARAGUA

ESPAÑOL, AFECTADOS
NATURIN
POR TECTONICA COMPRESIVA

ANZOATEGUI

GUARICO

LEYENDA

-  PREDOMINIO DE FACIES DE MAR ABIERTO
-  PREDOMINIO DE FACIES TRANSICIONALES
-  PREDOMINIO DE FACIES CONTINENTALES
-  ISOPACAS



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

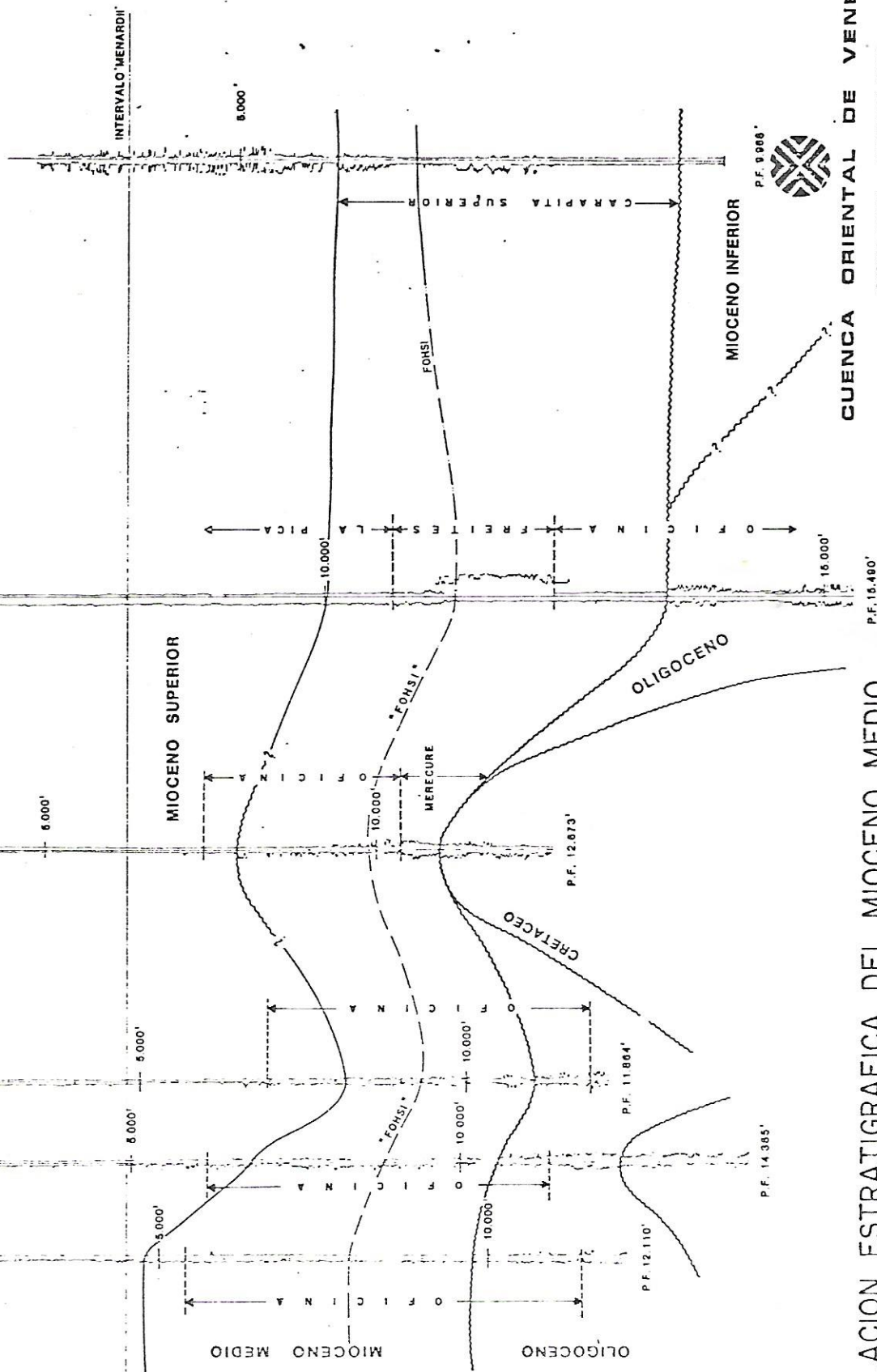
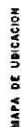
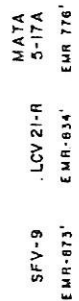
XIV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

