

GEOS N° 20 — 5-64  
Mayo, 1973

## GEOLOGIA SEDIMENTARIA DEL FLYSCH EOCENO DE LA ISLA DE MARGARITA (VENEZUELA) \*

NICOLAS GERARDO MUÑOZ J.\*\*

**INDICE:** RESUMEN. I. INTRODUCCION. Introducción General. Investigaciones anteriores. Ubicación geográfica y Geología Regional. Métodos de Estudio. Geología Estructural Regional. Agracimientos. II. ESTRATIGRAFIA. Discusión general sobre Nomenclatura. Descripción de unidades. Formación Punta Carnero. Formación Pampatar. El carácter flysch. III. GEOLOGIA SEDIMENTARIA. Aspectos megascópicos de campo. Estructuras sedimentarias. Petrografía y Petología sedimentaria. Paleocorrientes. Fuente de Sedimentos. Ambientes sedimentarios y mecanismos de sedimentación. Paleogeografía. Sobre el uso de los términos Turbidita y Contornita. IV. CONCLUSIONES. LISTA DE REFERENCIAS. ANEXO I. Sección detallada en el área Las Bermúdez-El Mangilillo. ANEXO II. Carta de Distribución Faunal. ANEXO III. Sección detallada en el área de Punta Mosquito. ANEXO IV. Sección detallada en Punta Moreno. ANEXO V. Sección detallada en Punta Ballena.

### RESUMEN

Investigación sedimentológica realizada en rocas del Eoceno de la isla de Margarita revela que ellas forman una secuencia de tipo flysch depositada en una cuenca geosinclinal marina

\* Este trabajo es básicamente una traducción de la tesis que el autor presentó ante la Universidad de Leiden, Holanda, para optar al título de Doctor en la Facultad de Matemáticas y Ciencias Naturales, en noviembre de 1972.

\*\* Departamento de Geología, Universidad Central de Venezuela.

profunda, y que presentan diversas variaciones de facies, expuestas en dos áreas diferentes.

Los afloramientos occidentales, en las secciones de Las Bermúdez-El Mangilillo y de Punta Mosquito, consisten esencialmente de calizas biocásticas alternantes con lutitas pelágicas. Biocárcenitas de origen arrecifal o de aguas llanas, conjuntamente con biocalcilitolitas y biocalcilitutas compuestas por lodos de globigerinas retrabajados y con buen escagimiento de tamano, constituyen las litologías más distintivas.

Los biocalcarenitas orbitoidales, gradadas, de origen arrecifal, exhiben estructuras típicas del modelo de turbidita de Bouma (1962) y se consideran depositadas por corrientes de turbidez. Estructuras similares se han encontrado en calcarenitas biocásticas de grano fino y en calcilitolitas de lodos retrabajados de globigerinas. Capas con estas estructuras se considera han sido depositadas por corrientes profundas del fondo del mar.

Los afloramientos orientales, en el área de Pampatar, consisten principalmente de alternancia de grauvacas y lutitas. La mayoría de las grauvacas exhiben secuencias turbiditas y la mayor parte de las lutitas han resultado estériles de fósiles.

La estratigrafía del Eoceno de la isla de Margarita ha sido redefinida para que refleje con mayor propiedad las diferencias litológicas de las unidades. La Formación Punta Carnero incluye los sedimentos calcáreos biocásticos de la parte occidental de la cuenca, depositados mayormente en un ambiente marino profundo. Se ha diferenciado el Miembro Las Bermúdez, por su asociación de paraconglomerados, conglomerados y lutitas, dispuestos de un modo caótico.

Se introduce el nombre de Formación Pampatar para diferenciar las rocas del área de Pampatar, con sus grauvacas e interestratificación de lutitas. La unidad estratificada de fírritas de Agua de Vaca (Área de Pampatar), señalada anteriormente como parte de la Formación Los Frailes, se considera aquí perteneciente a la Formación Pampatar, como bloque alóctono del Cretáceo.

Se cree que la sedimentación de las rocas del Eoceno de la isla de Margarita puede ser bien explicada por medio de corrientes de turbidez en ambiente marino profundo y por corrientes profundas del fondo del mar.

Numerosos intraplegamientos y estructuras primarias de deslizamiento se han encontrado a través de toda la sección, lo que indica inestabilidad continua del piso de la cuenca. La mayor parte de la fauna de las rocas eocénicas ha sido mezclada, cronológicamente y ecológicamente, de modo que la mayoría de los fósiles son solamente útiles para identificación litológica de unidades, pero no para zonación bioestratigráfica.

Fuentes de los sedimentos, tanto desde el lado norte como desde el lado sur, han sido indicadas por los datos de paleocorrientes. Deben existir, además, arrecifes marginales que contribuían con gran volumen de detritus hacia la parte occidental de la cuenca.

## I. INTRODUCCION

### 1. INTRODUCCION GENERAL

Una cuenca sedimentaria del Eoceno ha sido reconocida desde 1860 en la parte sur de la isla de Margarita. Las rocas de esta cuenca han sido descritas como conglomerados, lutitas, limolitas, lutitas arenosas, areniscas y calizas orbitoidales lajosas. Estudiantes de Geología de la Universidad Central de Venezuela (1949)\* cartografiaron originalmente la zona y utilizaron el nombre Grupo Punta Carnero que había sido designado por González de Juana (1947), subdividiéndolo en tres unidades formacionales que

luego fueron publicadas en el **Léxico Estratigráfico de Venezuela** (1956).

La rica fauna bentónica y arrecifal encontrada en las calizas de los afloramientos occidentales llevó a los autores a una interpretación equivocada del ambiente sedimentario, considerándolo como marino normal de aguas llanas, habiendo pasado inadvertido el carácter retrabajado de esta secuencia calcárea, que es primordialmente bioclástica. No fue hasta 1968, durante una excursión geológica a Margarita, cuando fueron reconocidos calcarenitas de orbitoides gradados e intervalos turbidíticos. Como consecuencia de ello, el presente autor, en 1969, comenzó una investigación sedimentológica, extensa y sistemática, de los afloramientos del Eoceno, a fin de elaborar su tesis de doctorado en la Universidad de Leiden, Holanda, bajo la supervisión del profesor doctor J. D. de Jong, Leiden-Wageningen. Y como resultado de este estudio, se ha encontrado discrepancia con la mayoría de los trabajos que sobre el Eoceno de Margarita se han publicado hasta la fecha.

El presente informe versa sobre la estratigrafía y la geología sedimentaria del flysch Eoceno que aflora en la isla de Margarita, el cual se considera representado por las formaciones Punta Carnero y Pampatar. Se presentan análisis cuantitativos y semi-cuantitativos, tanto de las secuencias turbidíticas como de las depositadas por otro tipo de corrientes marinas. También se incluyen estudios sobre las estructuras sedimentarias, petrografía, paleocorrientes, fuente de sedimentos, un bosquejo paleogeográfico y una breve discusión sobre los términos **turbidita** y **contornita**.\*

\* Trabajos de grado inéditos de A. Palombo, A. R. Martínez y W. A. Lorenz.

\* Término que se usa por el inglés **contourite**.

### 2. INVESTIGACIONES ANTERIORES

La primera mención de capas de areniscas, lutitas y calizas del Eoceno de Margarita fue encontrada por Rutten (1940) en la publicación de G. P. Wall de 1860 **On the Geology of part of Venezuela and Trinidad**. El mismo Rutten (1940) publicó **On the Geology of Margarita, Cubagua and Coche (Venezuela)**, donde menciona los orbitoides **Discocydina georgiana** y **Lepidocydina trinitatis**, que le hicieron pensar en una edad Eocena.

Otros trabajos sobre los depósitos eocenos de Margarita han sido publicados por: Maury (1925), Aguerrevere (1936), Liddle (1928-1946), Senn (1940), González de Juana (1947, 1968), Hess and Maxwell (1949), Anisgard (1956), F. de Rivero (1956), Kugler (1957), Taylor (1960), Jam y Méndez (1962), Bermúdez y Gámez (1966), y Muñoz (1971).

El Eoceno de Margarita fue denominado Grupo Punta Carnero por González de Juana (1947), y sus estudiantes de geología de la Universidad Central en 1949, quienes efectuaron levantamientos geológicos en la zona, subdividieron dicho grupo en tres unidades. Estas fueron posteriormente publicadas en el **Léxico Estratigráfico de Venezuela** (primera edición) por F. de Rivero (1956), bajo los nombres de Formación Las Bermúdez, Formación El Dátil y Formación Punta Mosquito. Kugler (1957) consideró todo el Eoceno como una formación con cinco miembros y reconoció el carácter flysch del miembro basal. Jam y Méndez (1962) publicaron la primera descripción detallada de las formaciones Las Bermúdez, El Dátil y Punta Mosquito. Bermúdez y Gámez (1966) efectuaron una zonación bioestratigráfica del Eoceno en base a foraminíferos planctónicos. González de Juana

(1968) publicó un amplio resumen sobre el Eoceno de Margarita, con énfasis sobre las diferencias entre las áreas de Las Marites y Pampatar y sobre el rango de "grupo" de los afloramientos eocenos.

Durante la excursión geológica a la parte oriental de la isla de Margarita guiada por González de Juana en 1968, el presente autor, junto con los geólogos G. Gamero y F. van Veen, reconocieron secuencias turbidíticas en afloramientos de la llamada Formación Punta Mosquito, lo que originó la decisión del suscrito de efectuar una investigación sistemática en la zona, como parte de los Estudios de Geología de Campo del Departamento de Geología de la Universidad Central de Venezuela. Esta investigación llevó a reconocer la naturaleza flysch de los sedimentos de la cuenca eocena de la isla de Margarita. El carácter flysch de esos sedimentos se encuentra mencionado en el trabajo especial de grado de Paiva (1969), en el **Léxico Estratigráfico de Venezuela** (1970), en Muñoz (1971) y en la guía de una excursión realizada durante la VI Conferencia Geológica del Caribe, Muñoz (1972).

### 3. UBICACION GEOGRAFICA Y GEOLOGIA REGIONAL

La isla de Margarita es la mayor de las islas venezolanas y está ubicada en su plataforma continental del mar Caribe, entre  $63^{\circ} 46' 40''$  Oeste y  $64^{\circ} 24' 28''$  Oeste y entre  $10^{\circ} 51' 46''$  Norte y  $11^{\circ} 10' 49''$  Norte. La isla está formada por dos macizos montañosos del sistema orográfico del Caribe: Macanao, el occidental, posee una máxima elevación de 760 metros, y el macizo oriental, conocido como Margarita, que tiene su máxima altitud de 960 metros en Cerro Grande. Estos dos macizos de rocas preter-

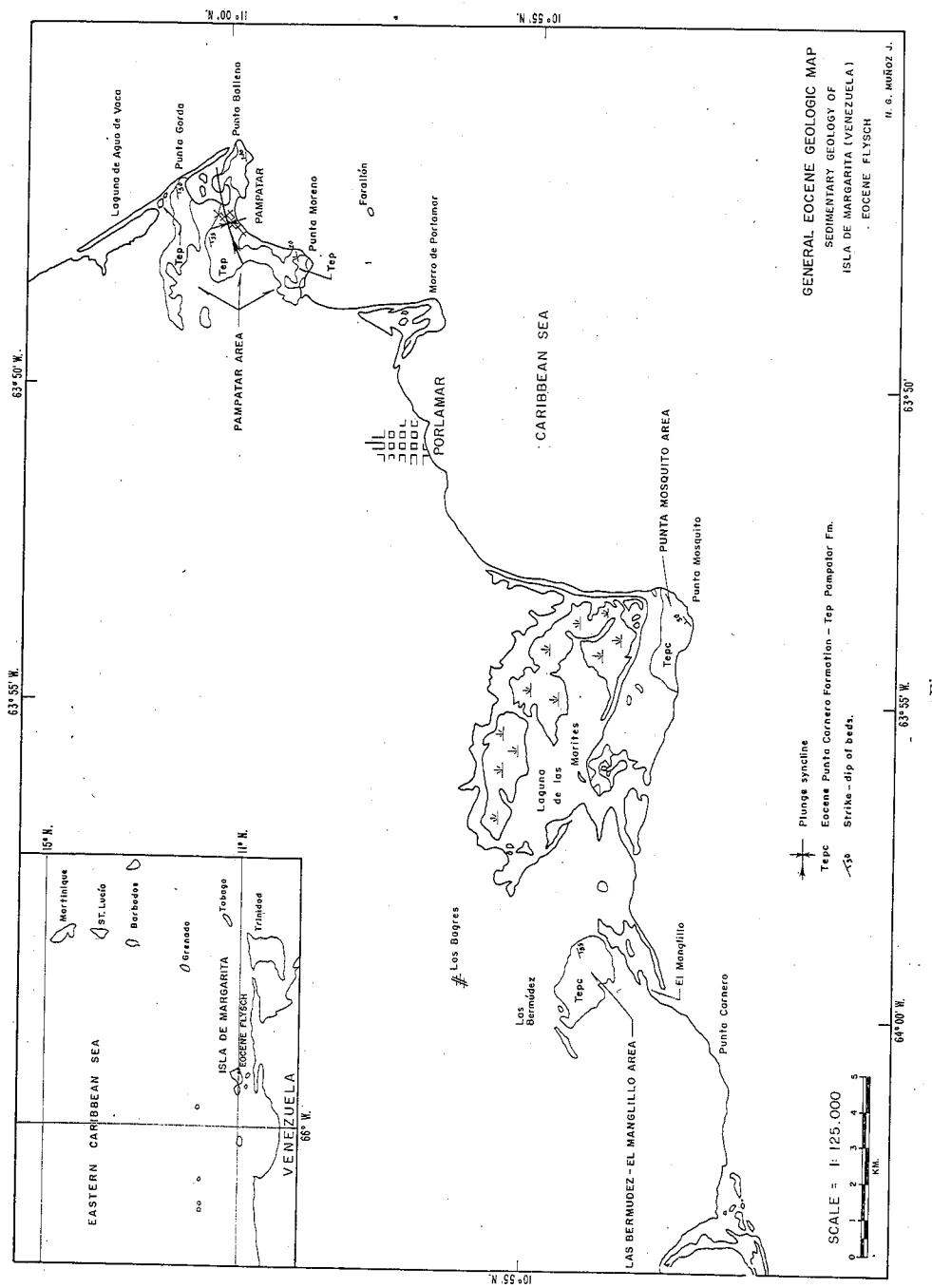


Figura 1

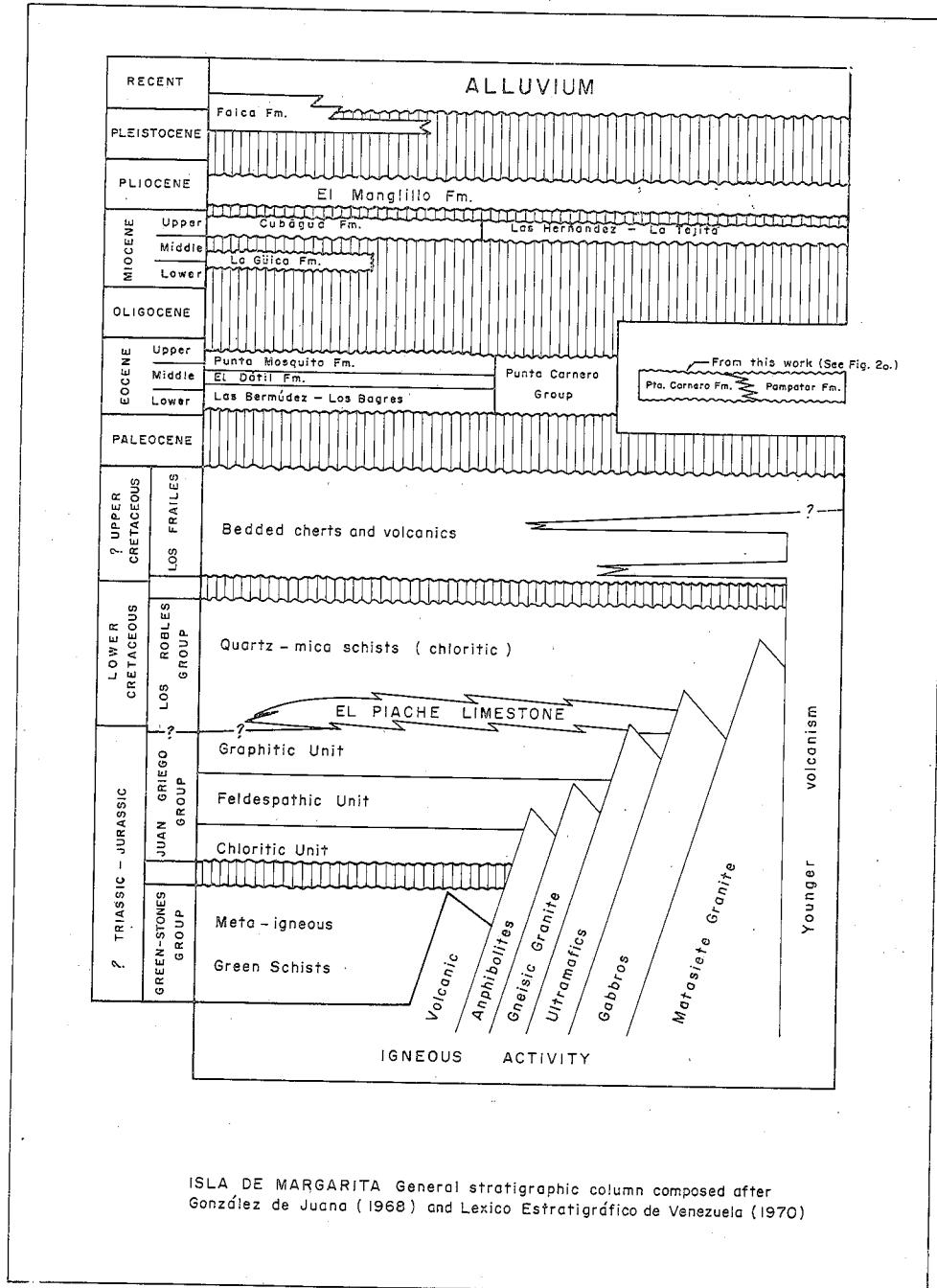


Figura 2

STRATIGRAPHIC COLUMN OF THE EOCENE FLYSCH OF ISLA DE MARGARITA AFTER THIS WORK

The Las Bermudez Mb. of the Punta Carnero Formation lies unconformably over calcareous schists of the Los Robles Group

The top of the Punta Carnero Fm. underlies unconformably alluvium or the Pliocene El Manglillo Fm.

Columna Estratigráfica del Flysch Eoceno de Margarita según este trabajo.

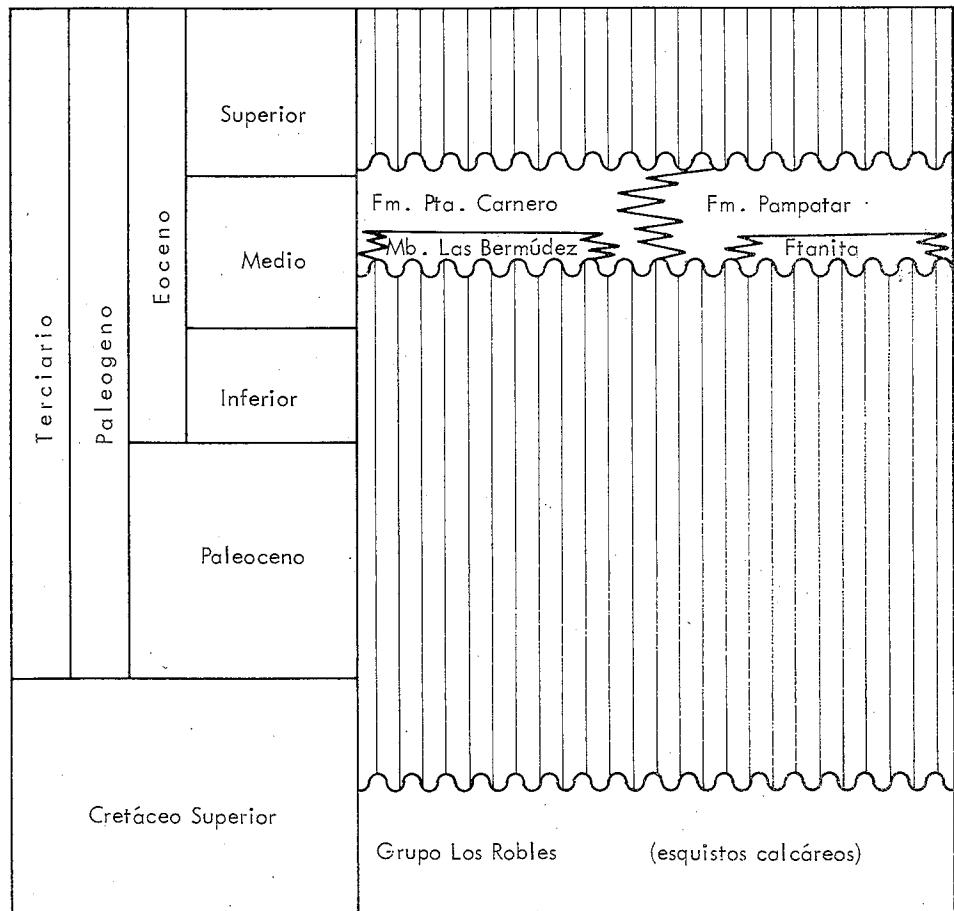


Fig. 2a

Top contacts of the Pampatar Formation are not known, and its lower contacts are either hidden under sea-water or covered by alluvium

ciarias se encuentran separados por un istmo de bajo relieve. Alrededor de ambas montañas se encuentra un extenso piedemonte, esencialmente cuaternario, que se extiende hacia el nivel del mar; presentando al Sur algunas elevaciones locales de rocas terciarias hasta de 40 metros. El Eocene aflora en la parte sur de Margarita oriental.