FIG. 12

DISTRIBUCION FACIES DEL MIOCENO SUPERIOR



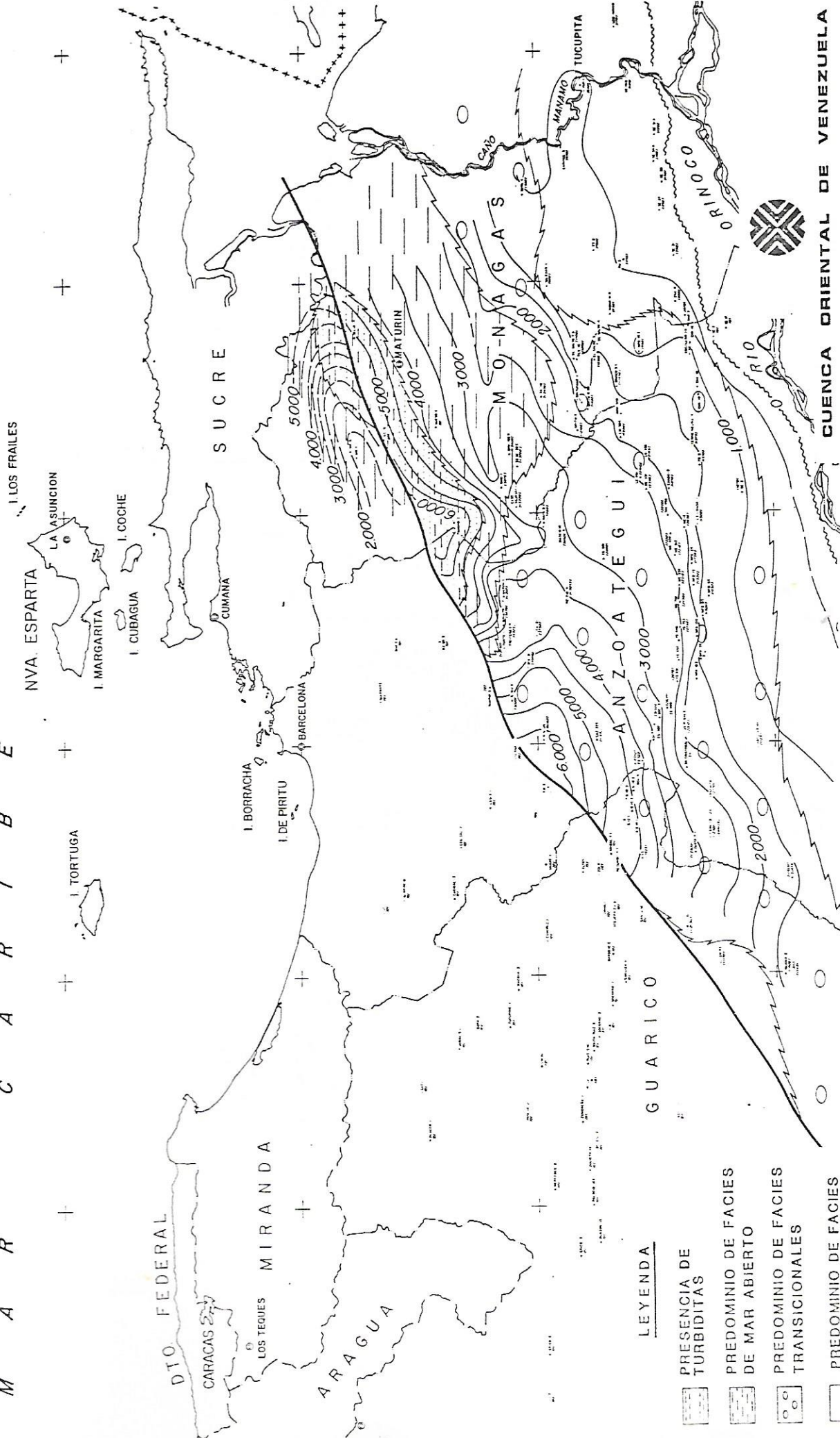


RELACION ESTRATIGRAFICA DEL MIOCENO, MEDIO

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

APPEL

M A R C A R I B E



LEYENDA

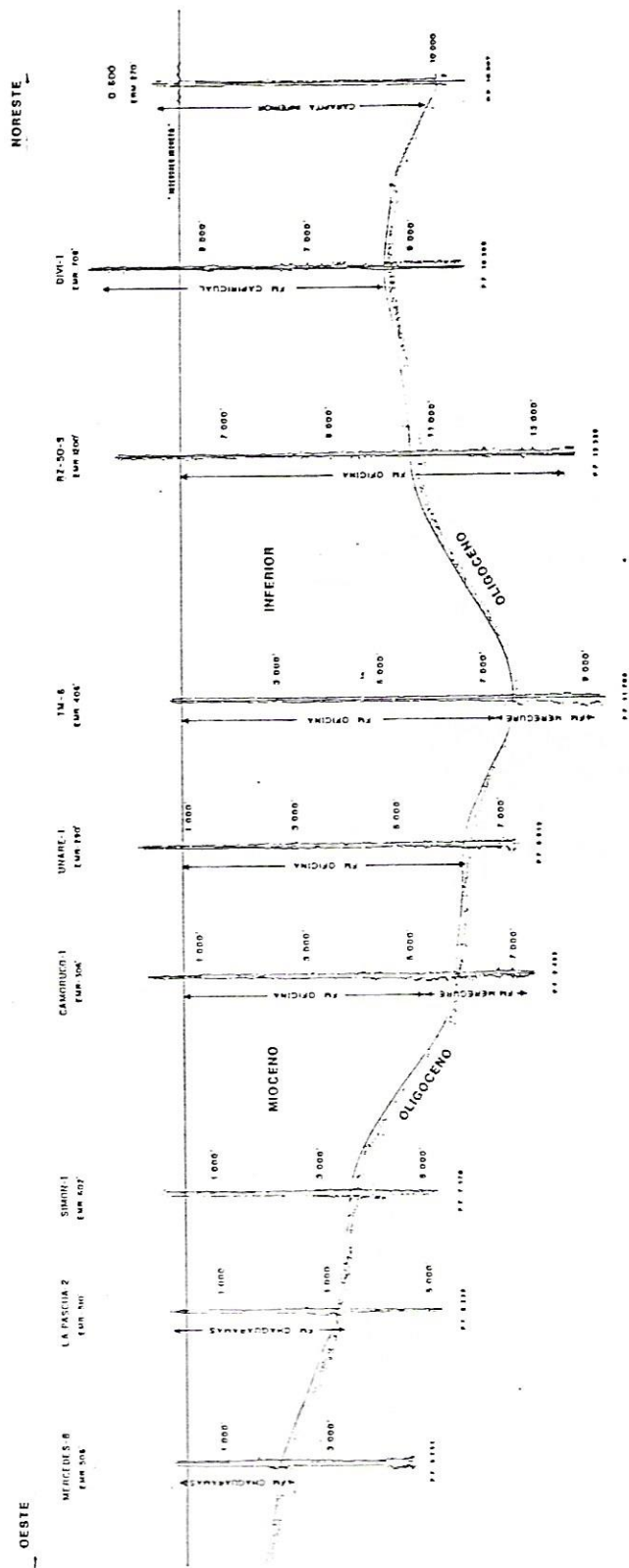
- PRESENCIA DE TURBIDITAS
- PREDOMINIO DE FACIES DE MAR ABIERTO
- PREDOMINIO DE FACIES TRANSICIONALES
- PREDOMINIO DE FACIES CONTINENTALES
- ISOPACAS