Las montañas centrales de Margarita y Macanao están formadas principalmente por secuencias metasedimentarias y metavolcánicas que poseen diferentes grados de un metamorfismo regional que va desde la facies de los Esquistos Verdes hasta la facies de la Anfibolita Almandínica. También se han encontrado rocas ígneas tanto intrusivas como extrusivas, de diferentes edades, destacándose peridotitas y granitos. También afloran algunas volcánicas postmetamórficas. Las sedimentarias no metamorfizadas se hallan expuestas principalmente en la parte sudeste de la isla y a lo largo de las costas de Margarita oriental (Fig. 1); son mayormente terciarias de una edad fundamentalmente Eocene Inferior (o Paleocene), y hasta Pleistocene, separadas por discordancias bien marcadas (Fig. 2).

#### 4. METODOS DE ESTUDIO

El trabajo en el terreno fue realizado en su mayor parte durante los meses de mayo, junio y julio de 1969 y, posteriormente, mediante varias visitas al área. En la zona Las Bermúdez-El Manglillo se estudiaron secciones estratigráficas detalladas, casi capa por capa, sobre líneas-base levantadas con plancheta a escala 1:5000 (Fig. 1 y Anexo I); otras secciones detalladas fueron estudiadas en las costas de Punta Mosquito, Punta Moreno, Punta Ballena y Punta Gorda, habién-

dose puesto especial cuidado en el estudio de las estructuras sedimentarias, incluyendo las comparables al modelo de turbidita de Bouma (1962) y aquellos datos direccionales de corrientes en huellas basales.

En los estudios de laboratorio efectuados en Caracas, un gran número de las muestras recogidas fue analizado petrográficamente y micropaleontológicamente. También se efectuaron difractogramas de rayos X de algunas muestras de lutitas representativas; y algunas muestras, especialmente aquellas masivas a simple vista, fueron radiografiadas gracias a la gentileza del profesor doctor A. H. Bouma, de Texas A & M University (USA).

En cuanto a las ilustraciones, se adaptaron algunas de Bouma (1962) y de otras publicaciones recientes, así como también algunas ideas propias del presente autor, habiéndose incorporado cortos textos descriptivos a las columnas estratigráficas detalladas. Los contactos litológicos fueron tomados de los trabajos inéditos de estudiantes de la UCV, 1949, y de González de Juana (1968). La zona de estudio ha sido dividida en las siguientes áreas, debido a sus diferencias litológicas: Las Bermúdez-El Manglillo, Punta Mosquito y Pampatar (Fig. 1).

#### 5. GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL

No forma parte de los objetivos de esta investigación un estudio completo de la geología estructural de los afloramientos del Eocene de Margarita. Algunos sistemas de pliegues y fallas existentes fueron tomados de los trabajos de estudiantes de la UCV.\* en 1949, luego de una revisión; pero los elementos estructurales de la zona no fueron cartografiados en detalle. Rumbos y buzamientos de

\* W. H. Lorenz y A. Palombo. Trabajos finales de grado.

la estratificación fueron medidos, pero en especial sobre aquellas capas que contenían huellas basales con indicación de paleocorrientes. También se midió la posición de los pliegues intraformacionales.

#### Área de Las Bermúdez-El Manglillo

Esta zona está caracterizada por una secuencia isoclinal que buza al Sur, con pequeñas variaciones locales. De más joven a más viejo (de Sur a Norte), la primera unidad encontrada es una secuencia de biocalcarenitas, interestratificadas con lutitas, que buza al Sur entre 40° y 60°, en una serie de cerros con cuestas y contracuestas de buzamiento bien desarrolladas. Luego sigue el valle de El Dátil, donde se han encontrado variaciones locales de buzamiento en los intervalos lutíticos, pero esencialmente con buzamiento al Sur. En el límite norte de ese valle se halla una fila de cerros con lomas prominentes formada por capas con buzamientos más altos, de 80-85° al Sur, verticales y hasta volcados localmente hacia el Norte. Desde allí hacia el contacto basal con las rocas metamórficas se observa una gran variación caótica en los rumbos y buzamientos de las capas, tanto en sentido estratigráfico vertical como lateralmente. El significado de estas variaciones será tratado en el capítulo de Geología Sedimentaria, ya que se considera son debidas al arreglo sedimentario inicial de las capas.

En el valle de El Dátil se han encontrado evidencias de sobrecorrimiento de Sur a Norte, y en el contacto basal del Eoceno se ha interpretado un movimiento similar. Muchas fallas normales, con rumbos tanto NE como NW se han encontrado, pero debido a la escala de mapa utilizada, no se han dibujado. Sistemas

de diaclasas N 30 E y N 40 W se han observado, y fracturas a lo largo de ellas han contribuido a formar una superficie llena de lajas en los topes de algunos cerros.

#### Área de Punta Mosquito

Aquí se han encontrado los mayores disturbios tectónicos y, por lo tanto, esta área no se considera adecuada para medir una sección estratigráfica. Existen numerosas fallas normales, las más destacadas con un rumbo N 30-40 E y labio deprimido unos 60° hacia el Noroeste. También se ha observado un sistema de fallas normales con rumbo N 50 W y otro con rumbo Este-Oeste y buzamiento de 60° hacia el Sur. Dos sistemas principales de diaclasas de rumbos NE y NW predominan en el área de Punta Mosquito. Ellos tienen un buzamiento vertical o subvertical y le imparcen un aspecto endentado a los afloramientos costaneros de areniscas, tal como sucede en el área costera de Pampatar.

#### Área de Pampatar

Esta área está caracterizada por un sinclinal suavemente asimétrico, de rumbo aproximado Este-Oeste, y con un declive hacia el Este (Fig. 5). Existen diferencias de facies entre los flancos Norte y Sur, de manera que sus litologías no pueden ser correlacionadas entre sí. El flanco Sur que presenta un buzamiento al Norte, entre 20 y 30°, esencialmente está formado por una secuencia monótona y rítmica de grauvacas y lutitas, con algunas intercalaciones conglomeráticas. El flanco Norte posee un buzamiento más inclinado, entre 20 y 50° hacia el Sur. Sobre este flanco se observó un plano de falla de corrimiento, inclinado 20° al Sur, indicando un

sobrecorrimiento hacia el Norte o un empuje inferior (*underthrust*) hacia el Sur.

Planos de fallas normales se han medido en ambos flancos del sinclinal de Pampatar; la mayoría de ellos tienen un rumbo Este-Oeste, con labios deprimidos de ángulos altos (45-85°) hacia el Norte o hacia el Sur. Las principales fallas han sido medidas en Punta Moreno, al Este del sitio de El Angel; en el corte carretero de Punta Ballena (Vuelta en U) y a lo largo de la costa de Punta Gorda. En los afloramientos costeros de areniscas, las fracturas por las diaclasas imparcen un aspecto endentado característico. Los principales planos de diaclasas medidos tienen rumbos N 40 E y N 50-40 W, y buzamientos casi verticales.

#### Breve historia estructural

La cuenca Eocena experimentó compresión que ocasionó acortamiento y plegamiento de sus sedimentos, habiéndose formado la secuencia isoclinal de Las Bermúdez-El Manglillo, el sinclinal de Pampatar y otros pliegues no expuestos. Durante este proceso de compresión, la cuenca parece haber sufrido un empuje mayor desde el Sur, que originó los sobrecorrimientos hacia el Norte. Posteriormente, y con la relevación de estos esfuerzos, se produjeron los sistemas de fallas normales y diaclasas.

#### 6. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco al profesor doctor J. D. de Jong, de la Universidad de Leiden, Holanda, actualmente en Wageningen, por haber visitado la zona y por su valiosa ayuda con sus discusiones y sugerencias. También agradezco al profesor doctor A. Brouwer y al doctor J. W. A.

Bodenhausen, de la Universidad de Leiden, por haber leído el manuscrito. Al profesor doctor A. H. Bouma, por su hospitalidad durante la visita del suscrito a su laboratorio en College Station (USA), por haber facilitado la radiografía de muestras y por su ayuda con discusiones y consejos sobre este trabajo. Agradezco al profesor doctor C. González de Juana, de la Universidad Central de Venezuela, por haber iniciado al autor en la geología de la isla de Margarita y por su lectura crítica del manuscrito. Agradezco al doctor Max Furrrer, por su invaluable ayuda en el examen micropaleontológico de mis muestras, así como también al profesor doctor Pedro Bermúdez, por su colaboración en la identificación micropaleontológica. Al geólogo Enrique Navarro, de la UCV, por su ayuda en el análisis mineralógico de arcillas y durante el estudio petrográfico. Al doctor A. E. González G. por la investigación palinológica de las muestras. A la antigua discípula, hoy colega, Alida Paiva, por su ayuda durante la etapa de campo y de laboratorio en 1969. Al geólogo Mario Vignali, de la UCV, por haber visitado la zona con el suscrito y por valiosas discusiones sobre algunos aspectos tectónicos. Gracias a todo el personal técnico de laboratorio del Departamento de Geología de la Universidad Central por su gran ayuda en la preparación de las muestras, especialmente al técnico Efraín Galindo, del Laboratorio de Sedimentología. A la señora Keron Weaver, de Texas A & M Univ. (USA), por su ayuda durante la radiografía de las muestras, y a la señora Stella D'Giacomo, por la preparación de muestras para el análisis de polen.

Deseo agradecer de manera especial al profesor doctor Virgil Winkler

y al geólogo Vernon Hunter, por su valiosísima ayuda en la preparación de la versión inglesa de este informe. A los señores H. Godoy e ingeniero A. Lazzari, de Seraventia, por su importante colaboración en la reproducción de algunos gráficos y fotografías.

Gracias a mis hermanas Libia Muñoz de Valdés y Reina Muñoz de Jam, por su esfuerzo generoso al mecanografiar la versión inglesa de este trabajo, y a las señoritas Yvette de Castro y Noemí de Suárez, por haber mecanografiado la versión castellana del mismo.

Gran parte de la investigación de campo y en el laboratorio fue realizada con la ayuda económica de la Escuela de Geología y Minas de la Universidad Central de Venezuela, habiéndose completado con el aporte de ahorros personales.

Finalmente, debo extender mi agradecimiento a mi esposa, Adriana, por su continua asistencia y su gran comprensión durante todo el curso de esta investigación.

## II. ESTRATIGRAFIA

### 1. DISCUSION GENERAL SOBRE NOMENCLATURA

#### 1a. Rango de la Unidad. Grupo vs. Formación

González de Juana (1947) designó Grupo Punta Carnero a la secuencia del Eoceno de la isla de Margarita, sugiriendo una subdivisión tripartita del mismo: una unidad conglomerática basal, un nivel intermedio de lutitas grises y achocolatadas, con algunas concreciones ferruginosas, y un intervalo superior de areniscas calcáreas, calizas orbitoidales lajosas y lutitas arenosas. Hess y Maxwell (1949),

en su mapa geológico esquemático, se refirieron a los afloramientos eocenos como Formación Punta Carnero, mencionando la existencia de guijarros de roca volcánica en los conglomerados y en la llamada caliza de Los Bagres. Ellos consideraron que estas rocas volcánicas pudieron haberse derivado de flujos volcánicos al norte de Margarita, de lo cual no existe evidencia actualmente.

Las rocas eocenas fueron cartografiadas geológicamente por estudiantes de Geología de la Universidad Central en 1949. Ellos siguieron la subdivisión sugerida por González de Juana (1947), describiendo tres formaciones dentro del Grupo Punta Carnero. Esta subdivisión fue publicada por primera vez en el **Léxico Estratigráfico de Venezuela**, primera edición, por F. de Rivero (1956). Las unidades formacionales, de más viejo a más joven, son: Formación Las Bermúdez, Formación El Dátil y Formación Punta Mosquito. Sus localidades tipo se encuentran en la llamada Propiedad Las Bermúdez, área Las Bermúdez-El Manglillo de este informe. Los espesores dados a conocer por F. de Rivero (1956) son: 610 metros para la Formación Las Bermúdez, 720 metros para la Formación El Dátil, y 425 metros de la Formación Punta Mosquito, hasta su contacto superior con el aluvión.

Kugler (1957) consideró la secuencia como Formación Punta Carnero, subdividida en cinco partes, denominadas miembros, los cuales son, en orden ascendente: miembro basal de lutitas conglomeráticas, capas inferiores de orbitoides, miembro intermedio de lutitas, capas superiores de orbitoides y miembro superior de lutitas. El reconoció la naturaleza flysch de su miembro basal de lutitas conglomeráticas. Taylor (1960) consideró a la unidad como formación, y Jam y Mén-

dez (1962) volvieron a utilizar la designación de "grupo", y asimismo lo hicieron Bermúdez y Gámez (1966). González de Juana (1968), en su **Guía de la Excursión Geológica a Margarita oriental**, presentó un amplio resumen sobre los conocimientos del Eoceno de Margarita, habiendo destacado las diferencias entre las áreas de Pampatar y de Las Marítes y puesto énfasis en el rango de grupo, con sus tres formaciones; y en la segunda edición del **Léxico Estratigráfico de Venezuela** (1970) aparece como válido el nombre de Grupo Punta Carnero.

En realidad, en el Eoceno de Margarita no se había efectuado trabajo geológico de detalle desde que los resultados de las investigaciones sobre corrientes de turbidez aparecieron publicados. Entre estas publicaciones más importantes figuran las de Kuenen y Migliorini (1950), Kuenen (1951), Kuenen y Menard (1952) y muchos otros durante la década de investigación sobre corrientes de turbidez. Posteriormente, apareció un enfoque del problema más detallado por parte de Bouma (1962), quien popularizó su concepto clásico de modelo de depósito de corrientes de turbidez, conocido como turbidita. Existen, además, otras numerosas contribuciones de Heezen (1959) y otros sobre corrientes de turbidez modernas y, más recientemente, han aparecido estudios de sedimentos marinos profundos basados en el descubrimiento de la existencia de corrientes en el fondo del mar (Heezen y Hollister, 1963-1964).

Tanto el carácter graduado y bioclástico de las capas conocidas como calizas orbitoidales lajosas, así como otras estructuras sedimentarias asociadas a ellas, pasaron inadvertidos, habiendo originado una interpretación equivocada de los ambientes sedimentarios y conclusiones sobre la no-

mencionada estratigráfica con las que el autor está en desacuerdo.

Como resultado de la presente investigación, y de acuerdo al **Código de Nomenclatura Estratigráfica** (ACSN, 1961), se considera que el rango de "grupo" para las rocas del Eoceno de Margarita no está bien justificado, principalmente por tratarse de unidades litológicas de facies íntimamente relacionadas dentro de una cuenca relativamente pequeña de tipo flysch y expuestas en una extensión geográfica pequeña. El intervalo conglomerático **wildflysch** de Las Bermúdez representa una unidad cartografiable con el rango de miembro basal local de la Formación Punta Carnero. Aunque en el capítulo de Geología Sedimentaria el lector encontrará evidencias en favor del restablecimiento del rango formacional, en vez de Grupo Punta Carnero, se quiere llamar la atención sobre el hecho de haber encontrado el mismo carácter rítmico recurrente a lo largo de toda la sección estratigráfica, tanto en el área de Las Bermúdez-El Manglillo como en Punta Mosquito. La secuencia está caracterizada por una alternancia de bio-calcarenitas, grauvacas calcáreas, bio-calcilimolitas y biocalcilitas moteadas, con lutitas pelágicas. Una estratificación algo más fina, conjuntamente con una mayor cantidad de lutitas en los niveles intermedios, ha ocasionado que los horizontes más resistentes a la erosión, conocidos como inferior y superior de calizas orbitoidales, sobresalgan geomorfológicamente dando origen al Valle de El Dátil, del cual fue tomada la localidad tipo para la Formación El Dátil. También es importante hacer notar que siempre ha existido dificultad en ubicar los contactos inferior y superior de la llamada Formación El Dátil. Y, además, la litología de esta "formación" sólo

puede ser reconocida y cartografiada como tal en el Valle de El Dátil. Si el nombre de Formación El Dátil no se encuentra justificado como unidad intermedia y como el mismo carácter litológico general, con sus estructuras sedimentarias asociadas, se encuentra en la llamada Formación Punta Mosquito, se concluye que esta última designación tampoco debe ser utilizada.

Por otro lado, y debido a las grandes diferencias encontradas en las rocas del área de Pampatar en relación con las de los afloramientos occidentales, se considera justificado introducir el nuevo nombre de Formación Pampatar para distinguir dicha secuencia.

#### 1b. Rango de una unidad basal. Formación vs. Miembro

Los estudiantes de Geología\* de la Universidad Central en 1949, propusieron la designación de Formación Las Bermúdez para los conglomerados basales del Eoceno en la isla de Margarita. Ese nombre fue publicado originalmente en el **Léxico Estratigráfico de Venezuela** por F. de Rivero (1956). Kugler (1957) consideró esta unidad como Miembro de Lutitas Conglomeráticas de su Formación Punta Carnero, y mencionó la existencia de guijarras de basalto amigdaloides, cuya fuente no se ha encontrado en la isla de Margarita, y los consideró de naturaleza similar al conglomerado de San Fernando en Trinidad, habiendo el mismo advertido sobre su carácter **wildflysch**. Jam y Méndez (1962) publicaron la descripción de la sección tipo de la Formación Las Bermúdez, como compuesta por lutitas arenosas grises y verdosas, con intercalacio-

nes de areniscas "sal y pimienta", calcáreas; lentes de calizas biohermicas y conglomerados con fragmentos de cuarzo, esquistos, rocas ígneas y granito en una matriz arenosa fina. Bermúdez y Gámez (1966), González de Juana (1968) y el **Léxico Estratigráfico de Venezuela** (1970) han adoptado la denominación de Formación Las Bermúdez. La llamada Caliza de Los Bagres, incluida en esta unidad, será discutida más adelante en este informe.

Como resultado de estos estudios, el presente autor considera que la litología conglomerática basal del Eoceno, tal como se conoce por los afloramientos de su sección tipo, posee características muy propias en el área de Las Bermúdez-El Manglillo, a diferencia de los afloramientos conglomeráticos del área de Pampatar, que son suficientes para definirla como Miembro, en lugar de Formación. En su localidad tipo, al Sur de los Bagres, la unidad está definida esencialmente por un arreglo caótico, tipo **wildflysch**, de fragmentos heterogéneos de diferentes tamaños (desde bloques hasta tamaño de arenas) y de variada composición, embebidos básicamente en una matriz lutácea. También se encuentra distintiva la presencia frecuente, a través de toda la sección, de fragmentos de diferentes tamaños de calizas coralinas y algáceas, recristalizadas y de colores grises y negruzcos. Por estas razones, y a mayor abundamiento que el lector encontrará en el capítulo de Geología Sedimentaria, se va a redefinir esta unidad como Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero.

#### 1c. Calizas tipo Los Bagres. Posición estratigráfica y edad

Ha habido controversia sobre la posición estratigráfica correcta de las ca-

lizas coralinas y algáceas encontradas en el área de Las Bermúdez-El Manglillo. Primero fue considerada por Hess y Maxwell (1949) como una caliza basal de la Formación Punta Carnero, discordante sobre los esquistos del Grupo Los Robles. Bücher (1952) se refirió a ella como caliza con fauna del Cretáceo, y Kugler (1957) le asignó una edad Oligoceno, en base a determinación de corales hecha por J. W. Wells. Sin embargo, el mismo Kugler (1957) mencionó que una edad Eoceno inferior o Paleoceno era indicada por la presencia de *Discocyclina cf. barkeri* Vaughan y Cole, *Athecocyclina cf. cookei* (Vaughan), *Tremastegina cf. senni* (Cushman) y *Valvularineria cf. extensa* Cushman y Bermúdez. Taylor (1960) se refirió a estas calizas con el nombre de Formación Los Bagres y le asignó una edad Eocena inferior, sugiriendo que la Formación Punta Carnero yace discordantemente sobre ella. Taylor (*ibid.*) también mencionó haber encontrado fragmentos de este tipo de calizas a niveles diferentes en la Formación Punta Carnero. Bermúdez y Gámez (1966) creen que ni los estudios de autores previos a ellos, ni su propia investigación faunal, permitieron el establecimiento de una edad definitiva para la Caliza de Los Bagres. González de Juana (1968) la considera sólo un desarrollo arrecifal lenticular en la base de la Formación Las Bermúdez. Bajo el nombre infor-

mal de Caliza de Los Bagres aparece esta unidad publicada en la segunda edición del **Léxico Estratigráfico de Venezuela** (1970, p. 372).

Observaciones de campo y petrográficas, así como también una información paleontológica valiosa, obtenidas durante la realización de este trabajo, han llevado al suscrito a la conclusión de que esta caliza "basal" de Los Bagres, al igual que los otros fragmentos conglomeráticos o brechoides del mismo tipo de caliza encontrados espaciados a diferentes niveles dentro de la Formación Punta Carnero, pueden muy bien constituir elementos alóctonos deslizados en esta área caótica de flysch salvaje (**wild-flysch**), probablemente por algún mecanismo de deslizamiento submarino.