DISTRIBUCION DE FACIES

DEL MIOCENO MEDIO

0 25 50 75
KILOMETROS

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA
ARPEL



RELACION ESTRATIGRAFICA DEL MIOCENO INFERIOR



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GEOLOGIA PETROLERA

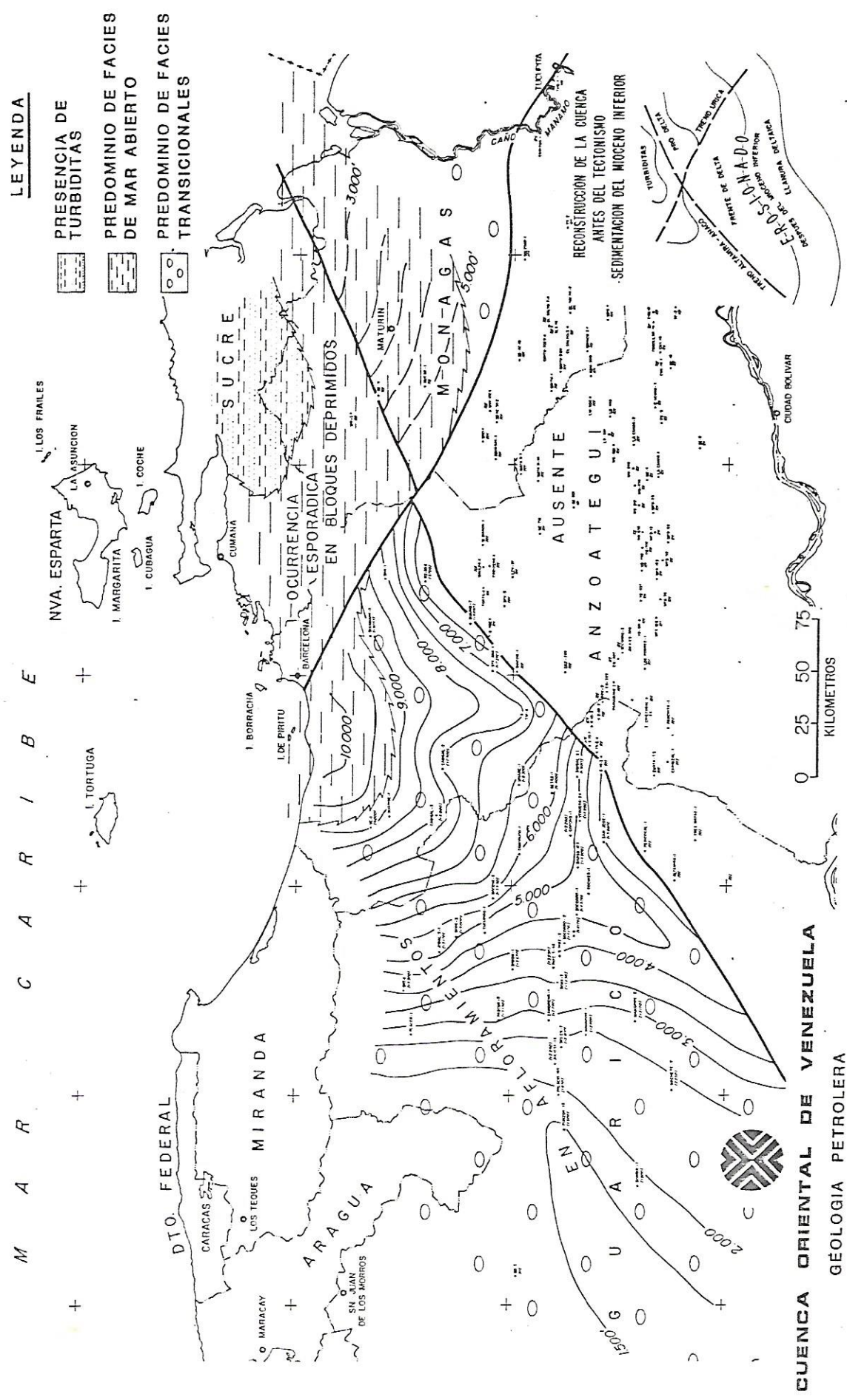
ARPEL

XIV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

FIG. 15

DISTRIBUCION DE FACIES MIOCENO INFERIOR



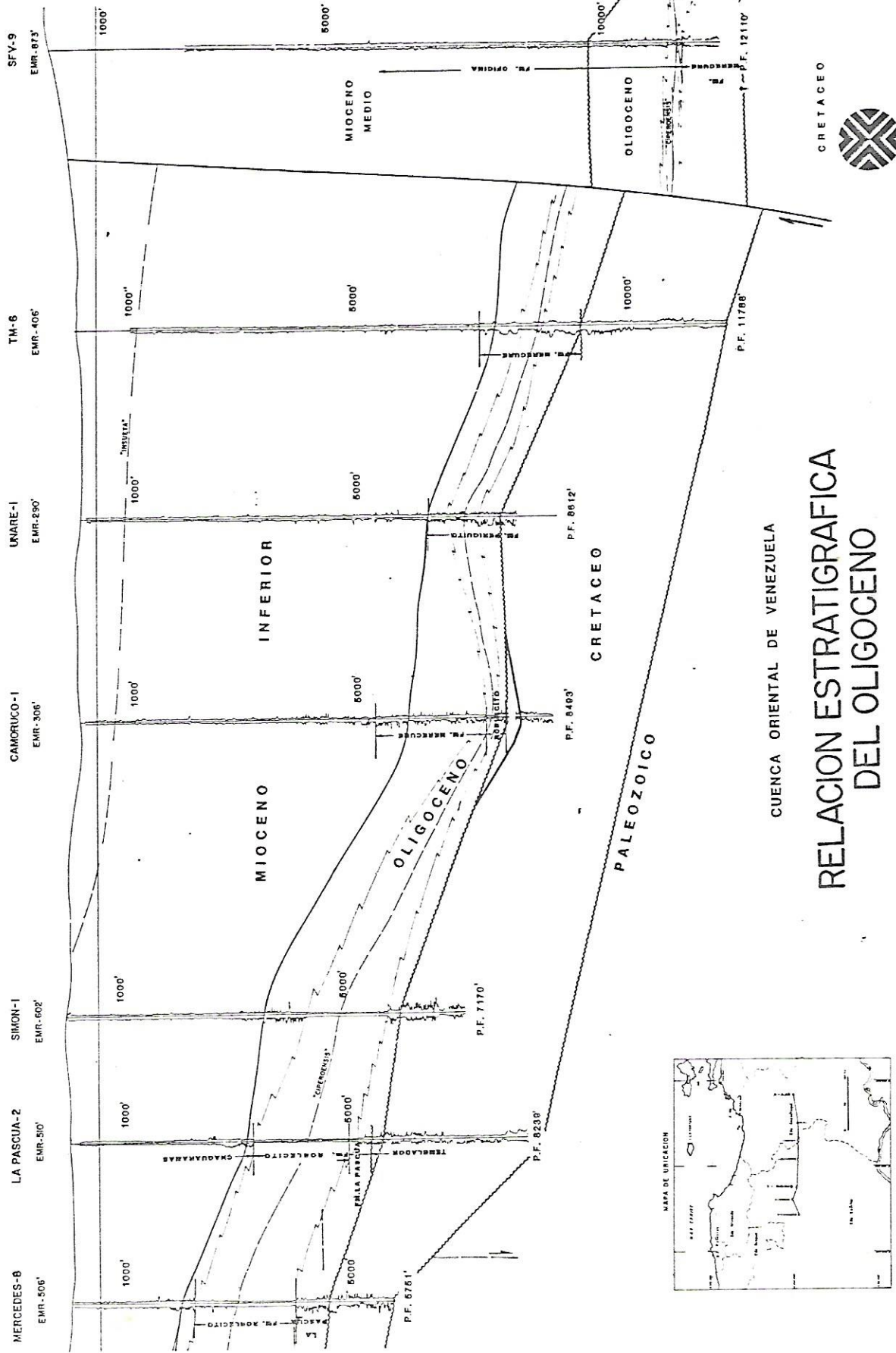


FIG. 17

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

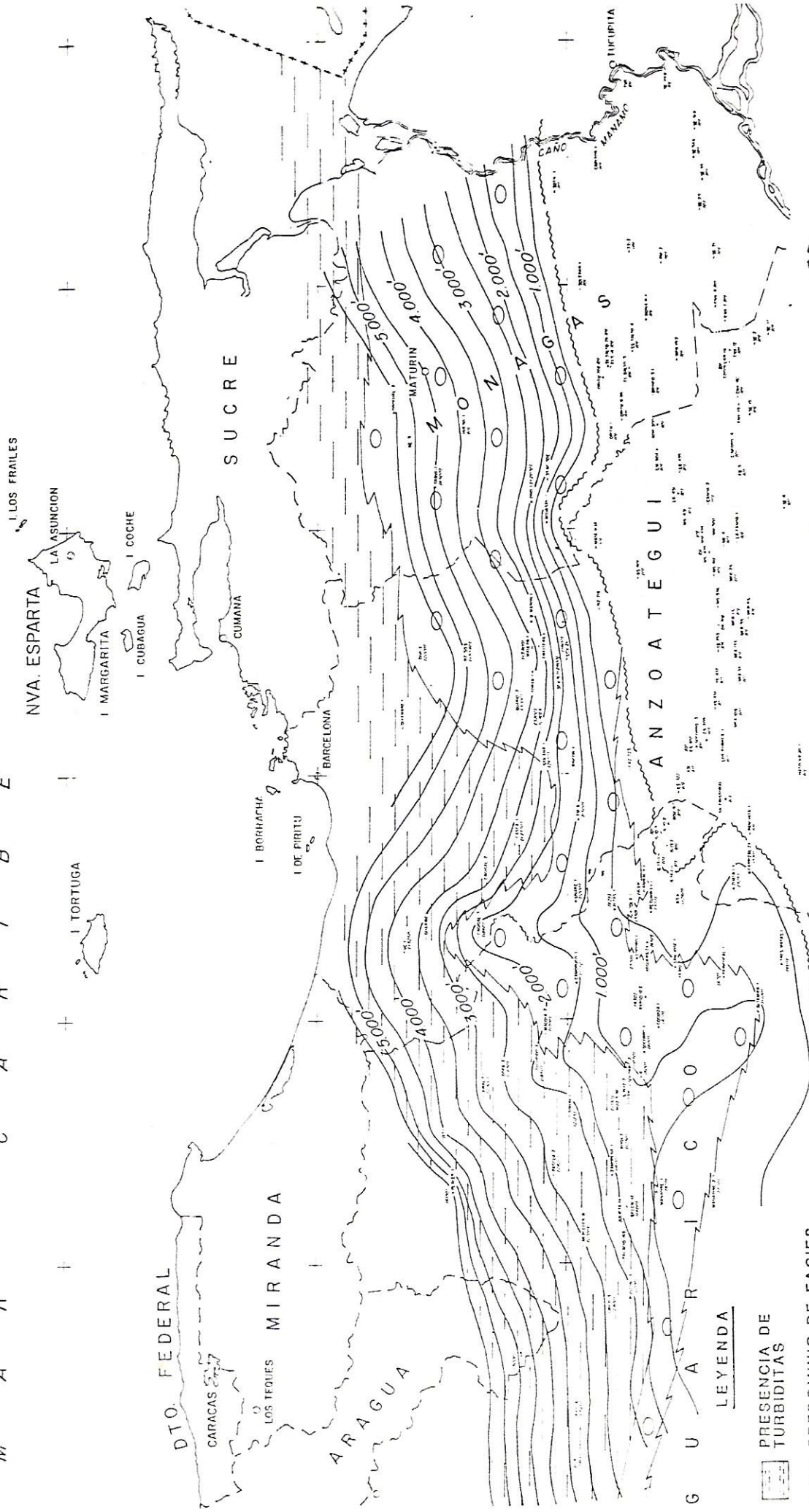
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XIV RANE, MEXICO, 1982

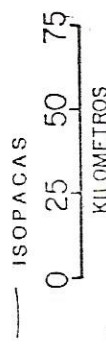
CORPORACION

M A R C A R I B E



LEYENDA

- PRESENCIA DE TURBIDITAS
- PREDOMINIO DE FACIES DE MAR ABIERTO
- PREDOMINIO DE FACIES TRANSICIONALES
- PREDOMINIO DE FACIES CONTINENTALES



DISTRIBUCION FACIES DEL OLIGOCENO



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA
ARPEL
XIV RANE, MEXICO, 1982
CORPOVEN, S.A. FIG. 18



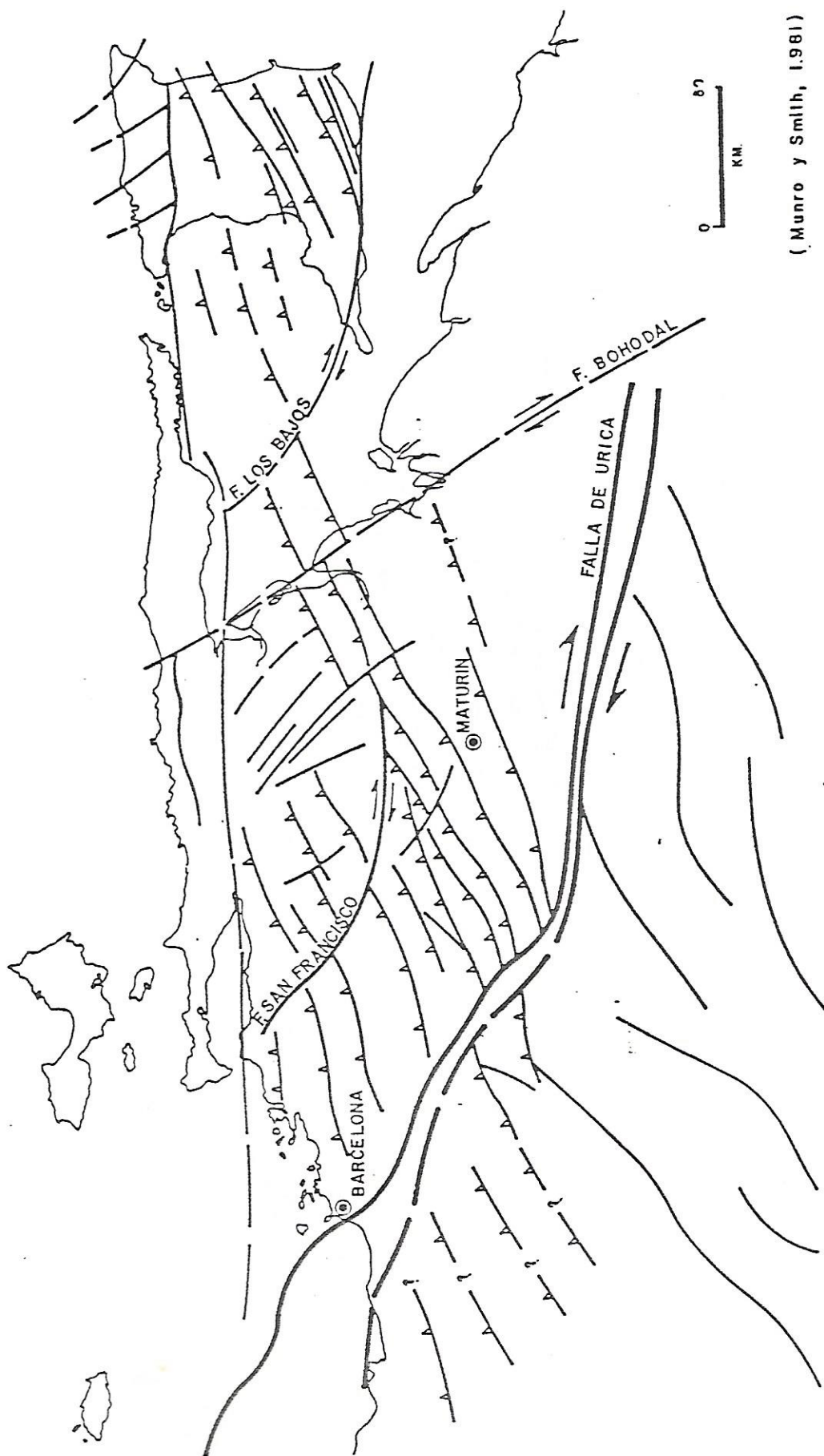
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GÉOLOGIA PETROLERA

APPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

MAR CARIBE



(Munro y Smith, 1981)



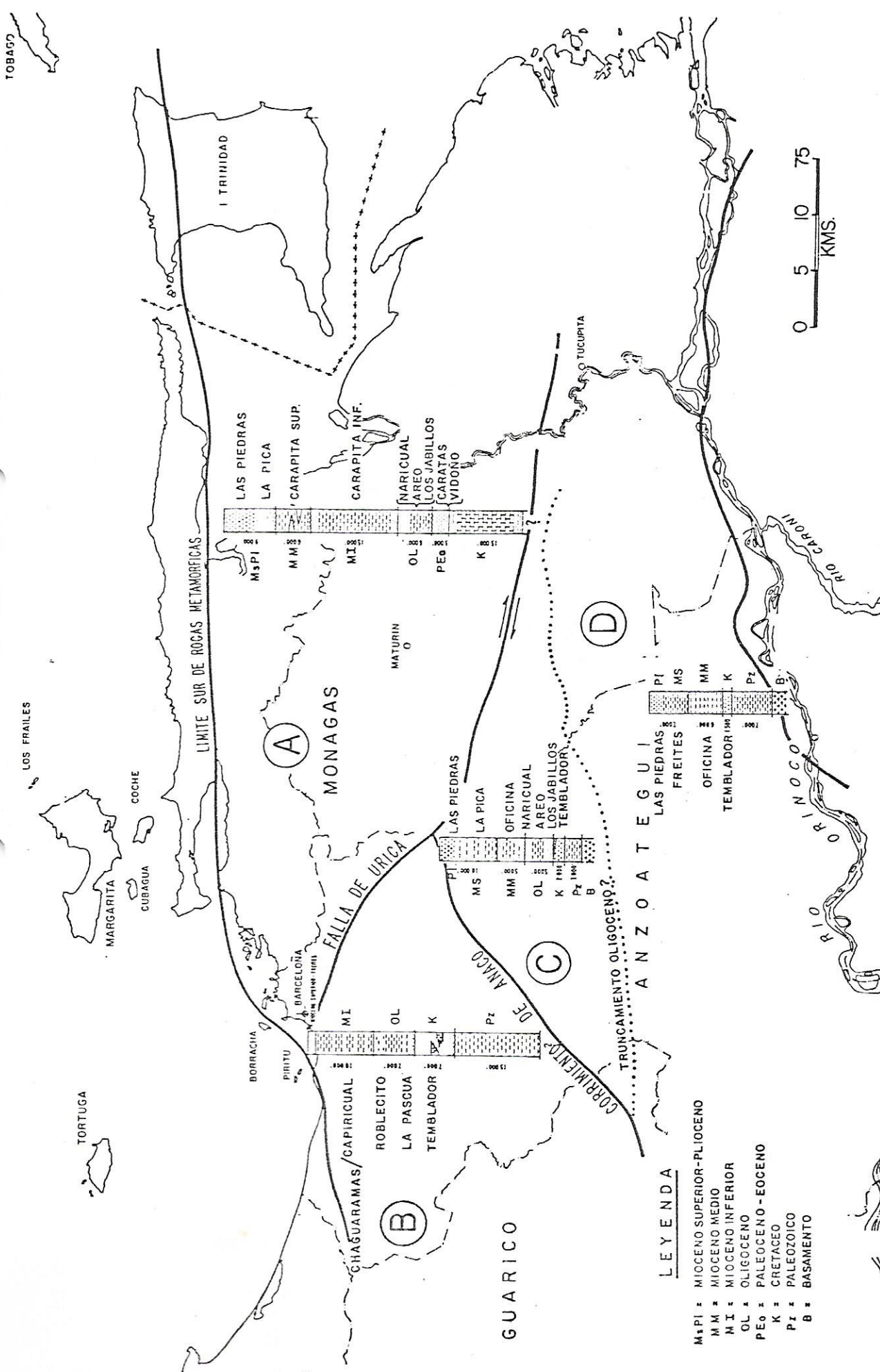
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XIV RANE, MEXICO, 1982