J. W. Wells (1970), en comunicación a M. A. Furrer, y basado en muestras del presente estudio, informó que los datos a partir de corales sugieren una edad Oligoceno, pero no de un modo definitivo, y que una edad Eoceno no es imposible. Wells (*ibid.*) considera que el problema estriba en que las faunas de corales de los arrecifes eocenos no son bien conocidas en el Caribe, sólo la de St. Bartholomew, la cual no posee nada en común con la de Margarita. En la misma comunicación, Wells (1970), incluye la siguiente lista revisada y el rango de edad tal como se conoce, luego del estudio de las muestras.

#### CORALES EN MUESTRAS DE LA CALIZA DE LOS BAGRES

	Rango de la especie	Rango del género en las Indias Occidentales	Rango mundial del género
<i>Acropora</i> sp.	Olig.-Rec.	Eoc.-Rec.	
<i>Actinacis</i> sp.	Cret. Sup.-Olig.	Cret. Med.-Olig.	
<i>Astroopora</i> sp.	Eoc.-Olig.	Cret. Sup.-Rec.	
<i>Leptoria</i> cf. L. <i>Spencer</i> (Vaughan) IM - 52 - 69	Eoc. Sup.-Olig. (Cuba, Antigua)		
<i>Leptoseris</i> sp.	Olig.-Mioc.	Olig.-Rec.	
<i>Montastrea</i> cf. <i>M. altissima</i> (Duncan)	Cret. Inf.-Rec.	Jurás. Sup. Rec.	
<i>Stylophora</i> sp.	Eoc.-Mioc.	Eoc.-Rec.	

\* A. Palombo, 1949. Trabajos no publicados de la UCV.

Para este trabajo, además, M. A. Furrer ha identificado la siguiente fauna en fragmentos de calizas del tipo Los Bagres: *Lithoporella* sp., *Lithothamnium* sp., *Solenopora* sp., *Gymnocodium* sp., *Halimeda* sp., *Lithophyllum* sp., Miliolídeos, Equinoides, Moluscos, Gasterópodos, *Amphistegina* sp., *Discocyclina* sp., *Lepidocyclus* sp. y *Nummulites* sp. (cordelados). Una mayor información faunal se incluye en la **Carta de Distribución Faunal** (Anexo II).

El afloramiento más grande de este tipo de calizas se considera que yace, no sobre los esquistos del Grupo Los Robles, sino discordantemente sobre una secuencia finamente estratificada de areniscas calcáreas y grauváquicas, con lutitas, y una fauna mezclada, probablemente de un origen marino de aguas llanas.

En opinión del autor, tanto la mezcla de ambientes sedimentarios como la mezcla de faunas que poseen las calizas del tipo Los Bagres, indican que no se encuentran *in situ* y que pueden muy bien ser olistolitos de arrecifes complejos del Paleoceno o Eocene Inferior, los cuales se hubieron deslizado en la cuenca durante el Eocene Medio.

#### 1d. Chert estratificado al Sur de la Laguna de Agua Vaca

Esta unidad ha sido cartografiada anteriormente como parte de la Formación Los Frailes, y aunque se han identificado los foraminíferos planctónicos *Hedbergella* sp. y *Hetrohelix* sp. del Cretáceo Sup., existen ciertas características del afloramiento que reflejan dudas sobre su correcta ubicación en la columna estratigráfica local. Su contacto inferior se desconoce, y el superior parece concordante con una secuencia rítmica de ciclos recu-

rrentes de paraconglomerados heterogéneos y su continuidad lateral es muy irregular; existe, además, pliegues intraformacionales en capas de fíltanita (foto 3). Estas observaciones configuran un cuadro más propio de la sedimentación flysch y este chert estratificado puede constituir una unidad alóctona del Cretáceo en la base de la secuencia eocena correspondiente a la Formación Pampatar.

#### 1e. Zonación bioestratigráfica. Determinación de edades

Como consecuencia del enfoque que anteriormente se había dado a la geología del área, tanto la determinación de edades como las zonaciones bioestratigráficas basadas en faunas bentónica y planctónica retrabajadas no se consideran correctas. De modo que existen fuertes dudas sobre la validez de las faunizonas del Grupo Punta Carnero publicadas por Bermúdez y Gámez (1966).

En nuestra opinión, tanto los sedimentos como las faunas han sido mezclados en la cuenca por corrientes de turbidez y corrientes marinas de fondo. Como se han encontrado faunas que van desde el Paleoceno-Eocene inferior (*Nummulites* Cordelados) hasta la parte superior del Eocene Medio. (*Orbulinoides beckmanni* y *Truncorotaloides rohri*), se piensa que el retrabajo y la sedimentación deben haber ocurrido durante la parte superior del Eocene Medio. En reciente publicación, Van Der Vlerk (1972) propone una edad de Eocene Superior para la Formación Punta Mosquito basado en comparación con *Lepidocyclus*, de la Formación Mene Grande. Según Furrer (1967), la presencia de foraminíferos planctónicos en esta formación indican claramente una edad Eocene Medio.



Foto 1. Miembro Las Bermúdez, de la Formación Punta Carnero. Superficie con manchones blancos de brecha calcárea junto con manchones rojizos de paraconglomerados dispuestos caóticamente



Foto 2. Bloques exóticos en matriz lutácea, en el área de Las Bermúdez-El Mangillo.

Lutitas que parecen ser realmente pelágicas, no retrabajadas, han dado la siguiente asociación faunal de la parte superior del Eoceno Medio:

Radiolarios, **Globorotalia** sp., **Globigerina senni**, **Globorotalia bolivariana** (Muestras IM-150 e IM-161, en el Valle El Dátil), indicando un mar abierto, de aguas profundas y con ambiente rico en sílice.

**Globigerinatheka barri**, **Globorotalia lehneri**, **Clavigerinella** sp., **Hantkenina liebusi** y Radiolarios (Muestras IM-401, 405, 429 y 436, al Sur de la Represa). Indica ambiente de agua marina profunda y de mar abierto.

## 2. DESCRIPCION DE UNIDADES

En esta sección se incluye una breve revisión de aquellas unidades ya conocidas y una descripción de la Formación Pampatar que aquí se propone introducir en la estratigrafía venezolana.

### 2a. Formación Punta Carnero

Como consecuencia de este estudio, se restablece el rango formacional de la unidad conocida como "Grupo" Punta Carnero, la cual se redefine para denominar sólo las rocas eocenas que afloran en la parte Oeste de Margarita oriental, al Oeste de la ciudad de Porlamar, en las áreas de Las Bermúdez-El Manglillo y Punta Mosquito. La formación tiene su localidad tipo en el área de Las Bermúdez-El Manglillo, al Oeste del nuevo Aeropuerto Internacional (en construcción), en las cercanías de la carretera de tierra entre Las Bermúdez y El Manglillo, al Norte de Punta Carnero. La Formación Punta Carnero se extiende hasta el área de Punta Mosquito, al Sur de la Laguna de Marites.

La parte basal de la Formación, en la sección de Las Bermúdez-El Manglillo, está formada principalmente por conglomerados que aquí se han diferenciado como una unidad local con el nombre de Miembro Las Bermúdez. Una sección estratigráfico-sedimentológico detallada fue medida en el área de Las Bermúdez-El Manglillo (Anexo I), la cual puede ser adoptada como sección tipo. Esta sección muestra a la Formación Punta Carnero caracterizada por una alternancia monótona tipo flysch de calizas bioclásticas y lutitas, con algunas intercalaciones de grauvacas calcáreas. El carácter distintivo de esta secuencia lo forman las calizas bioclásticas, que son biocalcareitas grises, con orbitoides gradados, laminación paralela horizontal y laminación convoluta, en subunidades integradas en un estrato sencillo del tipo descrito por Bouma (1962) como turbidita (Foto 9). Otras litologías distintivas de la Formación Punta Carnero son unas biocalcareitas, biocalciclimolitas y biocalcilitutas de color amarillento, con laminación paralela y compuestas esencialmente por lodo de globigerinas, con algunas intercalaciones terrígenas. Las lutitas interstratificadas son de origen pelágico.

La sección tipo detallada medida en el área de Las Bermúdez-El Manglillo, comienza en las contracuestas de buzamiento de la línea de cerros conocidos como "primer nivel de orbitoides", al Sur del Valle de El Dátil. Aquí empieza la Formación Punta Carnero (Anexo I, localidad A7-12) con biocalciclimolitas finamente laminadas, seguidas de un nivel de biocalcareitas grises resistentes a la erosión, gradadas y con otras estructuras turbidíticas. Luego se halla una secuencia, de unos 23 metros de espesor, de lutitas calcáreas, fósiles, gris oscuro y finamente laminadas. Se continúa al



Foto 3. Pliegue intraformacional en el "chert" estratificado de la Formación Pampatar, al sur de la Laguna de Agua de Vaca

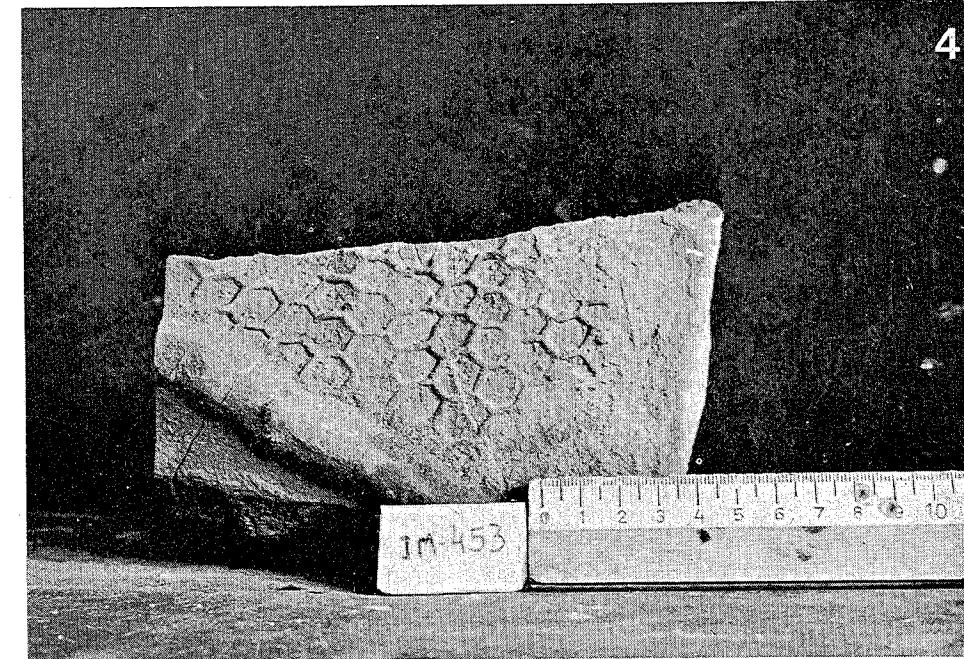


Foto 4. Icnofósil **Paleodictyon** sp. Localidad: área de Las Bermúdez-El Manglillo, Formación Punta Carnero

Sur, con unos 100 metros de sección de unas calcilitas limosas amarillentas, moteadas, con nódulos, con intercalaciones de biocalcareitas, que se van haciendo más numerosas. Luego vienen unos 300 metros de alternancia monótona de biocalcareitas orbitoidales finamente estratificadas, grauvacas de grano fino y lutitas pelágicas; y también capas delgadas de biocalcareitas o biocalcilitas, con numerosas globigerinas y radiolarios. En esta sección se encuentran también intervalos espesos de lutitas, cristales secundarios de yeso y concreciones ferruginosas de color rojizo y violáceo. Luego vienen unos 200 metros donde predominan las biocalcilitas y biocalcilitas amarillas con laminación paralela, que son ricas en foraminíferos planctónicos, están interestratificadas con capas gruesas de biocalcareitas grises orbitoidales y arrecifales, que sobresalen topográficamente con cuestas de buzamiento destacadas, como el planchón de La Represa (Anexo I). Finalmente, la parte superior de la sección tipo consta de unos 200 metros de calizas bioclásticas finamente laminadas, de textura variada (biocalcareitas, biocalcilitas y biocalcilitas), interestratificadas con lutitas pelágicas grises. Esta parte superior contiene mucha materia orgánica carbonosa (detritus de plantas).

El espesor de la Formación Punta Carnero medido en la sección tipo, sin contar el miembro basal en el área de Las Bermúdez-El Manglillo, es de 820 metros (véase Anexo I), e incluyendo dicho miembro, alcanza un total de 1.250 metros.

Las rocas de la Formación Punta Carnero poseen una fauna muy rica, tanto planctónica como bentónica, la cual ha experimentado mezcla y re-

trabajo por corrientes de turbidez y corrientes del fondo marino. Véase la "Carta de Distribución Faunal" (Anexo II).

Se han observado numerosas estructuras sedimentarias comúnmente asociadas a secuencias del tipo flysch, como huellas basales de diversa índole y deslizamientos intraformacionales, los cuales son más abundantes y destacados a lo largo de la costa de Punta Mosquito (Fig. 4).

La Formación Punta Carnero descansa discordantemente sobre el Grupo Los Robles, en el área de Las Bermúdez-El Manglillo y su contacto inferior no se conoce en el área de Punta Mosquito. Su contacto superior yace discordantemente debajo de la Formación El Manglillo o de aluviones recientes.

La edad de la formación se considera de la parte superior del Eocene Medio, determinada en base a los foraminíferos más jóvenes de la secuencia. Ha sido correlacionada con la Formación Caratas, del oriente de Venezuela, con la Formación Navet, de Trinidad, y con las formaciones Oceanic y Scotland, de Barbados.

#### Miembro Las Bermúdez

Se redefine como miembro local de la Formación Punta Carnero la antigua "Formación" Las Bermúdez, que aflora en el área de Las Bermúdez, como se ha indicado anteriormente.

El nombre "Las Bermúdez" fue publicado por primera vez como unidad formacional en el **Léxico Estratigráfico de Venezuela** por F. de Rivero (1956), siguiendo el sentido señalado originalmente por estudiantes de Geología de la Universidad Central en 1949. Su localidad tipo ha sido ubicada unos 2 km al sudoeste de Las Bermúdez, Municipio Lares, Distrito Díaz, del Es-

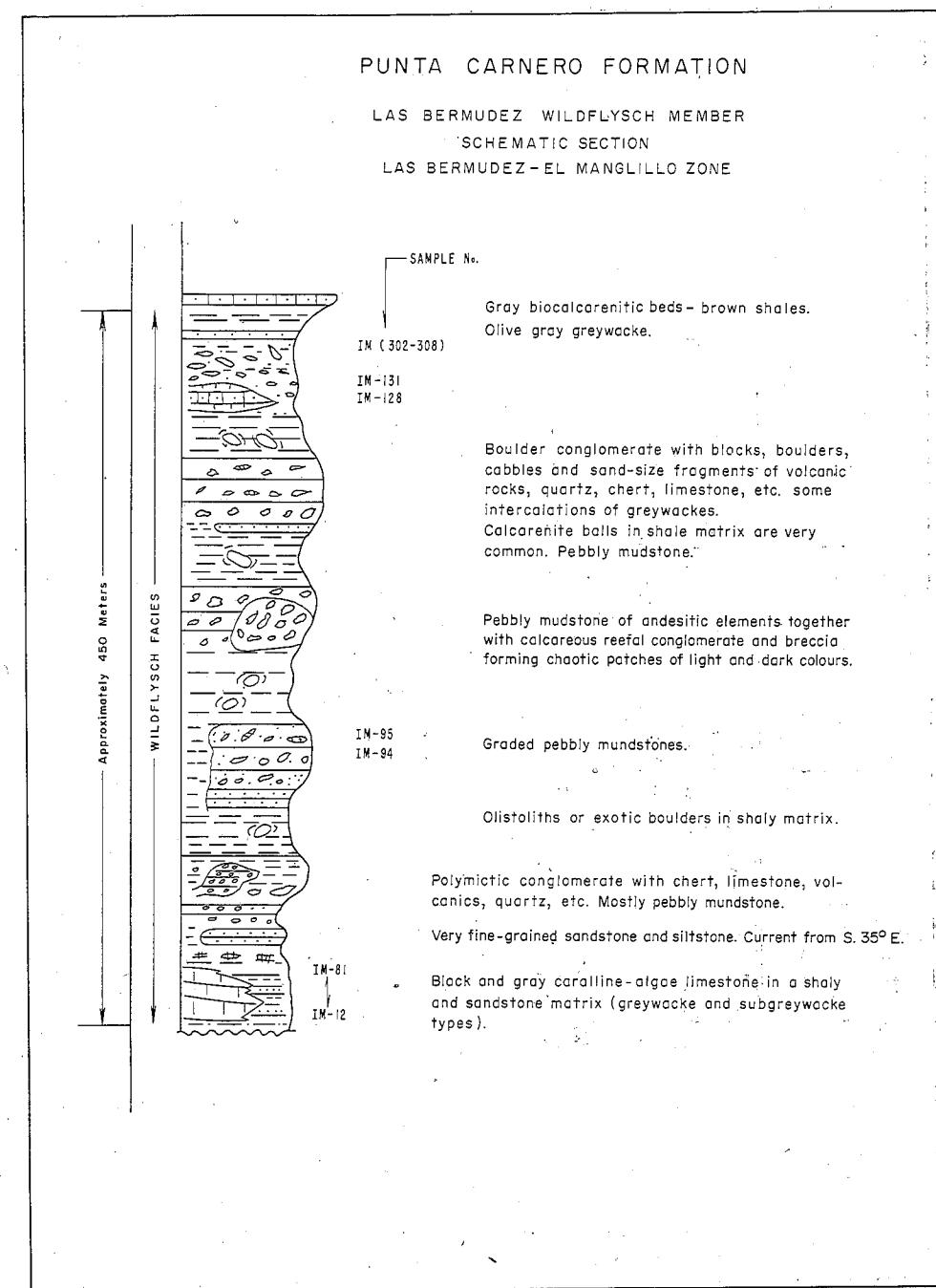


Figura 3

PUNTA MOSQUITO AREA

SCHEMATIC STRATIGRAPHICAL SECTION  
OF PUNTA CARNERO Fm.

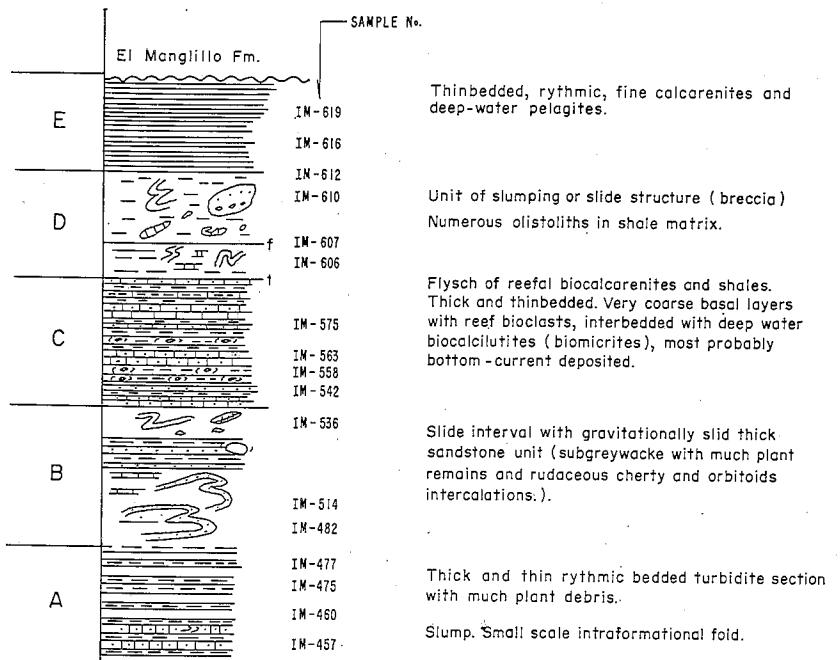


Figura 4

tado Nueva Esparta. La unidad presenta claramente un carácter de flysch salvaje (**wildflysch**), el cual fue señalado primeramente por Kugler (1957).

En la figura 3 se ilustra de manera esquemática la composición general de la sección estratigráfica. Ella comienza con una secuencia finamente estratificada de areniscas calcáreas, glauconíticas y grauváquicas, con lutitas intercaladas. Calizas arrecifales se encuentran asociadas. El rasgo más distintivo de toda la sección es el arreglo caótico de diferentes unidades litológicas, como conglomerados polimicticos, paraconglomerados de guijarros en lodo (**pebbly mudstones**), brechas de fragmentos de calizas arrecifales y capas de areniscas-grauvacas; todo ello en lo que parece ser una matriz general lutácea. Esta disposición caótica de capas está expresada por manchones irregulares de diferentes colores, sobre la superficie de afloramiento (Foto 1). Bloques exóticos en lutitas y estructuras de deslizamiento intraformacional son muy comunes. Los fragmentos de calizas arrecifales, coralinas y algáceas, también son comunes en toda la unidad, y suelen formar manchones blanco-grisáceos. Este tipo de calizas, conocido en la literatura geológica como Caliza de Los Bagres, ha sido discutido anteriormente en este informe. Los conglomerados suelen poseer colores rojizos y marrones. Las areniscas y lutitas son mayormente verde oliva y de tintes marrones.