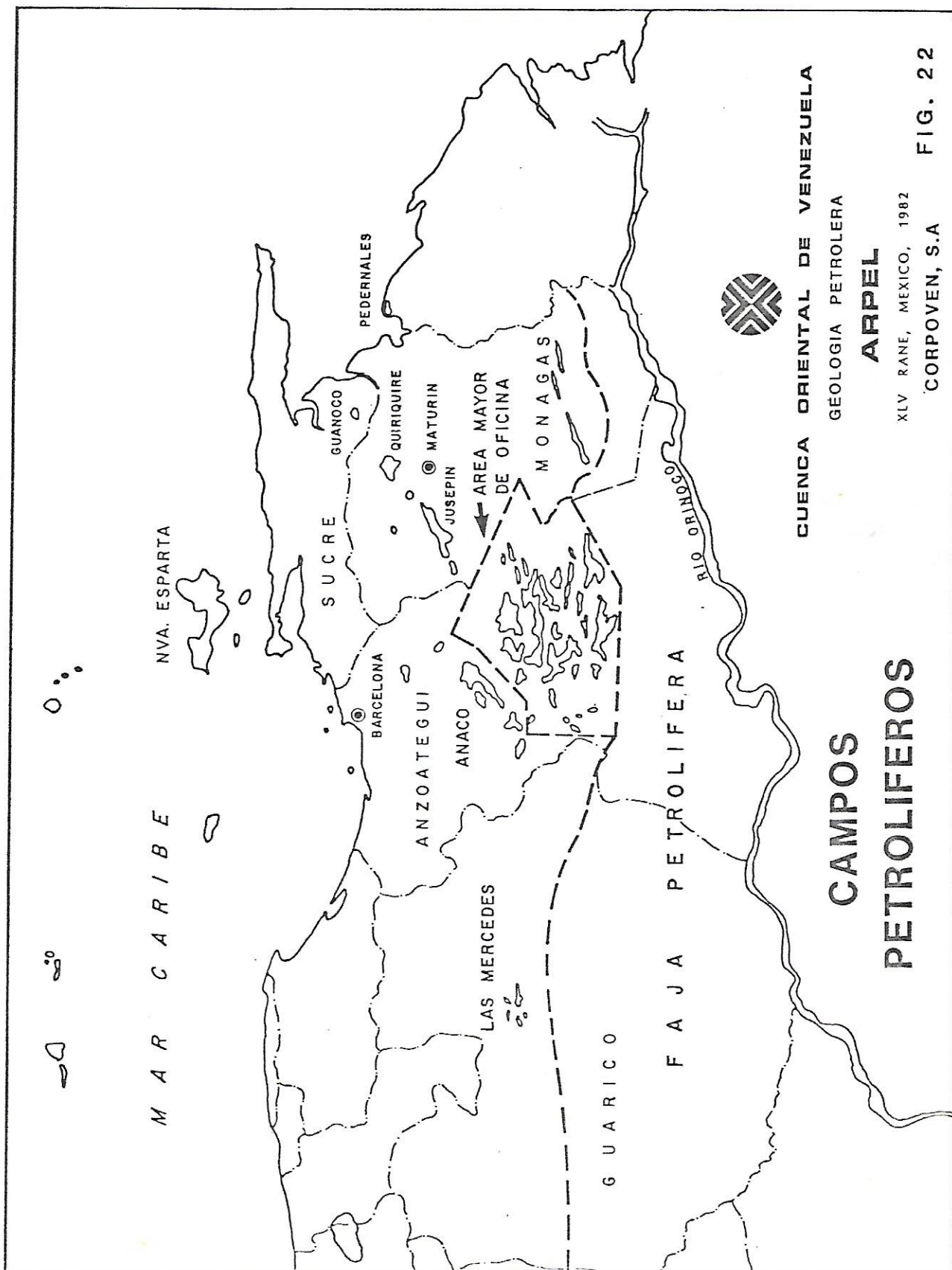
CORPOVEN, S.A. FIG. 20

ESTRUCTURA REGIONAL DE VENEZUELA NORORIENTAL



SINTESIS GEOLOGICA

FIG. 21



CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GÉOLOGIA PETROLERA

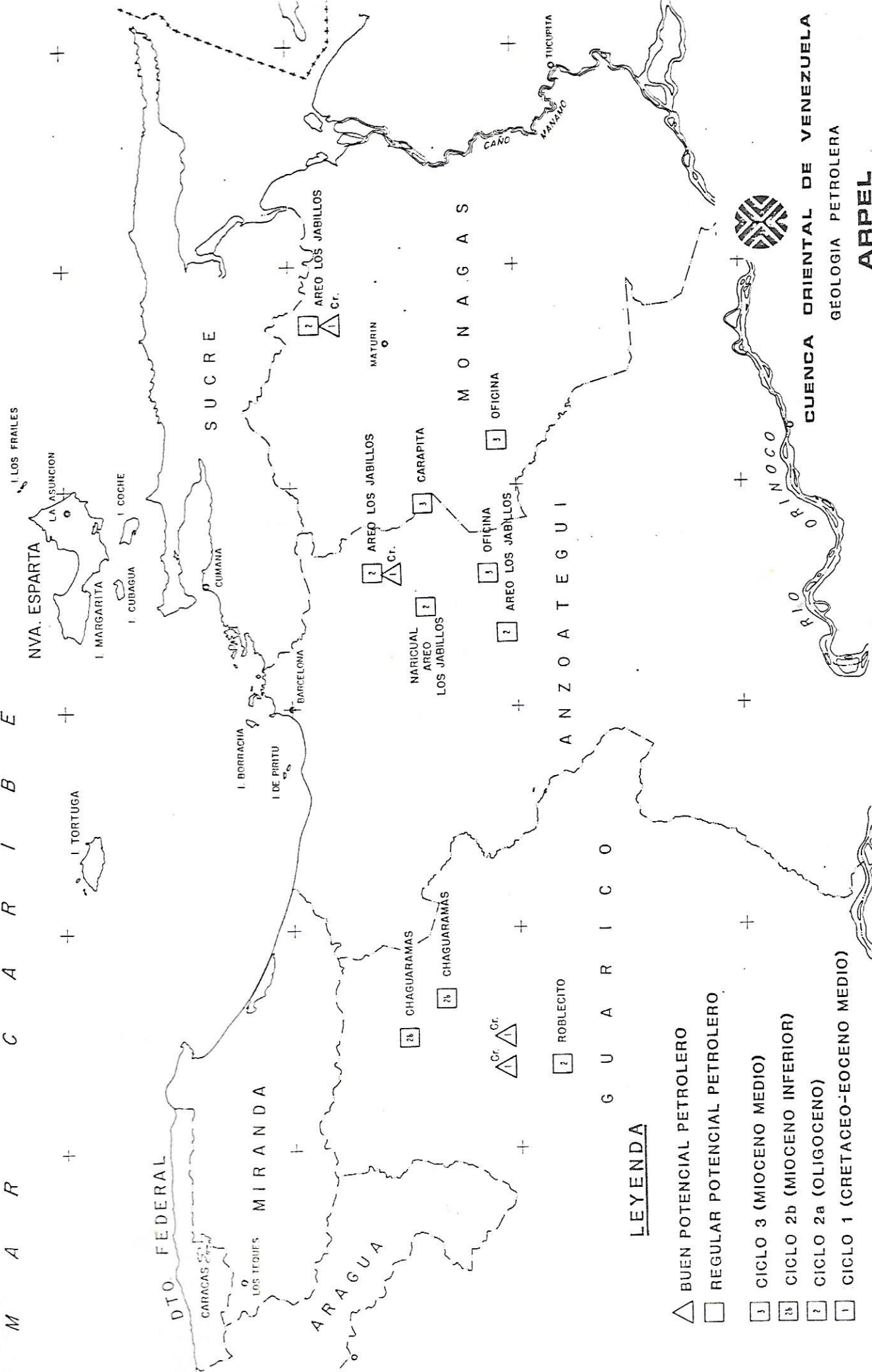
ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