La composición y la textura de los conglomerados son muy heterogéneos; hay fragmentos de cuarzo, rocas volcánicas andesíticas, ffnita, calizas, diorita, otras rocas ígneas y grauvacas. Se han observado elementos de más de un metro de diámetro, peñones, guijarros, y hasta arena y arcilla. El estudio micropaleontológico de

muestras del Miembro Las Bermúdez refleja una mezcla tanto ecológica como cronológica de su fauna, véase la "Carta de Distribución Faunal" (Anexo II). Además de la fauna ya conocida de esta unidad (Léxico, 1970), durante la presente investigación se han identificado ejemplares de **Discocyprina grimsdalei** y de **Nummulites** cordelados, lo que indica una edad Paleoceno-Eoceno Inferior para los elementos litológicos más viejos del Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero. Sin embargo, los mecanismos de sedimentación de estas unidades que se han inferido, tales como deslizamientos submarinos y otros, responsables de la mezcla de faunas, deben haber ocurrido durante el Eocene Medio.

El espesor total de este miembro se ha estimado en 450 m (Fig. 3). Su litología pasa transicionalmente a la facies flysch normal y calcarenítica del conocido "primer nivel de orbitoides", de la Formación Punta Carnero propiamente dicha, en el área de Las Bermúdez-El Manglillo. Véase la localidad A7-12 en el Anexo I.

Este miembro ha sido correlacionado con la Formación Caratas, del oriente de Venezuela, y parcialmente con las formaciones Navet y Lizard Springs, de Trinidad (Léxico, 1970, p. 347).

## 2b. Formación Pampatar

Siempre se han reconocido importantes diferencias en litología y en características de campo entre las rocas que afloran en el área de Pampatar y aquellas encontradas en las zonas de Las Marites y Las Bermúdez. No obstante, ambas secuencias siempre han sido consideradas como una misma unidad, "formación" o "grupo" Punta Carnero. Lorenz (1949, p. 69)

creyó que una clara separación existía entre los afloramientos occidentales y los del área de Pampatar, al escribir que:

"...la subdivisión del Grupo Punta Carnero es sólo aplicable al área que circunda a la Laguna Marites, pues no puede reconocerse con igual certeza... en los alrededores de Pampatar."

Durante el presente trabajo, el autor ha llegado a la conclusión de que, aunque las rocas del área de Pampatar constituyen una facies lateral equivalente a las rocas de las áreas occidentales de Las Bermúdez-El Manglillo y Punta Mosquito, ellas presentan suficientes diferencias litológicas y características sedimentarias para ser tratadas como una unidad separada. De modo que aquí se propone utilizar el nombre de Formación Pampatar para las rocas que afloran en el área de Pampatar (Fig. 5), mayormente en el Distrito Maneiro, del Estado Nueva Esparta.

Los mejores afloramientos de la Formación Pampatar se hallan a lo largo de las costas de Punta Moreno, Punta Ballena-El Bufón y Punta Gorda-Agua de Vaca. Algunos de ellos constituyen acantilados inasequibles, por lo que se hace difícil reconstruir una sección-tipo continua. Además de ello, es importante hacer notar que las rocas de esta formación aparecen expuestas en un sinclinal, con eje Este-Oeste que pasa por la salina de Pampatar, cuyos flancos Norte y Sur poseen marcadas diferencias litológicas que reflejan diferencias locales de facies dentro de la cuenca. Por ello, la sección estratigráfica compuesta, del Sur, que comienza con los conglomerados polimíticos de Punta Moreno y que sigue hacia la Salina de Pampatar con una secuencia rítmica y monótona arenisca/lutita, finamente estratificada, refleja mejor una fa-

cies de flysch normal que los afloramientos de la sección Agua de Vaca-Punta Gorda-Salina de Pampatar. Esta última sección aparece ilustrada esquemáticamente en la Fig. 6 y se puede tomar como una sección representativa de la Formación Pampatar. Ella comienza con un olistolito de ffnita de capas finamente estratificadas y laminadas, de unos 15 metros de espesor, interestratificadas con flujo volcánicos y tobas de composición andesítica. Esta unidad basal, considerada anteriormente como perteneciente a la Fm. Los Frailes, se cree constituya una parte basal alóctona de la misma en el flysch Eoceno de la Formación Pampatar. A este intervalo siguen conglomerados de guijarros en matriz lutácea y unos siete ritmos recurrentes, con un total de 70 metros de espesor, gradados, de conglomerados a areniscas. Los primeros están compuestos por fragmentos redondeados de rocas volcánicas extrusivas, ffnita y guijarros de cuarzo, y pasan gradualmente a areniscas-grauvacas de grano grueso y de grano fino. Siguen unos 25 metros de grauvacas intercaladas con lutitas, donde son comunes las capas deslizadas intraformacionalmente. Luego sigue una sección mal expuesta y mayormente cubierta, a través del valle que drena hacia la laguna de Agua de Vaca, que parece estar compuesta por un intervalo interestratificado de grauvacas y lutitas, con estructuras de almohadilla y bola (**ball-and-pillow**) e intercalaciones de conglomerados de guijarros ffníticos. Continuando la sección, al otro lado del valle mencionado y en la contracuesta de la fila de Punta Gorda, existe un intervalo de lutitas arenosas marrones, de aproximadamente 100 m de espesor, con bloques exóticos (mayormente olistolitos calcáreos) y numerosas intercalaciones finas de limolitas y areniscas

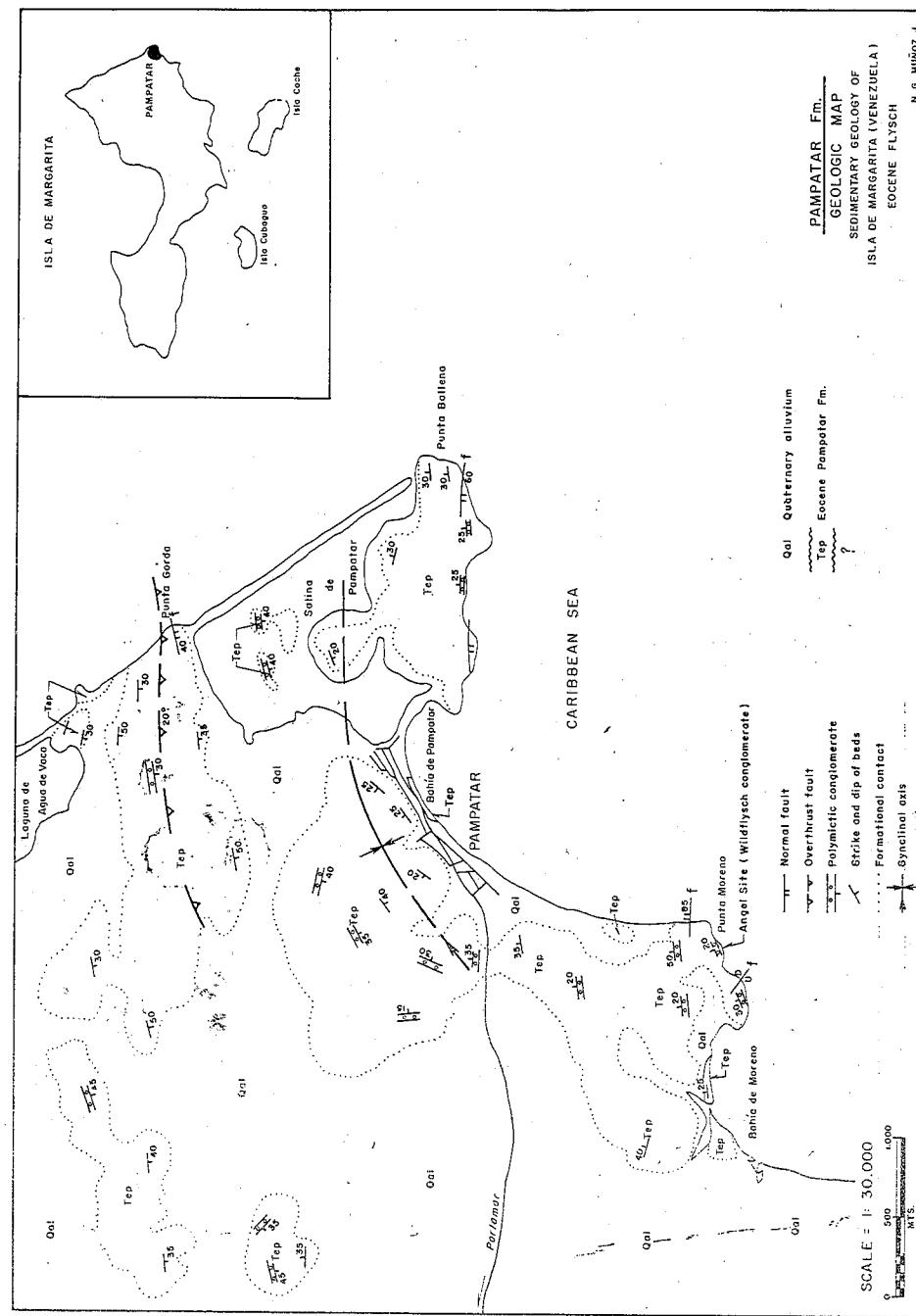


Figura 5

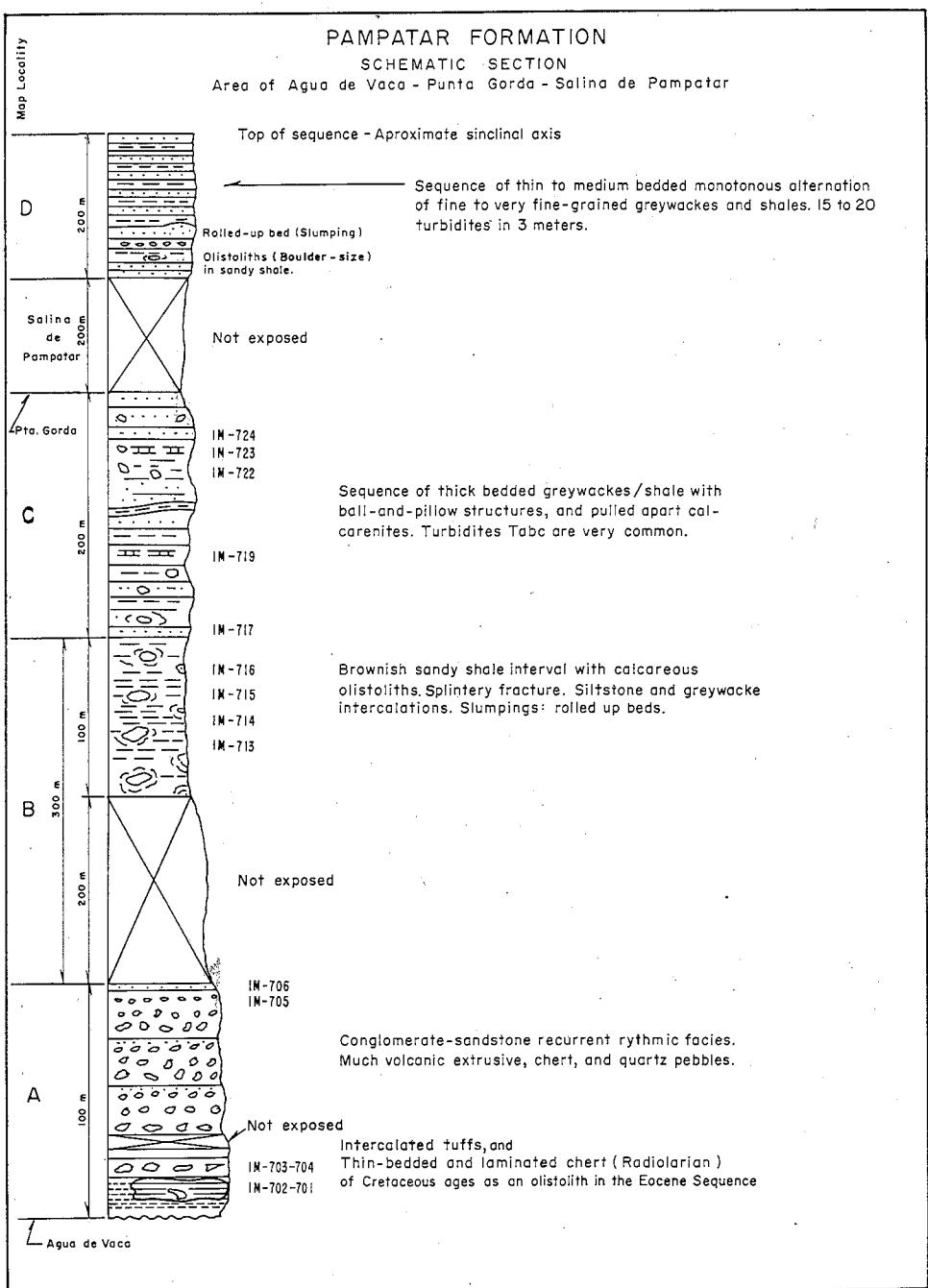


Figura 6

grauváquicas; estas lutitas y limolitas poseen fractura astillosa característica, y estructuras primarias de deslizamiento, como capas enrolladas, son comunes. Este intervalo pasa gradualmente a una secuencia de unos 200 metros de areniscas grauvacas y lutitas alternantes, que se destaca por la abundancia de estructuras primarias de deslizamiento, de los tipos almohadilla y bola (**ball-and-pillow**) y de desprendimientos en capas de calcarenitas (**pull-apart**). Capas de turbiditas, con la secuencia tipo Bouma (1962), son muy comunes. Finalmente, y luego de unos 200 metros de sección cubiertos por la Salina de Pampatar, la formación termina con unos 200 metros de secuencia monótona, con estratificación fina y media, de areniscas grauvacas de grano fino a muy fino alternando con lutitas. En esta parte superior se ha estimado existen de 15 a 20 capas-turbiditas en 3 metros. También aquí existen capas enrolladas y bloques exóticos en matriz lutácea.

El espesor total de la formación se estima en 1.000 metros.

La sección Sur comienza con un conglomerado polimítico en la costa de Punta Moreno seguido por un intervalo turbidítico, de capas gruesas de grauvacas y calcarenitas de grano grueso, con estructuras de almohadilla y bola (**ball-and-pillow**) y de desprendimiento (**pull-apart**). También son comunes estructuras de relleno de canales (**channel fill**), estratificación cruzada tangencial y capas acuñadas (véase Anexo III). Luego sigue una zona intermedia, bien expuesta en los cortes de la carretera que bordea la contracuesta de buzamiento de los cerros de Punta Ballena, con conglomerados llenando canales y un intervalo finamente estratificado de grauvacas, limolitas y lutitas, que no exhibe

capas con "secuencias Bouma", típicas de turbiditas. Estas areniscas son capas sencillas, comúnmente con laminación o estratificación cruzada. Se ha observado bimodalidad en la inclinación de la laminación cruzada (Fig. 9). En esta zona se encuentra un plegamiento intraformacional, bien expuesto en el corte al final de la carretera donde se da la vuelta en U (Foto 5). De esta zona se pasa gradualmente a intervalos con capas intercaladas de grauvacas y lutitas, en secuencia monótona recurrente y con claros estratos turbidíticos. Hacia arriba en la sección se ha observado un adelgazamiento de los ritmos, y la frecuencia de las capas-turbiditas alcanza unas 20 o más en 3 metros. Ocasionalmente, se encuentran estructuras primarias de deslizamiento (**slumpings**).

La casi totalidad de las lutitas de la Formación Pampatar han resultado estériles en microfósiles. Lorenz (1949) mencionó haber encontrado **Globigerina** sp. y material carbonoso en una lutita calcárea del área de Punta Moreno. Algunas de las intercalaciones calcareníticas de los afloramientos de Punta Gorda han dado los siguientes fósiles: micromoluscos, fragmentos de equinoideos, algas (**Lithothamnium** sp.), **Discocyclina** sp., **Operculinoides** sp., **Eoconuloides** sp., y **Globorotalia** sp. En los conglomerados de Punta Moreno se han encontrado macromoluscos como **Turritella** sp. y **Ostrea** sp. El contenido faunal de esta formación también se considera mezclado y re-trabajado posiblemente por corrientes de turbidez. La edad es considerada Eoceno Medio, parte superior.

La Formación Pampatar, con su facies de flysch arenoso, representa un equivalente lateral del flysch calcáreo-nítico de la Formación Punta Carnero, al oeste de Portlarar.

### 3. EL CARÁCTER FLYSCH

Las rocas eocenas que afloran en la isla de Margarita han sido denominadas por el presente autor secuencias de tipo flysch, en base a las siguientes consideraciones:

a) La sección estratigráfica está formada por una gruesa secuencia monótona, abundante en repeticiones rítmicas, de arenisca/lutita, capas de calizas bioclásticas y lutitas, como facies recurrentes.

b) Muchas capas constituyen secuencias turbidíticas, de modo que se puede inferir la existencia de corrientes de turbidez que transportaron sus materiales. Las calizas bioclásticas y las grauvacas fueron formadas en partes profundas de la cuenca, con detritus llevados allá por corrientes de turbidez.

c) La presencia de depósitos distribuidos caóticamente.

d) La existencia de unidades con numerosos deslizamientos de carácter sedimentario deposicional. Secuencias de espesores considerables han sido deslizadas gravitacionalmente dentro de la misma cuenca, constituyendo un tipo de olistostromo que puede ser denominado "endolistostromo", de acuerdo con Elter y Raggi (1965).

Este término "tipo-flysch" que usa el autor para los sedimentos del Eocene de Margarita, encaja más en la definición de **flysch-type beds** establecida por Van der Lingen (1969).

Se han reconocido cuatro facies diferentes dentro de la secuencia sedimentaria flysch. Son ellas: facies de flysch salvaje (**wildflysch**), facies normal de flysch arenoso, flysch argiláceo y flysch calcarenítico.

### III. GEOLOGÍA SEDIMENTARIA

En este capítulo se analiza la petrología sedimentaria y la historia de

las rocas eocenas de la isla de Margarita. Se incluye un resumen de las características megascópicas de los afloramientos, de estructuras sedimentarias primarias, mineralogía y petrografía, textura, paleocorrientes, fuente de sedimentos y unos breves comentarios sobre el uso de los términos **turbidita** y **contornita**.\*

#### 1. ASPECTOS MEGASCÓPICOS DE CAMPO

El aspecto lajoso de las capas de areniscas y de calizas bioclásticas, conjuntamente con la monótona interestratificación de lutitas, son las principales características megascópicas que sugieren parecido a flysch en la secuencia del Eocene.

Los espesores individuales de capas varían de un afloramiento a otro. De modo general, se puede considerar que los intervalos de lutitas varían de 2 o 3 mm hasta 2 m. Las calizas bioclásticas de granos más gruesos suelen ser las de mayor espesor, mientras que las capas más delgadas están formadas por granos de medio a fino. A escala de afloramiento, las capas aparecen como tabulares a primera vista; pero un examen detallado revela irregularidades en el espesor, debido a estructuras sedimentarias primarias. En la mayoría de los afloramientos se pueden observar estructuras sedimentarias primarias, tanto en el interior de las capas como en sus superficies externas. El carácter más notable lo forma las calizas bioclásticas con orbitoides gradados, en los afloramientos de la Formación Punta Cárnero.

En el área de Las Bermúdez-El Manglillo se observa, en contacto con las metamórficas, la parte inferior de la

\* **Contornita:** nombre que se emplea en castellano por el recientemente definido **contourite**.

sección eocena, con un conglomerado tipo flysch salvaje (**wildflysch**), calizas arrecifales, areniscas y lutitas, en una matriz "estratigráfica" lutácea, con unidades dispuestas caóticamente y con la presencia de bloques exóticos en lutitas y areniscas totalmente enroilladas formando bolas (Fotos 1 y 2). Predominan los colores marrón, verde oliva, rojizos y grises. Hacia arriba la secuencia es muy repetida y consta de interestratificaciones gruesas y delgadas de calizas bioclásticas (biocalcareitas), areniscas grauvacas calcáreas, lutitas y calcilitutas. Se destaca con carácter distintivo las zonas de biocalcilitutas laminadas, concrecionarias y amarillentas, que están compuestas esencialmente de foraminíferos pelágicos retrabajados. Estos horizontes se encuentran, repetidas veces, a lo largo de toda la sección de Las Bermúdez-El Manglillo. El color gris y capas más gruesas de las calizas bioclásticas con orbitoides, contrastan notablemente con el color amarillento y la laminación fina, paralela, de las biocalcilitutas. Y al Sur del sitio conocido como La Represa, la sección exhibe afloramientos con superficie como de ladrillos, por fractura de las capas, colores marrones y achatados, y pobres afloramientos. La litología es la misma intercalación de calizas bioclásticas y lutitas.

El Valle de El Dátil ha sido formado por erosión diferencial de una secuencia finamente estratificada, con espesores mayores de lutitas, y con intervalos de biocalcilitutas laminadas. Algunas de las capas finas de areniscas o calcarenitas son difíciles de observar en gran parte de los afloramientos, debido a la rápida erosión de las mismas en comparación con las capas más gruesas. Toda la secuencia del Valle de El Dátil presenta intercalaciones bioclásticas y orbi-

toidales; pero debido a la mayor resistencia a la erosión de las capas más potentes, el valle está bordeado o limitado por dos líneas de cerros, que sirvieron de base a Kugler (1957) para su subdivisión de miembros de "capas inferiores de orbitoides" y miembro de "capas superiores de orbitoides". Los afloramientos de biocalcilitutas laminadas y moteadas presentan fractura astillosa, mientras que las capas de calcarenitas y grauvacas tienen fractura lajosa o laminada, debido a su laminación paralela o convoluta.

El área de Punta Mosquito ha sido estudiada a lo largo de los afloramientos costeros. Aquí la secuencia de biocalcarenitas con intercalaciones de lutitas es muy parecida a la encontrada en Las Bermúdez-El Manglillo. En estos afloramientos de Punta Mosquito existen capas gruesas de calizas arrecifales bioclásticas, de grano muy grueso (Foto 10), intercaladas con lutitas pelágicas y biocalcilitutas laminadas. Sobresalen en esta zona varios intervalos con numerosas estructuras de deslizamientos intraformacionales; asimismo, los afloramientos presentan un alto grado de fallamiento.

El área de Pampatar difiere grandemente de las áreas de Punta Mosquito y Las Bermúdez-El Manglillo. Aquí, el aspecto más resaltante es la secuencia monótona tipo flysch de areniscas grauvacas y lutitas, finamente estratificadas y con varias intercalaciones conglomeráticas. El color marrón-oliváceo predomina en las capas de areniscas; los conglomerados dan un carácter distintivo al área por su repetición a diferentes niveles estratigráficos. Estructuras sedimentarias primarias, como estratificación o laminación cruzada, estratificación grande, laminación convoluta y es-

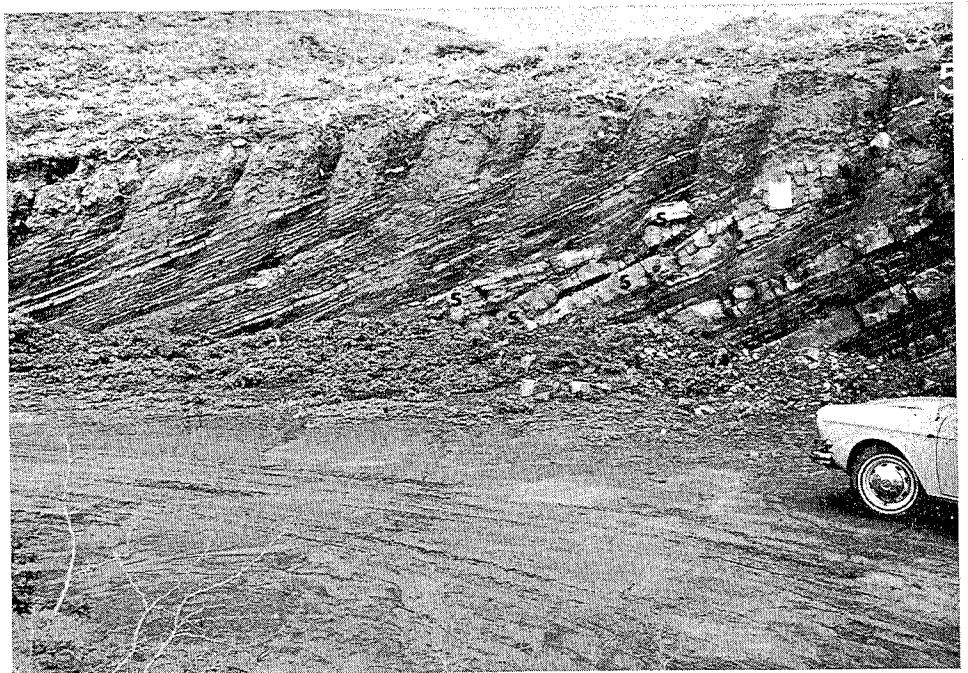


Foto 5. Pliegue intraformacional en la Formación Pampatar. Localidad: corte de carretera, vuelta en U en Punta Ballena



Foto 6. Muestra de lodo de *Globigerina* con laminación paralela y laminación cruzada, y con bandas o láminas de material terrigeo (principalmente cuarzo). Localidad: Formación Punta Carnero, en la zona de Punta Mosquito

tructuras de deslizamiento intraformacional, son comunes en toda la sección de la Formación Pampatar. En los afloramientos costeros (El Bufón, por ejemplo), las capas de areniscas sobresalen en forma endentada, producto de fracturas a lo largo de los planos de diaclasas y debido a su mayor resistencia a la erosión. En el corte de la "vuelta en U" en Punta Ballena, se puede observar muy bien (Foto 5) un pliegue intraformacional.

Los afloramientos de la costa de Punta Moreno se destacan por el grueso espesor de conglomerados polimíticos de flysch salvaje (*wildflysch*), con fragmentos redondeados y subredondeados y extremadamente variados en tamaño y composición; con fragmentos de caliza, andesitas y otras rocas verdes, ffnitas, cuarzo, metamórficas y otras. El conglomerado está asociado con una secuencia de areniscas y lutitas. Se observan huellas de erosión, relleno de canales y capas acuñadas. Muy distintivo es el intervalo de capas gruesas de areniscas grises y marrones con estructuras de almohadilla y bolas (*ball-and-pillow*) y desprendimientos en capas (*pull-apart*). Esto último es también característico de algunos afloramientos de Punta Gorda, donde también se encuentran intervalos de gran espesor de lutitas con concreciones y frecuentes estructuras de deslizamiento intraformacional.

## 2. ESTRUCTURAS SEDIMENTARIAS

El Eoceno de Margarita exhibe una gran variedad de estructuras sedimentarias, incluyendo las formadas durante la sedimentación propiamente, como estratificación gradada, y aquellas que se han originado después de la sedimentación de una capa, pero antes de la sedimentación de la siguiente capa o unidad. Entre estas

últimas están los desprendimientos de capas (***pull-apart***) y los pliegues intraformacionales. Las principales estructuras observadas se han agrupado como sigue:

- Huellas basales.
- Estructuras internas.
- Aspectos externos de las capas.
- Estructuras en el tope de capas.
- Estructuras deformacionales.

### a) Huellas basales

Las más abundantes son turboglifos (***flute cast***) y huellas de objetos (***tool-marks***) producidas por corrientes. Los turboglifos son comunes en las áreas de Las Bermúdez-El Manglillo y Punta Mosquito, y se hallan en las bases de las capas de biocalcareitas; raramente son mayores de 5 cm de longitud y 3 cm de ancho. Se encuentran frecuentemente alterados por carga (***loadcasted***), en especial en las capas más gruesas. Las estriaciones o marcas dejadas por objetos al paso de las corrientes (***groove-casts***) son comunes, de longitudes variadas (más de 8 cm) y de ancho menor de 5 mm; son más frecuentes en la base de capas delgadas de calcarenitas de la Formación Punta Carnero. Turboglifos gigantes no se han encontrado y los más grandes han sido observados en la base de las capas más gruesas de biocalciruditas y biocalcareitas.

Calcos de carga (***load-casts***) también son comunes en las bases de capas de calcarenitas y de grauvacas. Las medidas de las protuberancias y hondonadas de los calcos de carga varían entre 2 y 5 cm de diámetro. En general, las huellas basales encontradas muestran efectos de carga, especialmente los turboglifos.

Huellas o trazas de organismos son también comunes en las bases de las biocalcareitas de la Formación Pun-

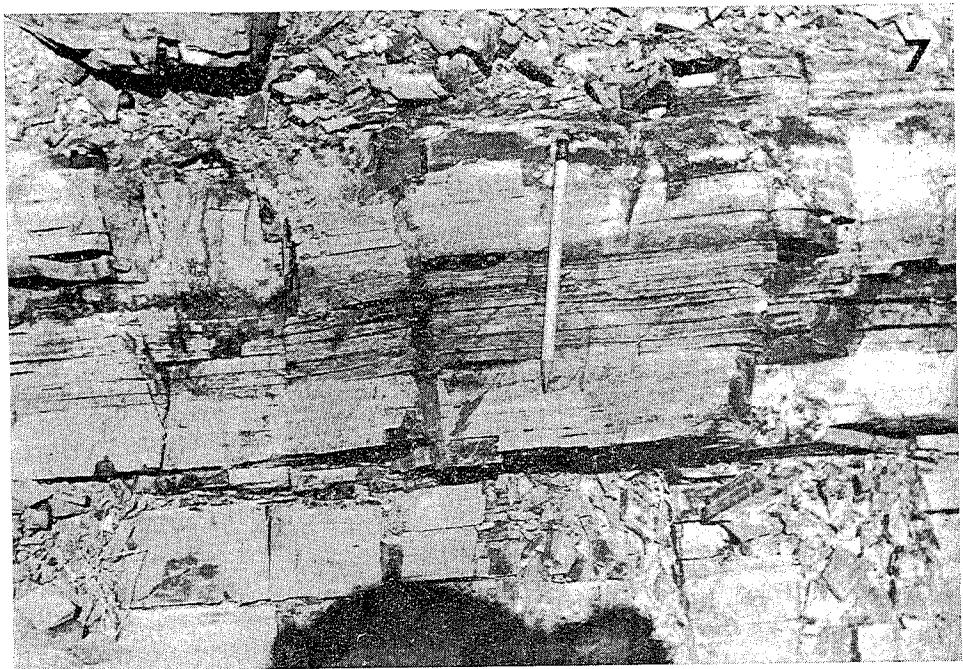


Foto 7. Biocalcilita (biomicrita) con laminación paralela horizontal compuesta de caparazones retrabajados de foraminíferos planctónicos en lodo (véase también la Foto 8). Localidad: Formación Punta Carnero (IM-145), cerca del "primer nivel de orbitoides". Área de Las Bermúdez-El Manglillo

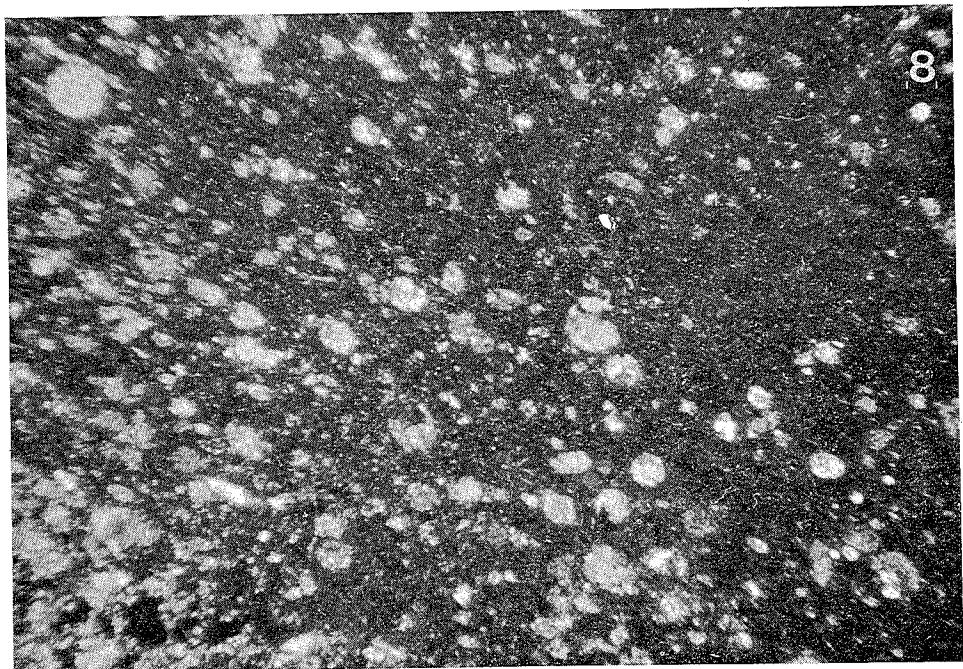


Foto 8. Microlaminación cruzada en lodo retrabajado de *Globigerina* - Sección fina de la muestra IM-145 (Véase Foto 7), con nícales cruzados y 40 x

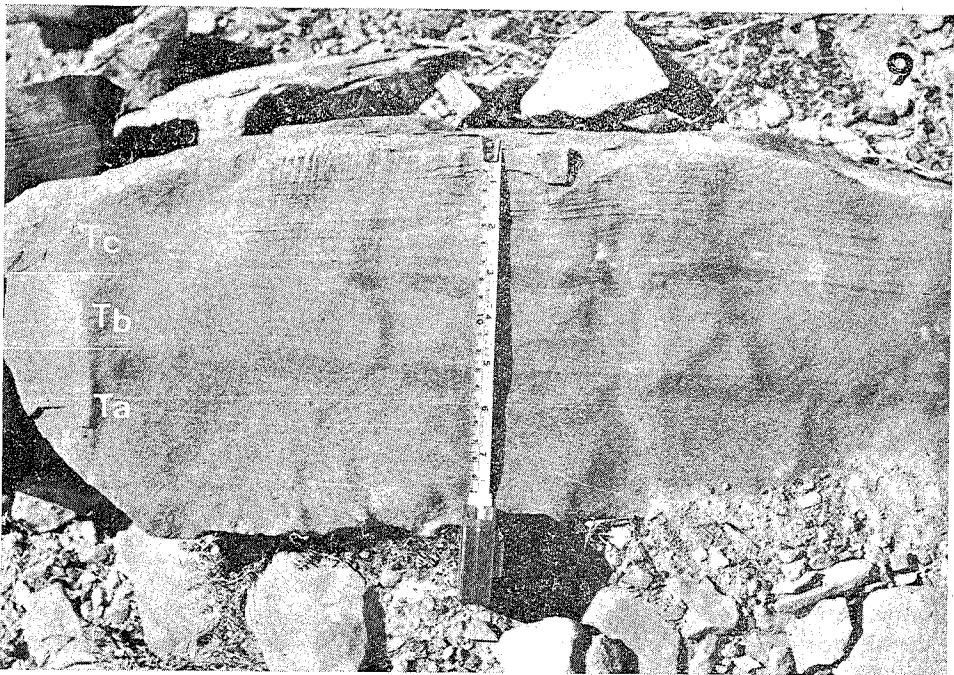


Foto 9. Secuencia turbidita Tabc de biocalcareita de la Formación Punta Carnero. Localidad: cerca del sitio de La Represa (véase Fig. 6). Muestra IM-388



Foto 10. Capa-turbidita espesa y de grano grueso de una biocalcilita que grada hacia arriba a una biocalcareita y tiene una secuencia Tabc, con fragmentos arrecifales gruesos en la base. Localidad: Formación Punta Carnero en la costa de Piura. Muestra IM-388

ta Carnero. Entre las más destacadas e importantes se han identificado huellas de *Paleodictyon* sp. (Foto 4).

#### b) Estructuras internas

Entre las estructuras que poseen las capas internamente se destaca la secuencia tipo Bouma (1962) de turbiditas, habiéndose observado intervalos Tabcd, Tabc y Tbc, principalmente, tanto en capas de la Formación Punta Carnero como de la Formación Pampatar. La secuencia tipo Bouma (1962) más completa se halla en las capas más gruesas de biocalcareitas, de la Formación Punta Carnero, que también suelen poseer los granos más gruesos (Fotos 9 y 10). El intervalo "e" de Bouma no fue observado. También se han encontrado repeticiones Tab-Tab.

**Estratificación gradada:** es una estructura fácilmente reconocible a simple vista en muchos afloramientos. Los ejemplos más claros y destacados se encuentran en la parte inferior de las capas de calcarenitas de la Formación Punta Carnero, donde se pueden observar orbitoides gradados en tamaño. Esta estructura de gradación también es común en las arenas grauvacas de la Formación Pampatar. Se ha encontrado, mayormente, formando el intervalo "a" de la secuencia Bouma, pero también es común en capas individuales de conglomerados. Se ha observado gradación de tamaño, desde granos rudáceos hasta liriosos y también se presenta en las capas de biocalcilitas y biocalcilitas formadas por foraminíferos planctónicos.

**Laminación paralela horizontal:** es la estructura más común en casi todas las rocas del Eoceno de Margarita y muy sobresaliente en los afloramientos de la Formación Punta Carnero.

Este tipo de laminación caracteriza los intervalos "b" y "d" de la secuencia tipo Bouma, tanto en las capas de biocalcareitas de la Formación Punta Carnero, como en las capas grauvacas de la Formación Pampatar. Estos horizontes "b" y "d" raramente superan 10 cm de espesor y mayormente son entre 3 y 6 cm. Algunas de las capas con estructura interna aparentemente masivas, como la muestra IM-381, poseen laminación paralela horizontal, indicada por radiografías (Foto 15) o bajo el microscopio. Microlaminación paralela ha sido observada también en las rocas muy finas lutáceas o biocalcareitas muy finas formadas por foraminíferos planctónicos (Foto 8).

Restos de plantas dispuestos en laminación paralela se han encontrado comúnmente asociados a láminas de tamaño arenoso dentro del horizonte "b" de la secuencia tipo Bouma.

**Laminación convoluta:** es común en las partes superiores de los intervalos laminados de arenas o calcarenitas, formando el conocido intervalo "c", según el modelo Bouma de turbiditas. Existe mayormente en las capas gruesas de calcarenitas de la Formación Punta Carnero (Foto 9), y también se presenta en la Formación Pampatar. Este tipo de laminación suele estar asociado a laminación cruzada.

**Laminación cruzada:** común en las partes superiores de arenas y calcarenitas, formando parte del horizonte "c" de la secuencia tipo Bouma, en la Formación Punta Carnero. Los intervalos de laminación cruzada son generalmente pequeños y varían entre 3 y 5 cm de espesor dentro de la capa. Se ha observado laminación o estratificación cruzada dentro de una capa individual, y no formando parte de intervalo turbidítico, en afloramientos

en carretera de Punta Ballena. Existe un tipo tabular, de pequeña escala, no tangente, dentro de una secuencia finamente estratificada de arenas grauvacas finas, limolitas y lutitas y donde la inclinación de las láminas frontales no siempre está en la misma dirección. También se ha observado un tipo de estratificación cruzada, tangente, en arenas de tamaño grueso y mediano, comúnmente mayores de 10 cm de espesor, en afloramientos de la Formación Pampatar en Punta Moreno y Punta Ballena. En ellas se ha encontrado inclinación tanto hacia el Sur como hacia el Norte, en sus láminas frontales.

En algunas capas finas, de 5 a 8 cm de espesor, de la Formación Punta Carnero, se ha observado un tipo fino de laminación cruzada, donde las bandas o láminas de tamaño arenoso están constituidas por caparazones de foraminíferos planctónicos bien escogidos y alternando con bandas o láminas de constitución terrígena, con cuarzo angular, feldespato. Hay intercalaciones más lutáceas que hacen resaltar la laminación debido a la erosión diferencial. Estas capas suelen estar interestratificadas con biocalcilitas de lodo de globigerinas.

**Estratificación masiva:** se ha observado mayormente en los intervalos inferiores de muchas capas de arenas o biocalcareitas. Hay casos en que una estratificación masiva a simple vista revela otro tipo de estratificación en muestras radiografiadas o bajo el microscopio. Muchas veces se ha observado estratificación masiva como producto de la acción turbadora de organismos.

**Estructuras tipo madrigueras (burrowing):** en la Formación Punta Carnero es especialmente común observar los efectos de turbación realizados por organismos, que producen,

con sus madrigueras y huellas, una serie de estructuras. Son abundantes en las biocalcilitas y biocalcilitas de la Formación Punta Carnero, donde organismos han sido responsables de la mezcla y el moteado en estos sedimentos, habiendo enmascarado muchas veces la laminación paralela u otra estructura deposicional originalmente presente en las capas e introduciendo cambios en la textura de las mismas (Foto 15). Tubos de gusanos en diferentes posiciones han sido observados.

#### c) Estructuras externas de las capas

**Capas tabulares:** son más destacadas en la Formación Pampatar, en las secuencias de Punta Ballena (El Bufón), donde las capas muestran un marcado paralelismo y una gran extensión lateral. Esta estructura es menos común en los afloramientos de la Formación Punta Carnero. Muchas capas tabulares a escala de afloramiento poseen en realidad irregularidades en sus planos externos de contacto, debido a calcos de carga u otro tipo de estructura sedimentaria basal o de tope de capa.

**Capas acuñadas:** estratos de este tipo, con terminación lateral visible a escala de afloramiento, se han observado principalmente en Punta Moreno y en los cortes de carretera de Punta Ballena. Los más notorios son conglomerados de relleno de canales y arenas de grano grueso.

**Estratificación lenticular,** en capas que se alcanzan o aumentan de peso localmente, ha sido mayormente observada en algunas capas de la Formación Punta Carnero, especialmente en aquellos intervalos gruesos de biocalcareitas y en zonas de biocalcilitas moteadas en el área de Las Bermúdez-El Manglillo.

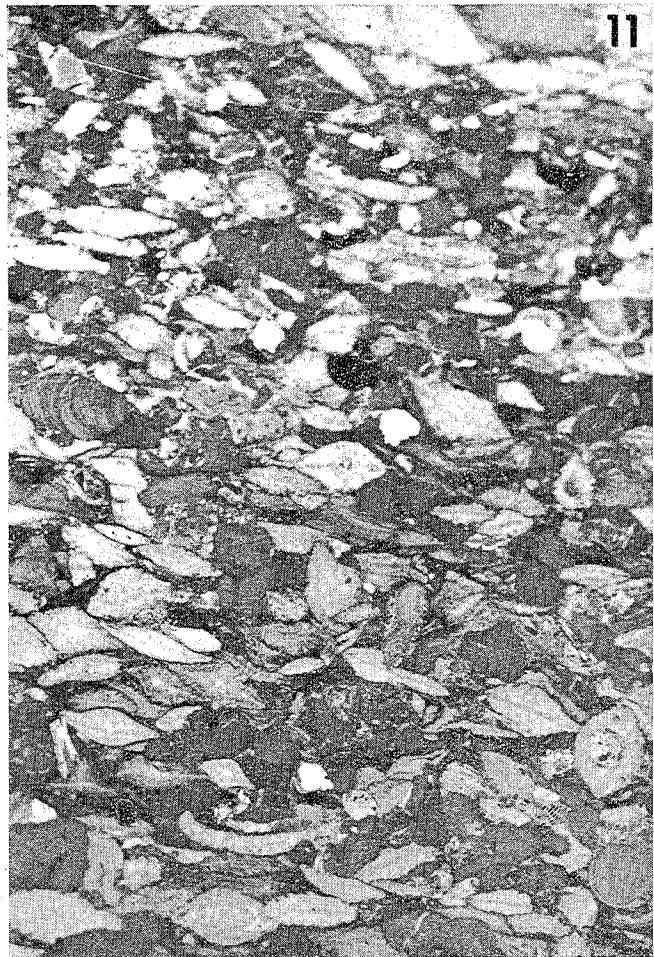


Foto. 11. Intervalo "Ta" con clastos de arrecife y orbitoides, bien escogidos de tamaño y grados. Ejemplo de una biocalcarenta orbitoidal de grano grueso. Fotografía ampliada 3 x

#### d) Estructuras sobre tope de capas

**Orgánicas:** principalmente huellas de organismos conservadas en los topes de biocalcarentas de la Formación Punta Carnero. Son variadas y no se han estudiado paleontológicamente de un modo exhaustivo, pero se han identificado buenos ejemplos de *Granularia* sp. sobre calcarenitas orbitoidales.