**CAMPOS
PETROLIFEROS**

FIG. 22

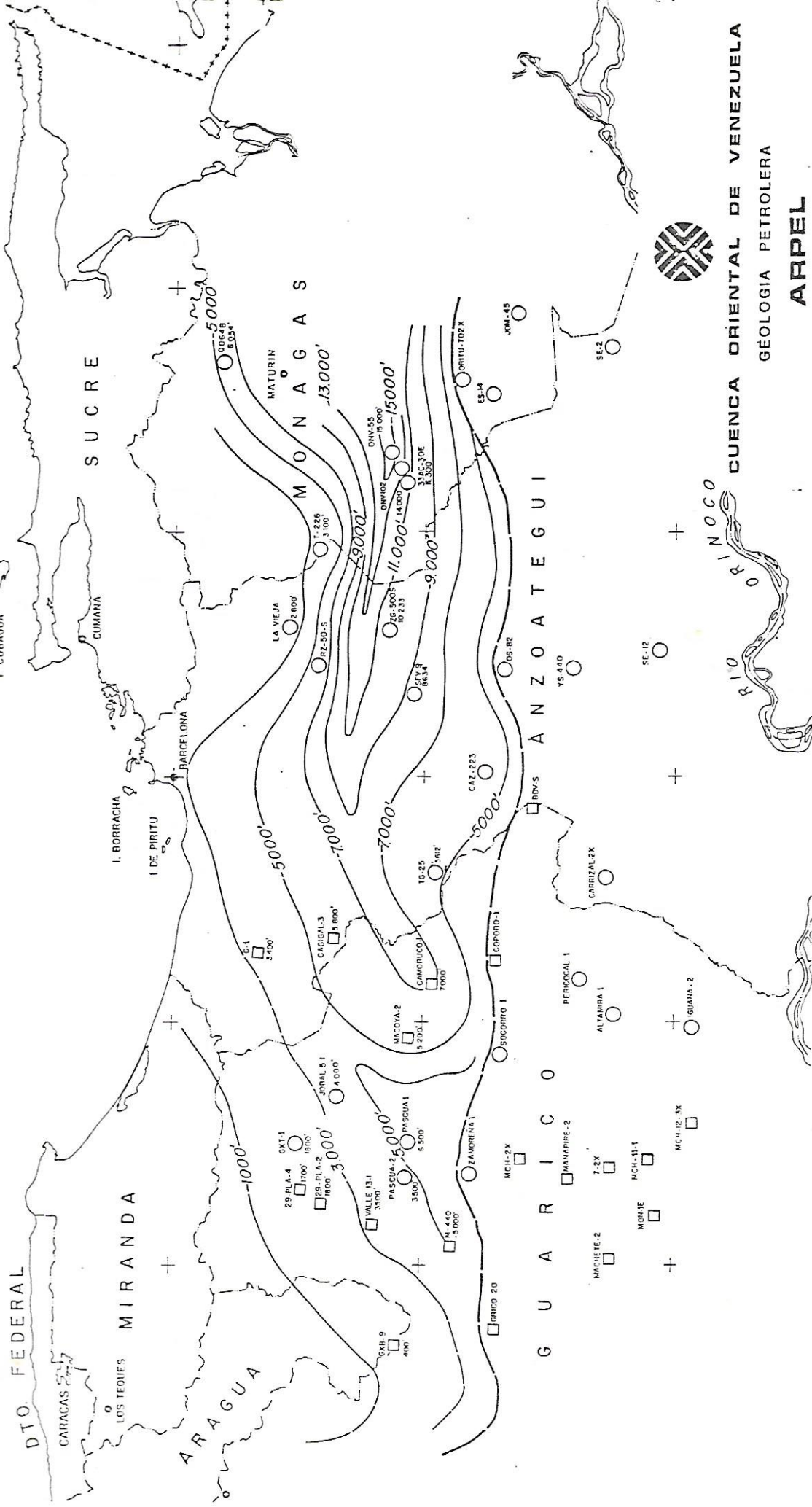
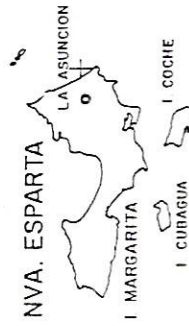


M A R C A R I B E

LEYENDA

PUNTOS DE CONTROL POR ANALISIS GEOQUIMICO.

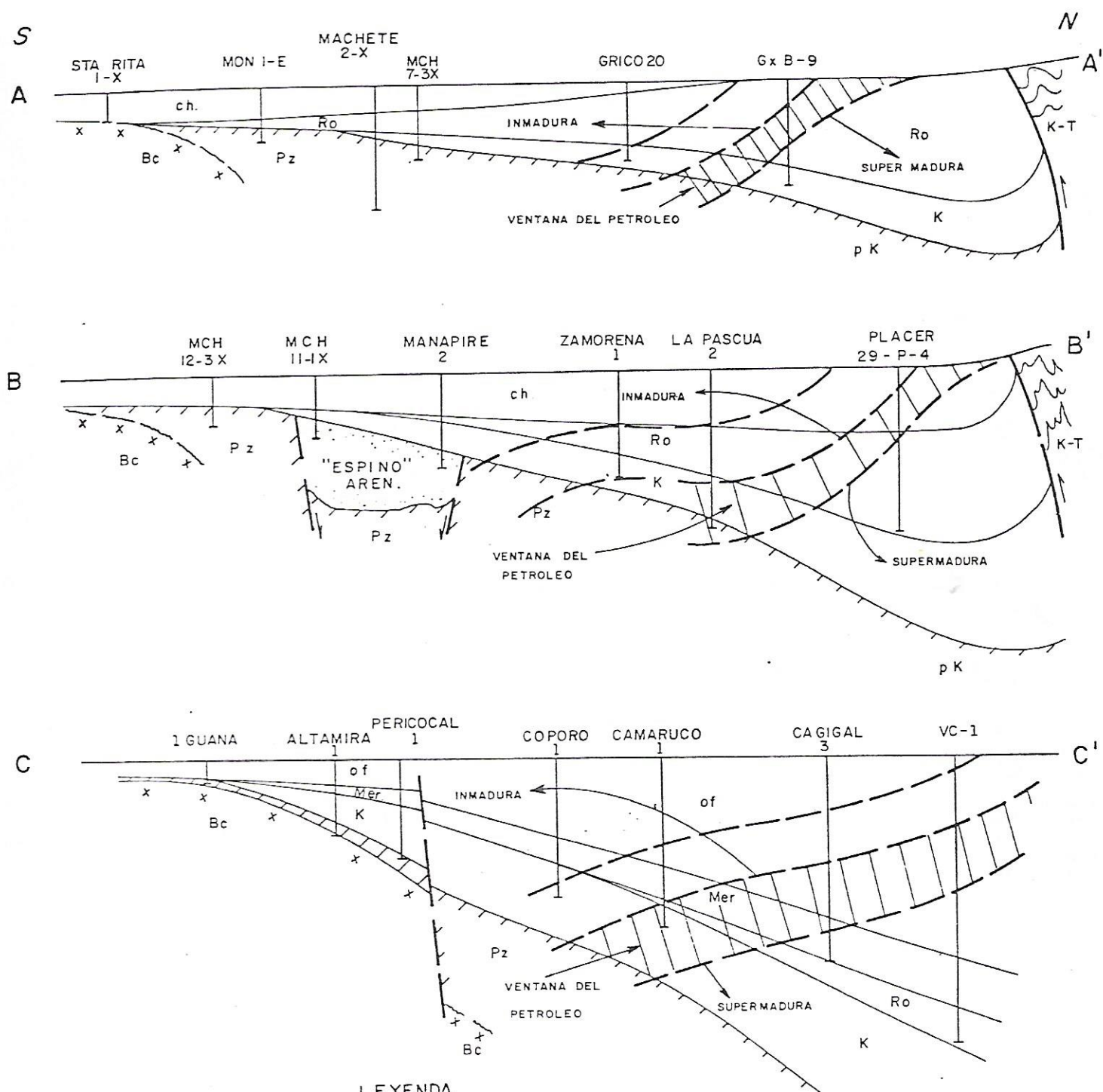
PUNTOS DE CONTROL DEL MODELO MATEMATICO. (ORWIG, 1981)



0 25 50 75
KILOMETROS

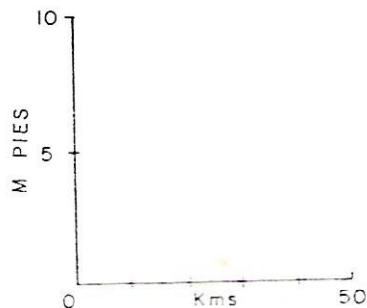
PROFUNDIDAD DE LA VENTANA

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA
ARPEL
XIV RANE, MEXICO, 1982
CORPOVEN, S.A.