**Rizaduras de corrientes:** son muy escasas, y la más conspicua se observó en el corte carretero de Punta Ballena, asociado con laminación cruzada, en el tope de una grauvaca-fina de 3 cm de espesor. Esta rizadura en particular tiene un índice de 15, definido por una longitud de onda de 15 cm y una amplitud de un cm. En este caso, tanto la inclinación de las láminas frontales como la asimetría

de la rizadura indican sentido de corriente hacia el Noroeste. Otras rizaduras pequeñas en capas finas han sido observadas en el Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero.

#### e) Estructuras deformacionales

Se incluyen aquí las estructuras posdeposicionales no tectónicas y aquellas estructuras de tipo disturbado o contorsionado que, de acuerdo con Nagtegaal (1965), son denominadas más correctamente metadeposicionales, es decir, que representan cambios de las capas o sedimentos en su interfase de sedimentación, producidos antes de que una nueva capa o sedimento se depositase.

**Estructura de almohadillas y bolas (ball-and-pillow):** También se conocen como bolas deslizadas (*slump balls*), y han sido encontradas en diferentes niveles dentro de la Formación Pampatar. Son muy comunes y notorias en las zonas de Punta Gorda y de Punta Moreno, al este del sitio denominado El Angel. Las bolas son sub-esféricas y parecen concentradas dentro de una matriz de arenisca de grano medio, la cual tiene mayor porosidad que las bolas. Esta estructura de bolas y almohadillas parecen asociadas a la estructura de desprendimientos en capas (*pull-apart*) tanto en Punta Gorda como en Punta Moreno. Las bolas varían de diámetro entre 15 y 25 cm y se encuentran en capas gruesas, de espesores mayores de un metro.

**Estructura de desprendimiento (pull-apart):** capas de 15-20 cm se han encontrado rotas y separadas en pedazos o en bolas, constituyendo este tipo de estructura, que parece haberse

producido cuando el material estaba aún en un estado hidroplástico. Se han observado en capas gruesas (más de un m), mayormente calcareníticas, en las costas de Punta Moreno y de Punta Gorda.

**Intraplegamientos (slump):** de acuerdo con Potter y Pettijohn (1963), este término se aplica aquí para designar capas o unidades que han sufrido un desplazamiento lateral pequeño debido a la fuerza de gravedad. Estructuras de este tipo son muy variadas y comunes, tanto en la Formación Punta Carnero como en la Formación Pampatar. En esta última se han reconocido a diferentes intervalos de toda su sección estratigráfica. Las variedades más importantes encontradas son: 1) Capas enrolladas, con engrosamiento de espesores individuales; 2) Intraplegamientos de pequeña escala (Foto 5); 3) Capas de areniscas deformadas convolutamente, con apariencia de bola o concreción.

**Estructuras de deslizamientos gravitacionales:** diferenciadas de las anteriores, según Potter y Pettijohn (1963), porque implican un desplazamiento lateral-gravitacional de mayor extensión. Se incluyen aquí aquellas unidades con estructuras de este tipo observadas a escala de afloramiento o una escala mayor. Los mejores ejemplos se encuentran a lo largo de la costa de Punta Mosquito, donde varían desde pliegues recubiertos y desordenados hasta intervalos brechoides (véase Fig. 4), dentro de secuencias paralelas y no plegadas. Estos horizontes constituyen unidades paraúcticas deslizadas dentro de la misma cuenca y que el presente autor prefiere denominar "endolistostromos", de acuerdo con Elter y Raggi (1965).

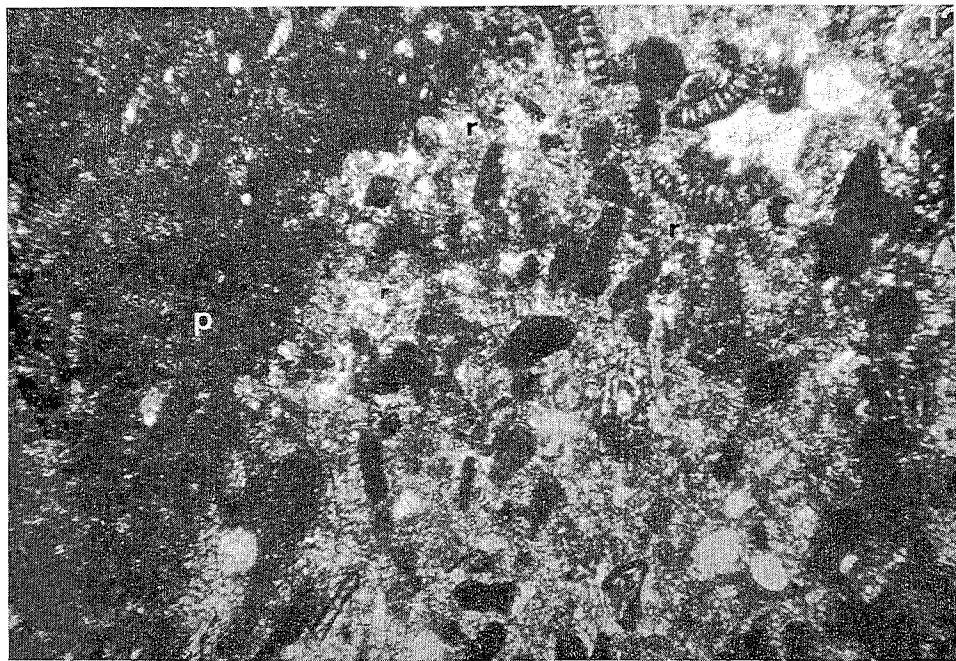


Foto 12. Alternancia de láminas pelágicas y láminas arrecifales, en biocalcareita con bandas de biocalcilitas. Sección delgada de IM-120; 35 x, tomada sin nícales cruzados

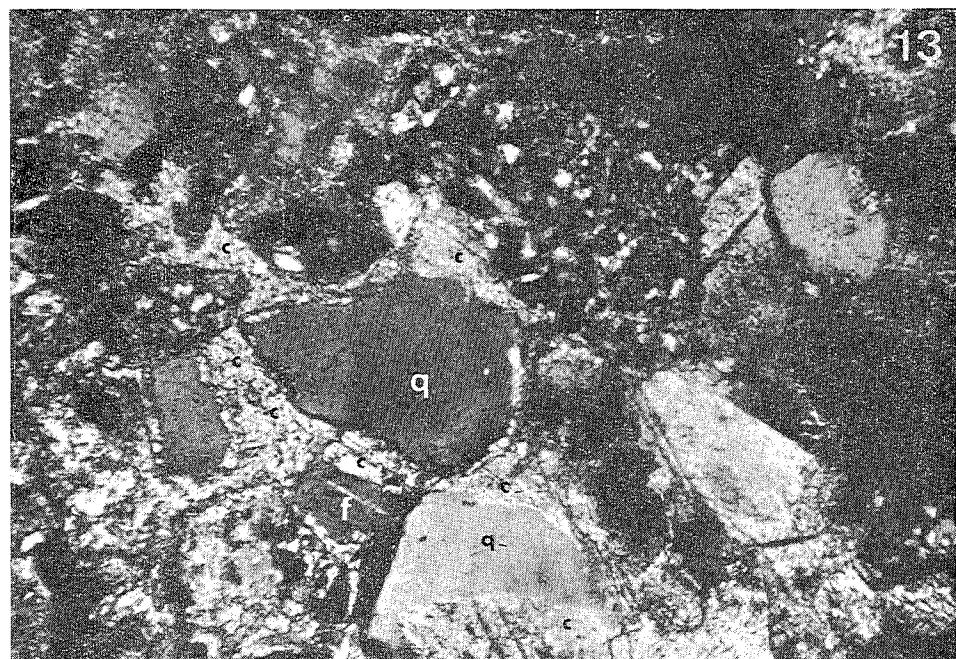


Foto 13. Granos de cuarzo y calcita atacados y reemplazados por calcita. Sección delgada de la muestra IM-718, fotografiada con nícales cruzados y a 400 x

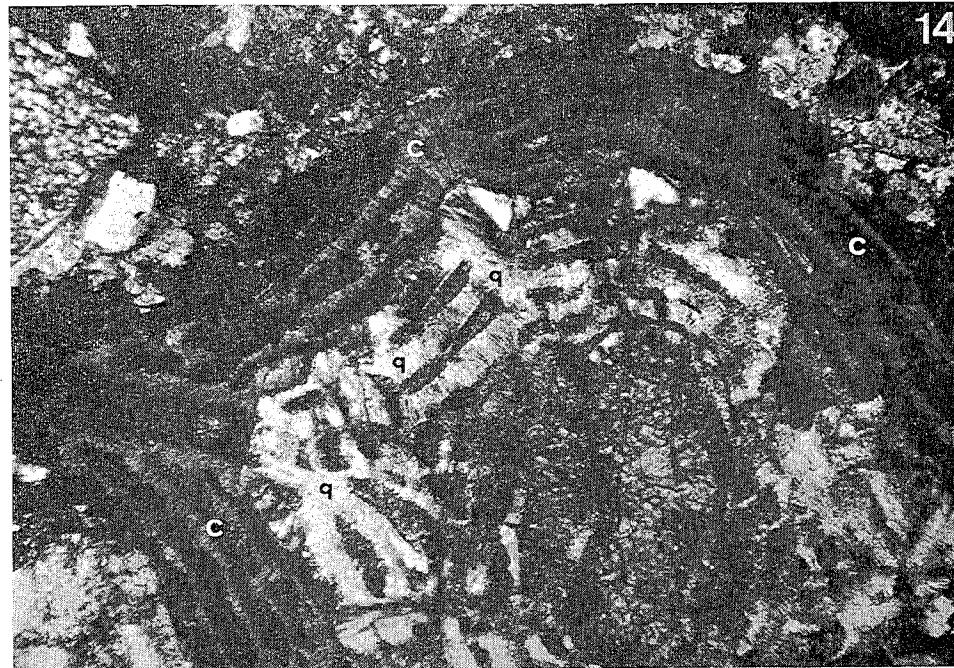


Foto 14. Cuarzo microcrystalino reemplaza a calcita en el centro de un orbitoide. Sección delgada de la muestra IM-511. Fotografiada con nícales cruzados y a 380 x



Foto 15. Radiografía de muestra IM-381 (biomicrita) bioturbada y con laminación paralela

### 3. PETROGRAFIA Y PETROLOGIA SEDIMENTARIA LUTITAS

#### Formación Punta Carnero

Estas lutitas son, en general, de colores grises, excepto algunos intervalos de tintes marrones en el Miembro Las Bermúdez. Los intervalos de lutitas varían en espesor de 3 mm hasta 3 m. El espesor promedio varía entre 30 y 80 cm en el área de Las Bermúdez-El Manglillo, y aproximadamente entre 2 y 9 cm en el área de Punta Mosquito. En el miembro basal Las Bermúdez, las lutitas constituyen una especie de matriz en toda la unidad ("matriz estratigráfica"), en la cual se encuentran embebidos bloques exóticos, guijarros conglomeráticos y fragmentos brechoides de caliza arrecifal. En el resto de la Formación Punta Carnero las lutitas se hallan interestratificadas repetidamente, formando parte de secuencias monótonas con calcarenitas, calcilutitas y calcilimolitas. Lutitas del Miembro Las Bermúdez son limosas y arenosas, estériles en fósiles y con detritus de plantas, menores de 10  $\mu$ . Algunas lutitas del resto de la Formación Punta Carnero también suelen ser arenosas y limosas, pero la mayoría de ellas son de origen pelágico y contienen una rica fauna de foraminíferos planctónicos y radiolarios. El limo de las lutitas es esencialmente cuarzo, también se han encontrado cantidades menores de feldespato, clorita y fragmentos volcánicos. Clorita e ilita están presentes en los intervalos de lutitas, mas terrígenos y caolinita es común en toda la Formación Punta Carnero.

La mayor parte de estas lutitas, incluyendo las pelágicas, contienen restos de plantas de diferentes tamaños y en cantidades variadas. Por ejem-

plo, en la muestra IM-605, que es un lodo de globigerinas, se ha identificado un contenido bajo de detritus de plantas de tamaño variado, entre 40 y 120 micras. Lutitas con mayor contenido de restos de plantas también se han encontrado, algunas de ellas son estériles en microfósiles y otras poseen una fauna de agua profunda. Por ejemplo: las muestras IM-340, lutita gris estéril con microfósiles; IM-342, lutita gris con algunas globigerinas y foraminíferos arenáceos; y la muestra IM-348, lutita limpia gris con *Spiroplectammina* sp., *Bathysiphon* sp. y *Haplophragmoides* sp. poseen un alto contenido de restos de plantas de tamaño entre 10 y 25 micras. En general, el contenido de detritus de plantas se encuentra bien escogido en tamaño.

#### Formación Pampatar

Estas lutitas son de color gris oscuro y de tinte verde oliva y marrón. Sueñen presentar fracturas astillosa y escamosa, y comúnmente contienen limo y arena, con granos de cuarzo, feldespato y clorita. Los espesores de los intervalos lutíticos varían desde gruesos (50 a 200 cm) hasta delgados y finos (de 3 a 4 cm) y hasta menores. Los mayores espesores de lutitas se encuentran en la zona de Punta Gorda, donde distinguen esta parte de la formación, con frecuentes bloques exóticos u olistolitos y otras estructuras primarias de deslizamiento intraformacional (Fig. 6). Los espesores más delgados de lutitas se hallan intercalados con arenas grauvacas en los niveles superiores de la formación, en los afloramientos de la costa de Punta Ballena (El Bufón) y en niveles inferiores a lo largo de la costa de Punta Moreno (al este del sitio El Angel). Estos espesores delgados varían de 5 mm a 22 cm.

CUADRO N° 1  
MINERALOGIA DE ARCILLAS - DIFRACCION RAYOS X

Muestra	Mineralogía	Descripción
IM- 66	Clorita-Caolinita-Illita	Lutita marrón
IM-340	Clorita-Caolinita-Illita	Lutita gris-pelágica
IM-342	Clorita-Caolinita-Illita	Lutita gris-pelágica
IM-348	Clorita-Caolinita-Illita	Lutita gris-pelágica
IM-352	Caolinita-Illita	Lutita gris-pelágica
IM-368	Cuarzo (No mins. arcilla)	Lutita arenosa
IM-369	Cuarzo (No mins. arcilla)	Lutita arenosa-limosa
IM-462	Caolinita	Lutita gris
IM-524	Caolinita	Lutita gris
IM-605	Caolinita	Lodo de globigerina
IM-612	Caolinita	Lutita gris
Formación Pampatar	IM-622	Lutita gris-marrón
	IM-633	Lutita gris-marrón
	IM-635	Lutita gris-marrón
	IM-639	Lutita gris
	IM-642	Lutita gris-marrón
	IM-649	Lutita gris-marrón
	IM-651	Lutita gris.
	IM-711	Lutita gris
	IM-714	Lutita gris
	IM-716	Lutita gris-olivácea
IM-723	Clorita-Illita	Lutita gris-olivácea
IM-726	Clorita-Illita	Lutita gris-olivácea
IM-732	Clorita-Illita	Lutita marrón

Clorita e ilita parecen caracterizar las lutitas de la Formación Pampatar, aun cuando algunas muestras contienen caolinita. Lutitas de la Formación Punta Carnero exhiben mayor variación de su contenido mineralógico de arcillas, siendo caolinita la más común entre ellas.

La mayor parte de las lutitas examinadas para microfósiles han resultado estériles. Algunas tienen fragmentos de dinoflagelados (IM-649, IM-651), y de la zona de Punta Moreno, una muestra contiene *Globigerina* sp. y restos de pelecípodos. Restos de plantas en diferentes proporciones y de tamaño variado también se han encontrado en estas lutitas; estos detritus orgánicos poseen buen escogimiento de tamaño y el diámetro promedio observado varía entre 5 y 10 micras.

Clorita e ilita son comunes en las lutitas de la Formación Pampatar.

#### Análisis mineralógico de arcillas

Se examinaron varias muestras por medio de difracción de rayos X, a fin

de buscar posibles diferencias en composición entre las lutitas de la Formación Pampatar y las de la Formación Punta Carnero. Los resultados del estudio están agrupados en el Cuadro 1.

Las muestras fueron calentadas a 550°C y pasadas nuevamente por el difractómetro con el objeto de detectar la presencia de caolinita. También fueron tratadas con glicol para la determinación de montmorillonita.

#### ARENISCAS

La mayoría de las arenas estudiadas son grauvacas inmaduras, con porcentaje significativo de diversos tipos de fragmentos de rocas (ígneas, metamórficas y sedimentarias), una matriz argilácea superior al 20 por

ciento y cantidades menores de cemento calcáreo. Entre los elementos principales hay también cuarzo y feldespato. El color de estas areniscas suele ser gris oscuro y verde oliváceo, con puntos claros que conforman su apariencia de sal y pimienta. Un alto porcentaje de las areniscas de la Formación Pampatar son grauvacas, mientras que gran parte de las rocas de textura arenosa de la Formación Punta Carnero son de naturaleza bioclastica y serán descritas separadamente. Grauvacas también se hallan intercaladas en la Formación Punta Carnero, así como también en su Miembro Las Bermúdez.

Textura y mineralogía de la mayor parte de las muestras fueron estimadas visualmente durante el estudio petrográfico al microscopio, estimación que fue controlada mediante un análisis estadístico por conteo de puntos sobre un grupo representativo de diecisésis muestras, en cuyas secciones finas se realizaron conteos superiores a los 400 puntos en cada una. Los resultados se hallan ilustrados en el Cuadro N° 2, habiéndose usado la clasificación de areniscas propuesta por McBride (1963), según la cual, se hace diferencia entre los componentes principales y sus características texturales, como contenido de matriz y cemento. De acuerdo a este análisis, las rocas estudiadas son areniscas-grauvacas con componentes principales propios de lo que McBride (1963) llama litarenitas feldespáticas subarcosicas.

El **cuarzo** varía entre 15 y 32 por ciento. La mayoría de los granos exhiben extinción ondulatoria en grados diferentes y poseen vacuolas y microlitos que sugieren origen plutónico; también existen granos alargados de origen metamórfico que muestran extinción ondulatoria fuerte, así como

fragmentos equidimensionales formados por granos muy interpenetrados con aspecto de mosaico.

**Fragments de rocas** se encuentran en cantidades significativas, entre 8 y 30 por ciento; ellos están compuestos principalmente por cuarcitas y otras rocas metamórficas, fragmentos de rocas volcánicas y fragmentos de rocas sedimentarias derivados mayormente de lutitas y calizas, entre los que también se han incluido los fragmentos de fósiles arrecifales.

**Feldespatos** (entre 3 y 20 %), con plagioclasa sódica como el más frecuente; aunque ortosa también se encuentra en cantidades menores y muy alterado a sericita y caolinita. Reemplazamiento por calcita se ha observado en granos de feldespatos.

El contenido de **matriz** es significativamente elevado (25 a 50 %) en las grauvacas, donde se halla compuesta esencialmente por una asociación de clorita, sericita, caolinita y limonita.

**Cemento:** calcita aparece como el único mineral cementante en las rocas; se suele encontrar en cantidades menores de 10 por ciento como mineral secundario rellenando intersticios entre granos; en algunos casos se ha observado en más del 25 por ciento del total de la roca, reemplazando una cantidad considerable de la matriz original, como en la muestra IM-648 de la Formación Pampatar. La calcita suele exhibir clivaje romboédrico y maclado bien desarrollado, pero no caras idiomórficas.

**Material carbonoso** de restos de plantas se ha encontrado, en diferentes proporciones, en las areniscas de la Formación Punta Carnero y de la Formación Pampatar.

**Textura:** estimaciones texturales como tamaño de grano, escogimiento, morfología del grano y otras fueron

CUADRO N° 2  
COMPOSICIÓN PETROGRÁFICA DE ARENISCAS

Muestra Unidad	Cuarzo	Chert	Bioclasto	Fragm. de rocas	Feld.	Calcita	Matriz	Clorita
Formación Punta Carnero	IM-105	15 %	10 %	—	10 %	5 %	—	50 %
	IM-133	30 %	6 %	—	18 %	14 %	3 %	30 %
	IM-137	15 %	8 %	—	20 %	15 %	10 %	35 %
	IM-140	15 %	5 %	—	20 %	3 %	—	40 %
	IM-309	30 %	4 %	10 %	16 %	5 %	4 %	25 %
	IM-317	5 %	3 %	4 %	5 %	20 %	—	20 %
	IM-219	20 %	10 %	—	15 %	12 %	—	45 %
	IM-450	20 %	5 %	8 %	15 %	8 %	8 %	40 %
	IM-511	22 %	8 %	30 %	8 %	2 %	10 %	30 %
Formación Pampatar	IM-648	18 %	5 %	3 %	18 %	7 %	25 %	50 %
	IM-724	25 %	5 %	—	10 %	8 %	15 %	35 %
	IM-736	25 %	7 %	3 %	20 %	10 %	24 %	36 %
	IM-744	32 %	9 %	—	12 %	17 %	—	28 %
	IM-750	30 %	5 %	—	10 %	8 %	5 %	40 %
	IM-752	30 %	3 %	3 %	10 %	10 %	10 %	30 %
	IM-758	30 %	5 %	3 %	25 %	15 %	10 %	30 %
	IM-760	15 %	8 %	—	10 %	6 %	10 %	60 %
	IM-766	25 %	5 %	—	30 %	10 %	6 %	30 %

Las areniscas analizadas son grauvacas, de ambas formaciones Pampatar y Punta Carnero, y varían de grano grueso a muy fino.

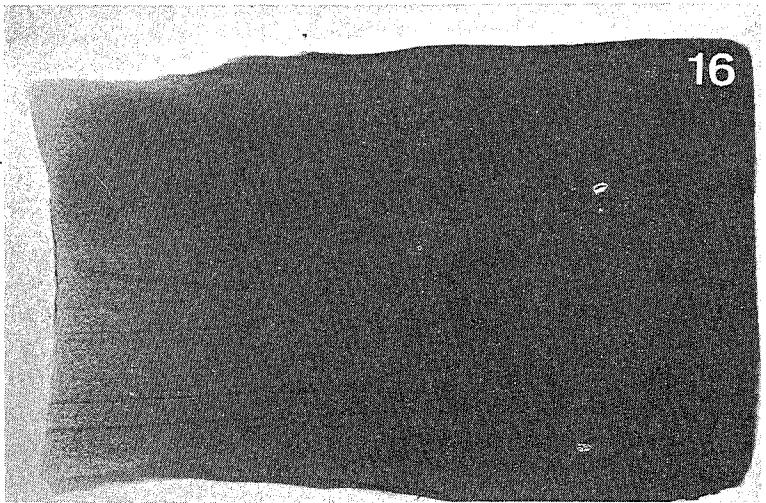
Nota: Cuando la suma global es superior al 100 por ciento, se indica el porcentaje total de matriz, más algunos de sus componentes, como clorita o calcita.

efectuadas mediante el examen al microscopio de cientos de secciones finas y la ayuda de fotomicrografías. Aun cuando es común la estratificación gradada, una gran parte de las grauvacas posee su distribución modal de tamaños en el rango de las arenas finas y muy finas. También hay grauvacas de grano grueso y mediano, pero no son abundantes. En cuanto a selección de tamaños, la gran mayoría de las areniscas examinadas poseen un mal escogimiento; sin embargo, existe una mejor selección entre los granos principales (descartando la matriz) de las areniscas grauvacas de grano más fino. De modo general, los granos son mayormente subangulares y angulares, aunque este carácter varía en los granos según su composición y tamaño: granos finos de cuarzo suelen exhibir más angulari-

dad que los gruesos; granos de feldspato han sido observados, tanto subangulares como subredondeados; en cambio, los fragmentos derivados de rocas volcánicas siempre se han observado redondeados. Los valores más altos de esfericidad también han sido encontrados en los granos derivados de rocas volcánicas; granos gruesos de cuarzo muestran un mayor rango de variación de esfericidad que los granos finos; y los granos de feldspato parecen tener una tendencia hacia valores bajos de esfericidad.

#### CALIZAS BIOCLASTICAS

La mayor parte de la litología de la Formación Punta Carnero está constituida por diferentes clases de calizas de naturaleza bioclastica, cuyos elementos principales son fósiles, fragmentos o no, que muestran evi-



16

Foto 16. Grauvaca de grano muy fino, aparentemente masiva, exhibe laminaciones paralela y cruzada, en radiografía (IM-634)

dencias de haber sido transportados por corrientes. Las calizas se han diferenciado en base a su composición y características texturales, que se considera reflejan tipos de sedimentación. El examen petrográfico y micropaleontológico de las muestras permitió diferenciar claramente dos clases de material bioclástico: el llevado al fondo del mar, desde áreas cercanas a la costa o desde profundidades llanas de la plataforma continental; y aquel que, habiéndose encontrado en el fondo del mar, fue desplazado y transportado dentro de la misma cuenca profunda. Existen, pues, dos tipos de calizas bioclásticas, ambas dentro de la misma cuenca marina profunda: las formadas esencialmente por foraminíferos pelágicos retrabajados, algunas veces con radiolarios, que el presente autor propone denominar **calizas bioclásticas paraúticas**; y aquellas cuyos bioclastos son alóctonos dentro de la cuenca profunda, por haberse derivado de áreas cercanas a la costa, y que aquí

son denominadas **calizas bioclásticas alodálicas**, de acuerdo con Meischner (1964). En base al tamaño de sus componentes, se han distinguido las siguientes variedades de calizas bioclásticas: biocalciruditas, biocalcarenitas y biocalcilitutas; la mayor parte de ellas de la Formación Punta Carnero. Algunas biocalcarenitas, especialmente de grano grueso, se han encontrado en la Formación Pampatar; aunque aquí no se efectuó el estudio con tanto detalle como en la Formación Punta Carnero.

**Biocalciruditas:** aquellas con bioclastos de tamaño mayor de 2 mm, han sido observadas dentro de la Formación Punta Carnero sólo como calizas alodálicas, pues sus componentes se han derivado de arrecifes. En una misma capa las biocalciruditas pasan gradacionalmente a biocalcarenitas; están compuestas principalmente ( $> 70\%$ ) por fragmentos de arrecifes, de corales, de algas, fragmentos de equinoides, moluscos y de orbitoides. Su matriz es calcárea y

arcillosa, en la que pueden encontrarse pequeñas cantidades de foraminíferos planctónicos; cuarzo, ffnita y fragmentos de roca volcánica suelen formar parte de sus constituyentes principales. La mayoría de los granos o fragmentos muestran formas subangulares, pocos son subredondeados y redondeados, entre los que se destacan los fragmentos de roca volcánica.

**Biocalcarenitas:** formadas por bioclastos cuyo tamaño está dentro del rango de las arenas (2 mm y  $1/16$  mm), habiéndose encontrado en la Formación Punta Carnero variedades de grano grueso, de grano medio y de granos finos y muy finos, según la escala de Wentworth.

Los componentes principales son orbitoides y fragmentos diversos de naturaleza arrecifal ( $> 70\%$ ); la matriz suele ser calcárea y arcillosa (entre 20 y 30 %), donde es común encontrar calcita finamente cristalizada. Cuarzo, feldespato, ffnita, fragmentos volcánicos y glauconita, también suelen formar parte de las biocalcarenitas, pero en menor proporción (1-5 % y más), entre los elementos principales. Algunas de estas biocalcarenitas contienen, excepcionalmente, hasta un 20 por ciento de cuarzo. Algunas de las biocalcarenitas de grano fino están constituidas por foraminíferos planctónicos; varias de las clases más finas exhiben láminas de foraminíferos (lodo de globigerinas), alternantes con láminas de material terrígeno con cuarzo y fragmentos fósiles de organismos arrecifales (Foto 12). Los elementos principales exhiben un grado moderado de selección de tamaño en las biocalcarenitas de grano grueso y fino; en cambio, en las biocalcarenitas más finas parece haber una mejor selección de tamaño, acompañada de cierta selección de forma de los

granos que suelen encontrarse asociados en una misma banda o lámina.

Calizas bioclásticas de textura muy fina clasificadas como **biocalcilitutas** ( $1/16 - 1/256$  mm) y **biocalcilitutas** ( $> 1/256$  mm) son abundantes en la Formación Punta Carnero; ellas son formadas esencialmente por foraminíferos planctónicos retrabajados; algunas de ellas poseen bandas intercaladas o láminas ricas en cuarzo, feldespato y otros elementos terrígenos. Estas calizas bioclásticas poseen laminación paralela horizontal, laminación cruzada o microlaminación cruzada; también es común encontrar en ellas madrigueras y otros efectos de mezcla producidos por organismos.

Algunas de las biocalcilitutas o biocalcilitutas que aparecen ser masivas a simple vista, muestran laminación paralela o entrecruzada en radiografías (Fotos 15 y 16) o bajo el microscopio.

#### PARACONGLOMERADOS

Estratos compuestos por grava, guijarros, peñas y otros elementos de tamaños mayores se incluyen aquí. Los más gruesos han sido observados en el Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero y en el conglomerado polimítico de la costa de Punta Moreno, considerado dentro de la Formación Pampatar. La mayoría de estos conglomerados son significativamente heterogéneos en composición y en tamaño; hay fragmentos de rocas verdes, de andesitas, calizas, ffnita, cuarzo, diorita, rocas metamórficas y otras rocas ígneas; los diámetros observados varían desde unos tres metros hasta tamaño de arena gruesa. La angularidad y forma también son muy heterogéneas. Los hay verdaderos conglomerados con un predominio de fragmentos redondeados y subredondeados, también con

elementos subangulares y angulares. Existe un tipo de intervalos con guijarros redondeados en fangolita, que semejan conglomerados conocidos de la literatura inglesa como **pebbly mudstones**, cuyo origen más aceptado es por flotación en masa fangosa, e implican sedimentación por movimientos en masa y no transporte por corrientes fluviales o marinas normales, sino más bien por mecanismos relacionados o asociados con corrientes de turbidez. Este tipo de "conglomerado" es muy común en el Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero, y se diferencian de los "conglomerados propiamente dichos" por el predominio de matriz lodoso dentro de la cual se encuentran los guijarros o peñones muy separados entre sí o dispersos. Un término equivalente en castellano para este tipo de roca podría ser fangolita guijarrosa; Pettijohn (1957) las denomina genéricamente "paraconglomerados". Muchas veces poseen componentes muy arenosos dentro de la matriz.

Los conglomerados polimíticos de la Formación Pampatar, tanto en Punta Moreno como en otros niveles estratigráficos, se presentan en intervalos de espesores irregulares; los hay que rellenan cauces (**channel fills**); otros más oligomíticos, como algunos conglomerados fítníticos, se hallan a diferentes niveles estratigráficos en capas bien estratificadas. En cambio, gran parte de los conglomerados y "fangolitas guijarrosas" del Miembro Las Bermúdez presentan una disposición caótica en general y, a diferentes niveles se suelen encontrar asociados con brechas calcáreas, con predominio de fragmentos arrecifales.

Al norte de Pampatar, cerca de Agua de Vaca y en la sección basal

de la Formación Pampatar, hay una secuencia rítmica de paraconglomerados ("fangolitas guijarrosas"), de composición y tamaño heterogéneos, pero con predominio de fragmentos de rocas volcánicas extrusivas, cuarzo y fítnita. Los fragmentos volcánicos son mayormente andesitas porfíticas muy alteradas.

Los conglomerados exhiben muy mala selección de tamaño, incluso los que se encuentran gradados; es común su bimodalidad o polimodalidad en la distribución de tamaños de sus componentes.

#### FÍTNITA ESTRATIFICADA

Fítnita en estratos de espesores medios y delgados caracteriza la base de la Formación Pampatar, en la zona de Agua de Vaca. Estas fítnitas muestran, además, laminación paralela horizontal y microlaminación. En el análisis petrográfico aparece formada por cuarzo microcristalino y criptocristalino y también por menores cantidades de calcita secundaria; análisis por difracción de rayos X ha confirmado esta composición. La textura de estas rocas es extremadamente fina y se han observado radiolarios que no se han podido identificar.

#### ANALISIS DE MINERALES PESADOS

Se efectuó separación en bromoformo de minerales pesados, por métodos convencionales, en ochenta y seis muestras de textura arenosa, la mayoría de ellas de grano fino y muy fino. A pesar del tratamiento con ácido, fue difícil eliminar totalmente películas de hematita, por lo que algunos minerales livianos como cuarzo, calcita y fítnita, solían estar asociados con los pesados. No se efectuó un estudio estadístico de abundancia

de minerales pesados, por haberse encontrado pequeñas cantidades por lámina y por muestra. Del estudio se observa que los minerales más comunes son cirón y epidota. Otros importantes, mencionados en orden de abundancia, son: clorita, clinozoisita, turmalina, granate, biotita y hornblendita. Muchas de las muestras de biocalcarenitas de la Formación Punta Carnero resultaron estériles, sólo calcita con película hematítica aparecía enmascarada como mineral pesado. El cirón se ha encontrado redondeado, pero la mayor parte se presentan subhédricos, con sólo un redondeamiento incipiente. Turmalina ha sido el mineral de mayor tamaño y se ha observado la variedad de colores azul índigo-verde-púrpura (indicolita). Granate y turmalina parecen indicar un solo ciclo sedimentario.

El conjunto de minerales pesados en rocas de ambas formaciones, Pampatar y Punta Carnero, indica una fuente compleja formada por diversos tipos de rocas: antiguas rocas sedimentarias e ígneas ácidas, rocas de metamorfismo regional de grado bajo y hasta de grado alto (granate).

#### ASPECTOS DIAGENETICOS

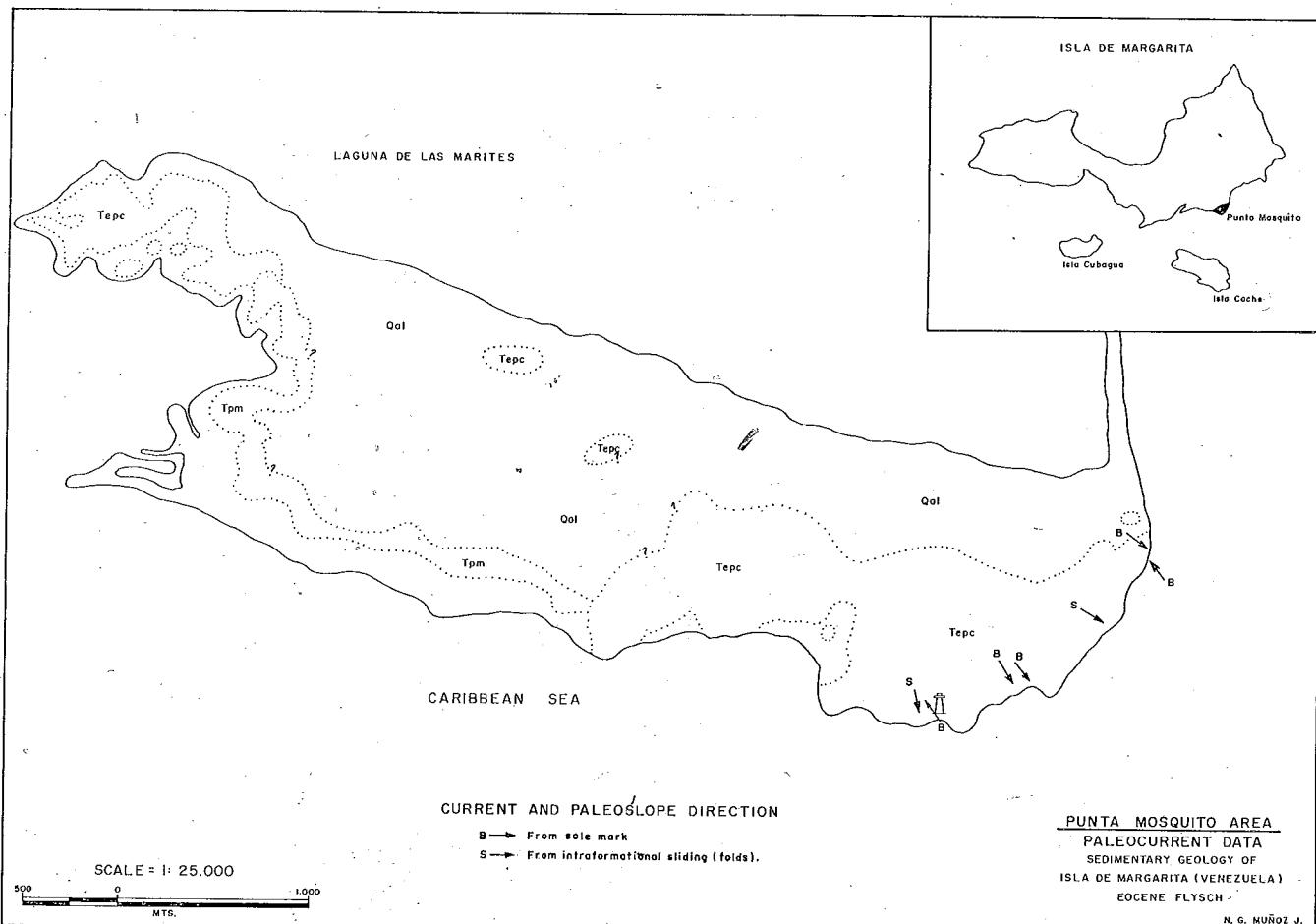
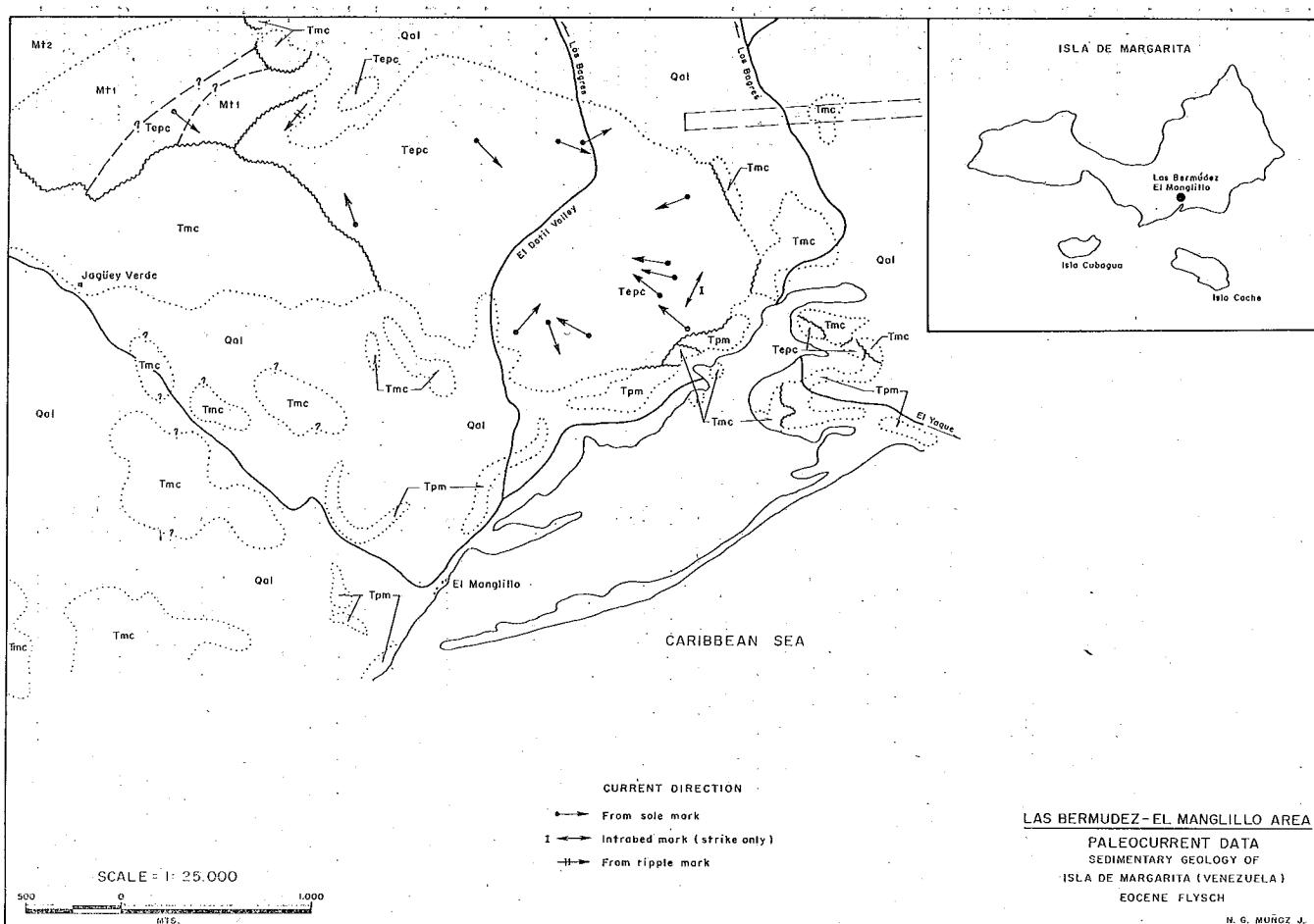
Los sedimentos de las formaciones Pampatar y Punta Carnero han experimentado diversos cambios diagenéticos hasta alcanzar su estado actual de endurecimiento. La compactación no sólo ha reducido la porosidad original de las arenas y ocasionado un empaquetamiento más cerrado entre los granos o bioclastos, sino que ha debido también reducir considerablemente los espesores originales de fango o arcilla hasta constituir las lutitas actuales. Se cree que la abundancia de carbonato de calcio ha influido intensa y extensamente en los procesos diagenéticos químicos. Es común el re-

emplazamiento de granos de feldespato por calcita y caolinita, también la descomposición en sericitas; disolución o reemplazamiento de granos de cuarzo por calcita es frecuente, especialmente en las grauvacas, donde la calcita avanza por los bordes de granos de cuarzo y a lo largo de fracturas (Foto 13), alterando su forma o angularidad original y, por ende, afectando la validez de los análisis de forma y redondez. Estructuras "cono en cono" también se han encontrado, pero no con frecuencia, en algunas calizas, indicando posiblemente algún fenómeno diagenético por presión y disolución. En las areniscas-grauvacas es muy significativo encontrar un agregado microcristalino de calcita, sericitas, caolinita, moscovita, clorita, biotita y limolita, producido en gran parte por reemplazamiento y recristalización durante la diagénesis.