LEYENDA

- ch - Chaguaramas
- of - Oficina
- Mer - Merecure
- Ro - Roblecito - La Pascua
- K - Cretaceo
- Pz - Paleozoico
- pK - Pre-Cretaceo
- Bc - Basamento



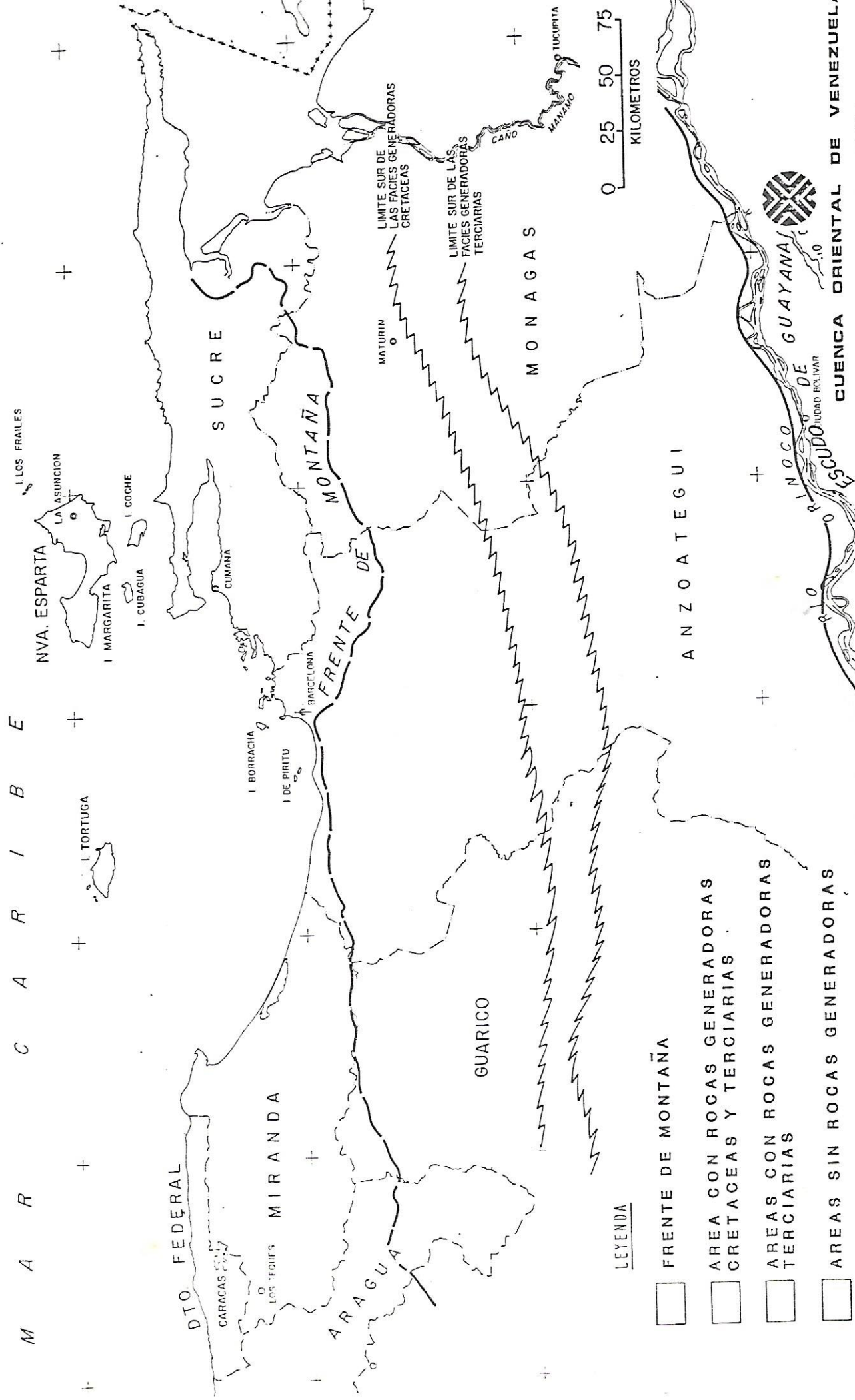
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982
CORPOVEN, S.A

FIG.25

M A R C A R I B E



DISTRIBUCION DE ROCAS GENERADORAS DE HIDROCARBUROS



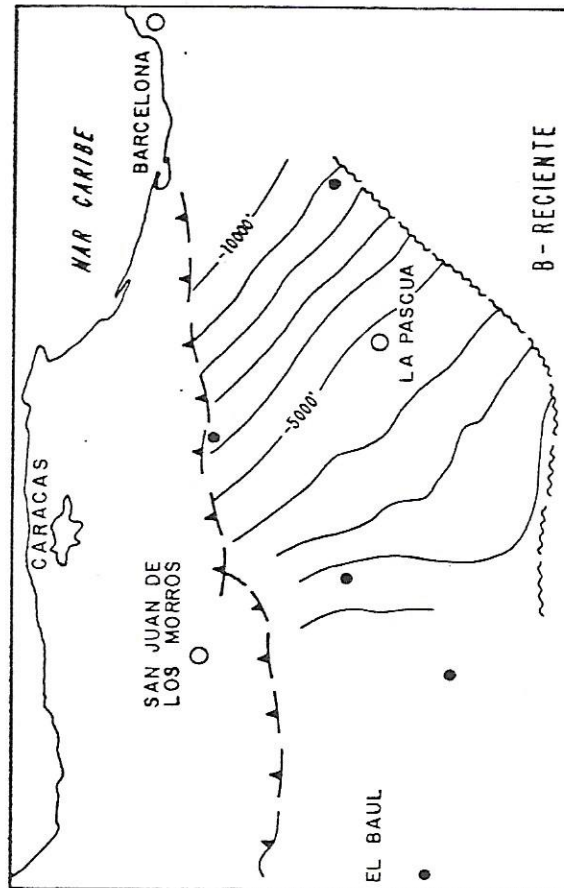
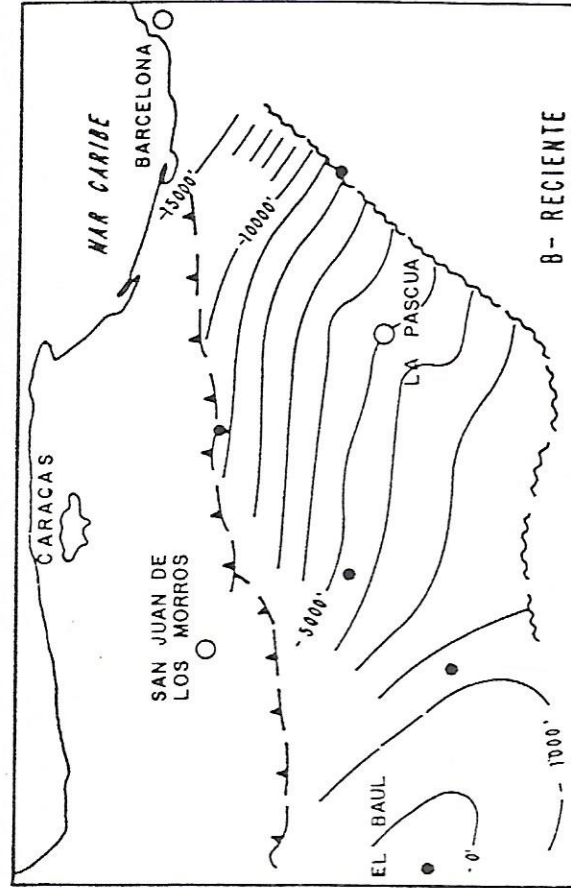
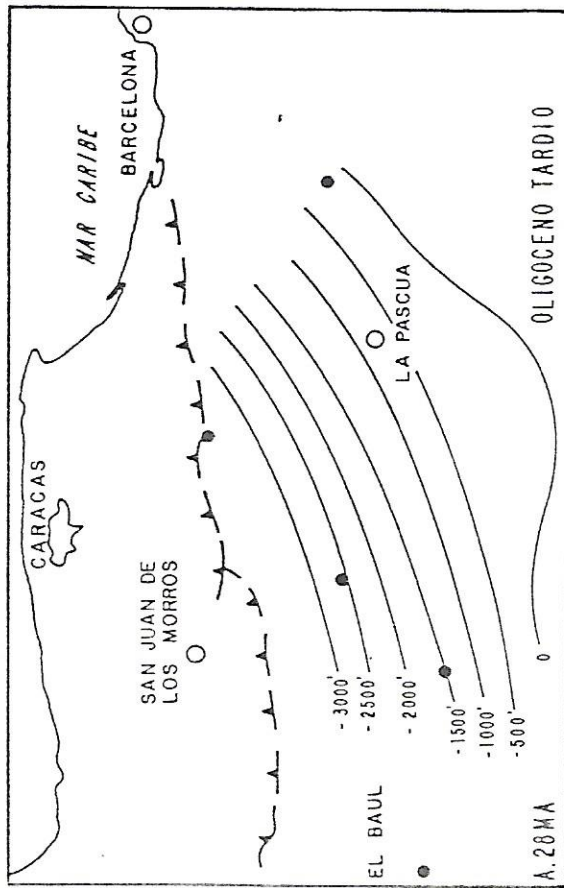
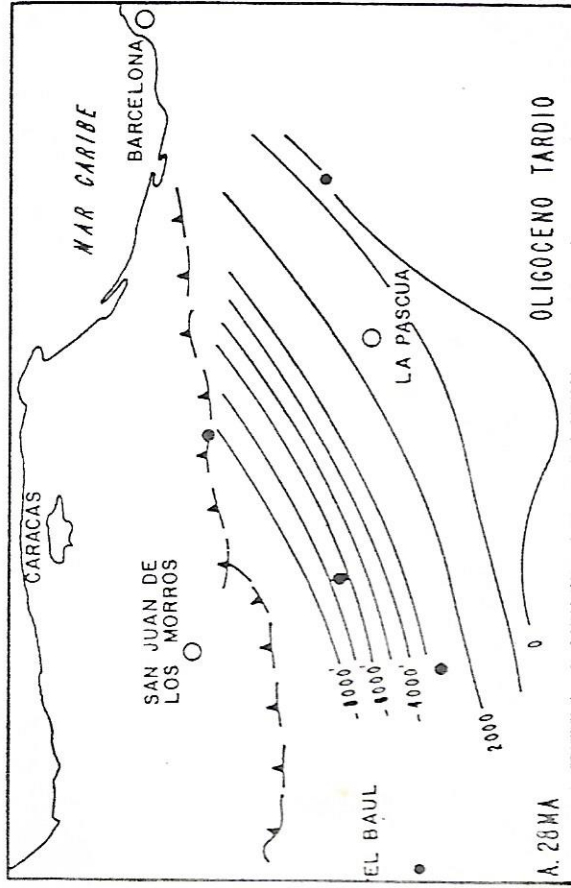
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A



MARCADOR "R40" (ROBLECITO MEDIO)

GUARICO

EVOLUCION ESTRUCTURAL LA PASCUA - ROBLECITO

ORWIG (1981)



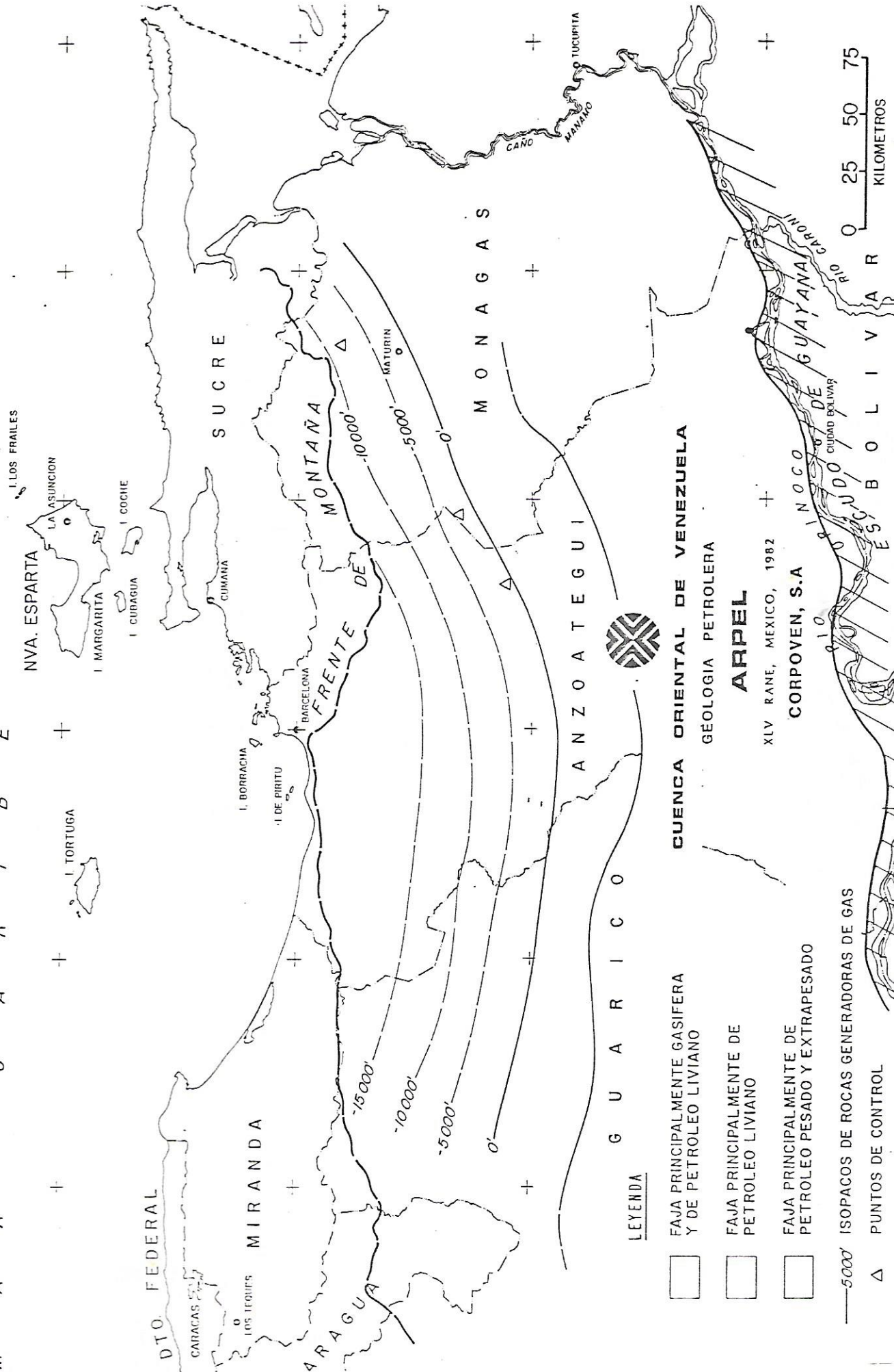
CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA
GEOLOGIA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

M A R C A R I B E



LEYENDA

- FAJA PRINCIPALMENTE GASIFERA Y DE PETROLEO LIVIANO
- FAJA PRINCIPALMENTE DE PETROLEO LIVIANO
- FAJA PRINCIPALMENTE DE PETROLEO PESADO Y EXTRAPESADO

CUENCA ORIENTAL DE VENEZUELA

GÉOLOGÍA PETROLERA

ARPEL

XLV RANE, MEXICO, 1982

CORPOVEN, S.A

—5000' ISOPACOS DE ROCAS GENERADORAS DE GAS

Δ PUNTOS DE CONTROL

0 25 50 75
KILOMETROS

DISTRIBUCION DE TIPOS DE HIDROCARBUROS