#### 4. PALEOCORRIENTES

Información de cierta confianza sobre la posible dirección de corrientes durante la sedimentación del Eocene fue obtenida básicamente de turboglifos medidos en la Formación Punta Carnero. Otro tipo de impresiones de paleocorrientes, como las sugeridas por estriaciones basales o indicaciones de restos de plantas, fueron medidas para lograr un conocimiento general; pero se sabe que sólo proporciona información sobre la dirección de las corrientes y no sobre el sentido de las mismas. Los datos medidos en las diferentes áreas de trabajo se encuentran ilustrados en las figuras 7, 8 y 9, la figura 10 es un mapa general de paleocorrientes de todo el Eocene de Margarita.

Para poder efectuar el análisis de paleocorrientes, se ha asumido que la posición del rumbo original de los sedimentos no difiere significativa-



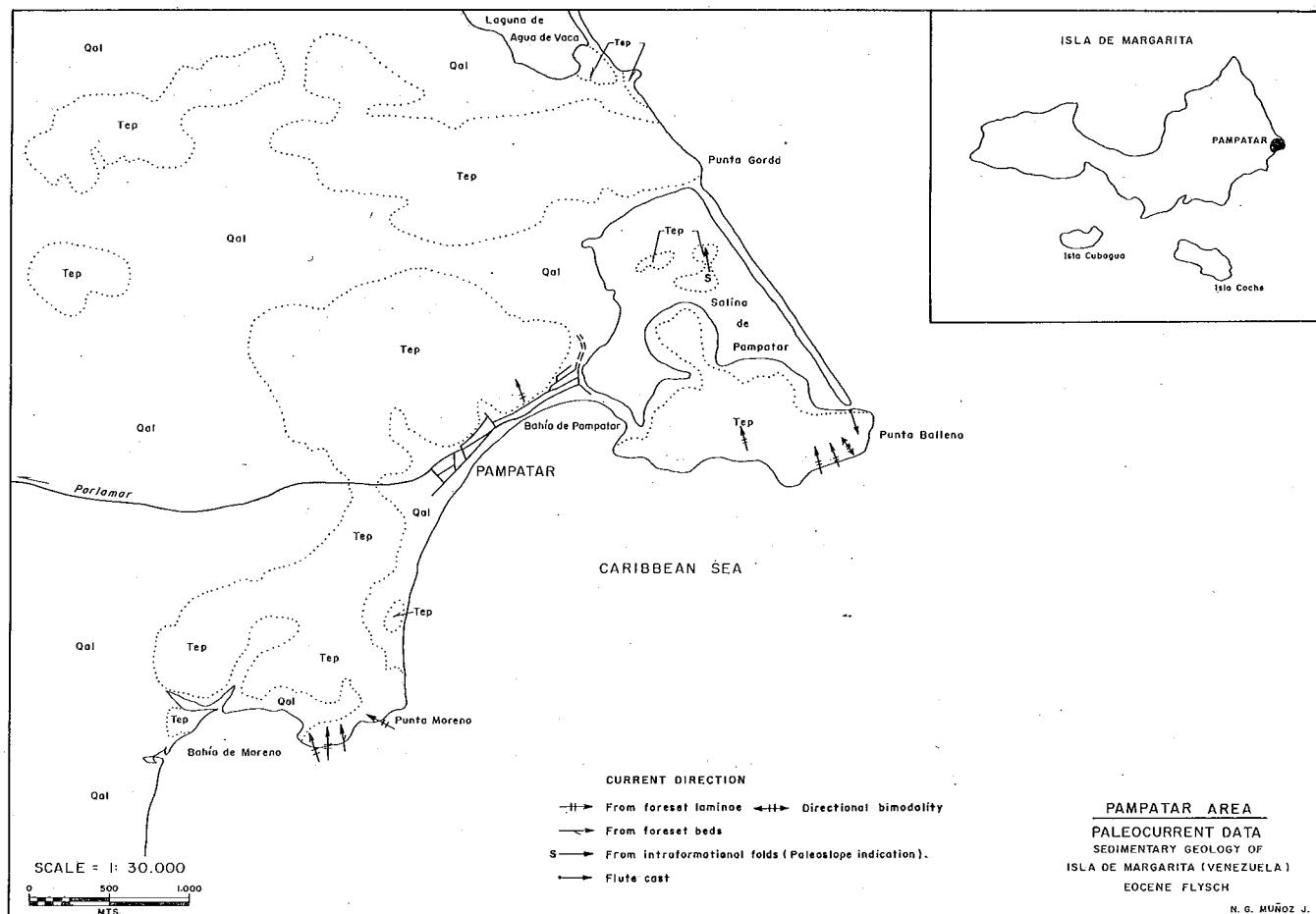


Figura 9

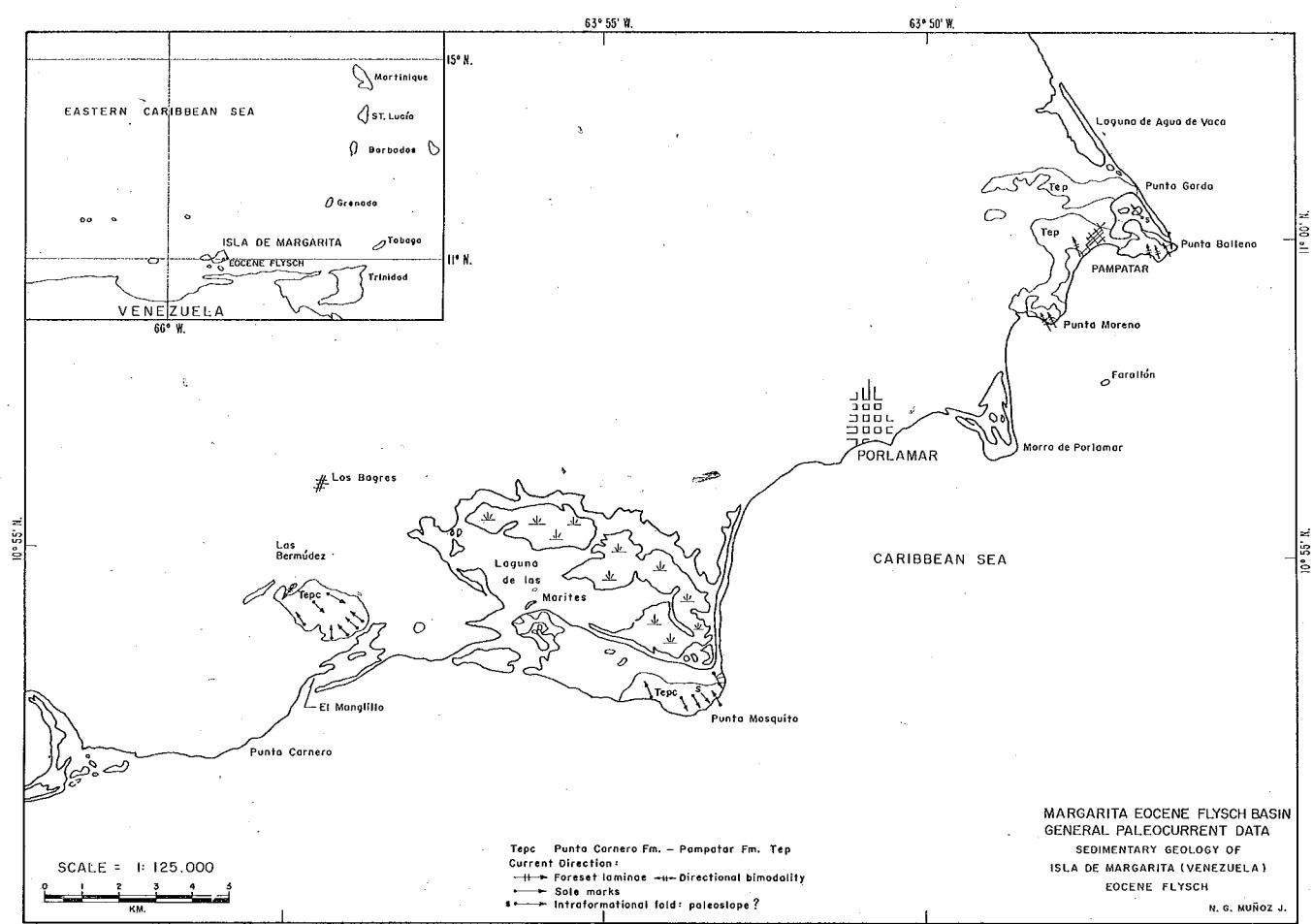


Figura 10

mente del rumbo actual de los estratos, aunque desde el punto de vista tectónico haya sido probable la existencia de movimientos rotacionales que pudiesen haber afectado la posición original de las huellas de corrientes. En base a esta asunción, las medidas tomadas sólo han sido corregidas para movimientos alrededor de un eje paralelo al rumbo de la capa, tal como aparece actualmente. El área que parece haber sido más afectada por fallamientos es la de Punta Mosquito. Como se considera de mayor confianza, los datos provenientes de turboglifos y éstos se han encontrado como huellas basales en capas turbiditas, se asume que las corrientes indican pendientes regionales de la cuenca, partiendo de la base de que las corrientes de turbidez, responsables por gran parte de la sedimentación de la Formación Punta Carnero, se movían pendiente abajo hacia la cuenca. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que existiesen corrientes longitudinales dentro de la cuenca.

Los datos tomados en afloramientos de la Formación Punta Carnero (Figs. 7 y 8) indican procedencia de corrientes tanto desde el lado norte como desde el lado sur. Desde ambos lados había la posibilidad de cadenas de arrecifes marginales, desde las cuales corrientes de turbidez han debido haber transportado bioclastos hacia la parte de la cuenca correspondiente a los afloramientos actuales de las áreas Las Bermúdez-El Manglillo y Punta Mosquito. Algunos plegamientos intraformacionales han aportado también indicación de paleopendientes de la cuenca; datos de esta naturaleza indican la posibilidad de paleopendiente hacia el sudeste, en el área de Punta Mosquito.

En el área de Pampatar, un gran número de datos tomados en la inclinación frontal de capas con estratificación o laminación cruzada indican también bimodalidad en la procedencia de las corrientes, tanto desde la parte sur como desde la parte norte; aunque parece existir cierto predominio de corrientes desde la parte sur. Datos de dirección en turboglifos también se han tomado en la Formación Pampatar; pero no son tan numerosos como en la Formación Punta Carnero (Fig. 9). Un pliegue intraformacional observado en la sección de la Salina de Pampatar, provee una indicación sólida de paleopendiente inclinada hacia el Norte-Noroeste (Fig. 9).

En la figura 10 se presenta un mapa general de paleocorrientes, donde se pueden apreciar sentidos de corrientes desde el lado norte y desde el lado sur. Esta interpretación generalizada de la procedencia de corrientes para el relleno de la cuenca eocena de Margarita, parece ser consistente con otros indicios provistos por las características litológicas de la secuencia, en relación a su posición geográfica y por el análisis completo de las estructuras sedimentarias existentes.

##### 5. FUENTE DE SEDIMENTOS

Los análisis litológico y petrográfico de las muestras de ambas formaciones, sugieren una fuente de sedimentos compleja donde existían: rocas sedimentarias, esencialmente conglomerados, areniscas, lutitas y calizas; rocas ígneas, ácidas y ultrabásicas; volcánicas, predominantemente andesíticas, y metamórficas, con filitas, cuarcitas y hasta esquistos de alto grado (granatíferos). Estas áreas aportadoras de gran cantidad de materiales para la cuenca eocena parecen haber sido cordilleras metamórficas, ro-

dadas por unidades sedimentarias preeocénicas, que debieron haberse erosionado totalmente, pues no existen afloramientos de unidades sedimentarias anteriores al Eoceno en la isla de Margarita. Abundancia de radiolarios puede indicar fuente de sílice de un vulcanismo submarino o subáreo.

Debido a la gran abundancia de sedimentos bioclásticos de origen arrecifal en la Formación Punta Carnero, se cree que extensas masas arrecifales constituyeron una fuente importante, especialmente para la parte occidental de la cuenca. La llamada "Tierra Firme de Paria" pudo haber sido una de las fuentes principales que, desde el Sur, aportaba detritus a la cuenca eocena, especialmente hacia la zona de Pampatar, mientras que los fragmentos arrecifales con fósiles Paleoceno-Eoceno Inferior y los conglomerados asociados, del Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero, deben haber venido de una fuente Norte. Los guijarros de los conglomerados y paraconglomerados se encontraban probablemente al pie de las montañas y cercanos a la costa.

La presencia de conglomerados en diferentes intervalos dentro de la secuencia eocena y especialmente en la Formación Pampatar, indica varios períodos de levantamiento de las fuentes durante la sedimentación de la cuenca.

##### 6. AMBIENTES SEDIMENTARIOS Y MECANISMOS DE SEDIMENTACIÓN

Los sedimentos del Eoceno de la isla de Margarita han sido formados en una cuenca marina profunda tipo geosinclinal, donde la sedimentación ha sido controlada tectónicamente por inestabilidad de su piso y una acumulación rápida de detritos, producto de la acción de corrientes, tales como estructuras de laminación cruzada y pa-

perimentaban levantamientos y, probablemente, de islas arrecifales en continuo hundimiento. Evidencia clara de un ambiente de sedimentación marino profundo lo constituye la abundante fauna de foraminíferos planctónicos profundos encontrada en repetidos niveles de la Formación Punta Carnero, en sus biocalcareitas de grano fino, biocalcilitas y biocalcilitas. La presencia de radiolarios puede indicar profundidades marinas aún mayores, debajo del horizonte de disolución de carbonatos. En los sedimentos de la Formación Pampatar no se ha encontrado una información micropaleontológica concluyente de una sedimentación marina profunda; sin embargo, ese ambiente ha sido inferido por la presencia de ftanitas, probablemente derivada de radiolaritas, y por la secuencia alterna y repetida de grauvacas y lutitas. Evidencias de inestabilidad del piso de la cuenca eocena se hallan en las numerosas estructuras primarias de deslizamientos observadas a diferentes niveles, tanto de la Formación Pampatar como de la Formación Punta Carnero, y que denotan la recurrencia de movimientos tectónicos en las áreas marginales de la cuenca, principalmente.

Las intercalaciones monótonas y recurrentes de lutitas y grauvacas y de lutitas y calcarenitas, sugieren sedimentación en cuenca marina profunda, dentro de la cual corrientes de turbidez descargaban periódicamente material terrígeno y arrecifal, y corrientes marinas profundas efectuaban retrabajo, transporte y resedimentación de caparazones de foraminíferos planctónicos profundos. Estos lodos de foraminíferos de la Formación Punta Carnero presentan indicios de la acción de corrientes, tales como estructuras de laminación cruzada y pa-

ralela (Foto 8), de donde se infiere la existencia de corrientes marinas profundas, análogas a las recientemente descubiertas en el fondo de mares modernos. Estas profundidades de la cuenca correspondían probablemente a las partes inferiores de elevaciones submarinas marginales (**Lower continental rises**).

Dentro de la secuencia calcarenítica, hay un tipo de capa donde alternan unas láminas o bandas finas de lodo de globigerinas y otras, predominantemente terrígenas, con granos finos de cuarzo y bioclastos arrecifales; suelen poseer estructuras como laminación cruzada y paralela y gradación de tamaño. Estas capas, formadas por detritos provenientes de plataforma y de arrecifes mezclados con material propio del fondo del mar, pueden haberse originado por la acción de corrientes marinas profundas, enriquecidas con material terri-geno llevado por corriente de turbidez a esas profundidades de la cuenca; o también pudieron haberse formado por la acción de corrientes de turbidez que se enriquecían durante su recorrido con detritos del fondo marino, especialmente foraminíferos planctónicos. Algunas de estas capas (Foto 6) exhiben un tipo de laminación cruzada, tangente, con intercalaciones de material arcilloso, y son similares a las descritas por Walker (1969, p. 131) como poco común e indicadoras de un ambiente de aguas llanas, el cual no se puede inferir en este caso, por la presencia de lodo de globigerinas de gran profundidad marina; lo que revela que este tipo de estructura puede ocurrir también en las cuencas marinas profundas.

Los elementos gruesos, redondeados, de los conglomerados y paraconglomerados de ambas formaciones reflejan un segundo ciclo de sedimen-

tación, habiendo sido transportados y depositados en la cuenca eocena por deslizamientos submarinos, corrientes lodosas, corrientes de turbidez a lo largo de cañones submarinos, o como flujoturbiditas.\* Los guijarros y otros elementos habrían sido sometidos previamente a los procesos fluviales de abrasión y depositados cerca de líneas de playa, al final de su primer ciclo de sedimentación. Los conglomerados, tan heterogéneos en tamaño y en composición, sugieren que las fuentes de sedimentos estaban experimentando intensa erosión y hasta eventos catastróficos.

En la secuencia expuesta en el corte carretero de la vuelta en U, en Punta Ballena, la interpretación del ambiente sedimentario resulta problemática, a la luz de estructuras que tradicionalmente han servido para identificar sedimentos de aguas llanas. Las capas no son turbiditas típicas, sino más bien capas sencillas, individuales, que suelen tener estratificación cruzada, algunas de las cuales presentan bimodalidad en el sentido de la inclinación de las láminas frontales, pues se hallan inclinadas tanto hacia el Norte como hacia el Sur. También existen huellas de erosión y relleno de canales (**channel fills**), tanto en Punta Ballena como en Punta Moreno. Esta secuencia, con rasgos y estructuras comunes de ambientes de aguas llanas, se encuentra asociada o intercalada con capas de flysch normal, que se asignan a ambiente marino profundo, por lo que este autor se inclina más por considerar esta "sección problemática" como de ambiente profundo, que se pudo haber originado al pie del declive continen-

tal, en la posible confluencia de corrientes de turbidez y corrientes de fondo marino.

En síntesis, las rocas del Eoceno de la isla de Margarita se formaron en un ambiente marino profundo, cuyas variaciones locales de facies están reflejadas en los diferentes tipos litológicos y estructuras sedimentarias asociadas. Existe una facies de flysch salvaje (**wildflysch**), representada por los conglomerados polimictos de Punta Moreno, de la Formación Pampatar, y por el Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero; esta facies fue formada probablemente en niveles superiores del fondo de la cuenca, como al pie del declive continental o en horizontes inferiores al mismo. El flysch normal arenoso está representado por la secuencia monótona, alternante y recurrente de grauvacas y lutitas en estratos delgados de la Formación Pampatar. Una facies de flysch argiláceo se considera representada por la secuencia lutácea de la zona de Punta Gorda y, posiblemente, por otras secciones del área de Pampatar. Las calizas bioclásticas, tanto paraúticas como alodápticas, de la Formación Punta Carnero, constituyen un ejemplo notorio de flysch calcarenítico. Las variaciones en textura y estructura de los sedimentos de la cuenca del Eoceno pudieron haber sido influidas por pequeñas diferencias en topografía, rango de tamaño de granos, volumen disponible de detritos y fluctuaciones de la corriente, durante cada episodio de sedimentación, de acuerdo con Horn y otros (1972).

## 7. PALEOGEOGRAFIA

Un bosquejo de la paleogeografía del Eoceno de la isla de Margarita interpretada por este autor se pre-

senta en la figura 11. De acuerdo con análisis de paleocorriente, existían fuentes tanto hacia el Norte como hacia el Sur, así como arrecifes marginales que aportaban gran cantidad de bioclastos a la cuenca. Las fuentes Norte y Sur debieron haber venido experimentando levantamientos desde el Cretáceo Superior o Paleoceno, tenían elevado relieve y la erosión actuaba intensamente, contribuyendo a una sedimentación rápida. Procesos de meteorización mecánica predominaron sobre los de meteorización química, lo que, junto a la abundancia de arrecifes coralinos, sugiere la existencia de condiciones climáticas tropicales durante el Eoceno en el área de la presente isla de Margarita.

Tanto los conglomerados del sur de Los Bagres como los del área de Pampatar (Punta Moreno), sugieren cercanía a las fuentes, por lo que es probable que, cerca de sus afloramientos actuales, del sur de Los Bagres y de la costa de Punta Moreno, hayan existido desembocaduras de cañones submarinos al pie del declive continental. Posiblemente algo similar haya originado los conglomerados de la zona de Agua de Vaca, donde, además, es evidente la acción de extrusiones volcánicas.

Es posible que haya existido alguna loma o divisoria submarina entre el área de Pampatar y las áreas de Las Bermúdez-El Manglillo-Punta Mosquito, que fuese en parte responsable de las diferencias litológicas entre ellas. El área de Pampatar fue más continuamente inestable, en comparación con la parte de la cuenca que representa actualmente el área de Las Bermúdez-El Manglillo. Las áreas marginales de la cuenca deben haber sido muy pendientes, con plataforma angosta y muy inclinada.

\* Término que se usa por el inglés "fluxoturbidites", que son debidas a un mecanismo intermedio entre deslizamientos y corriente de turbidez.

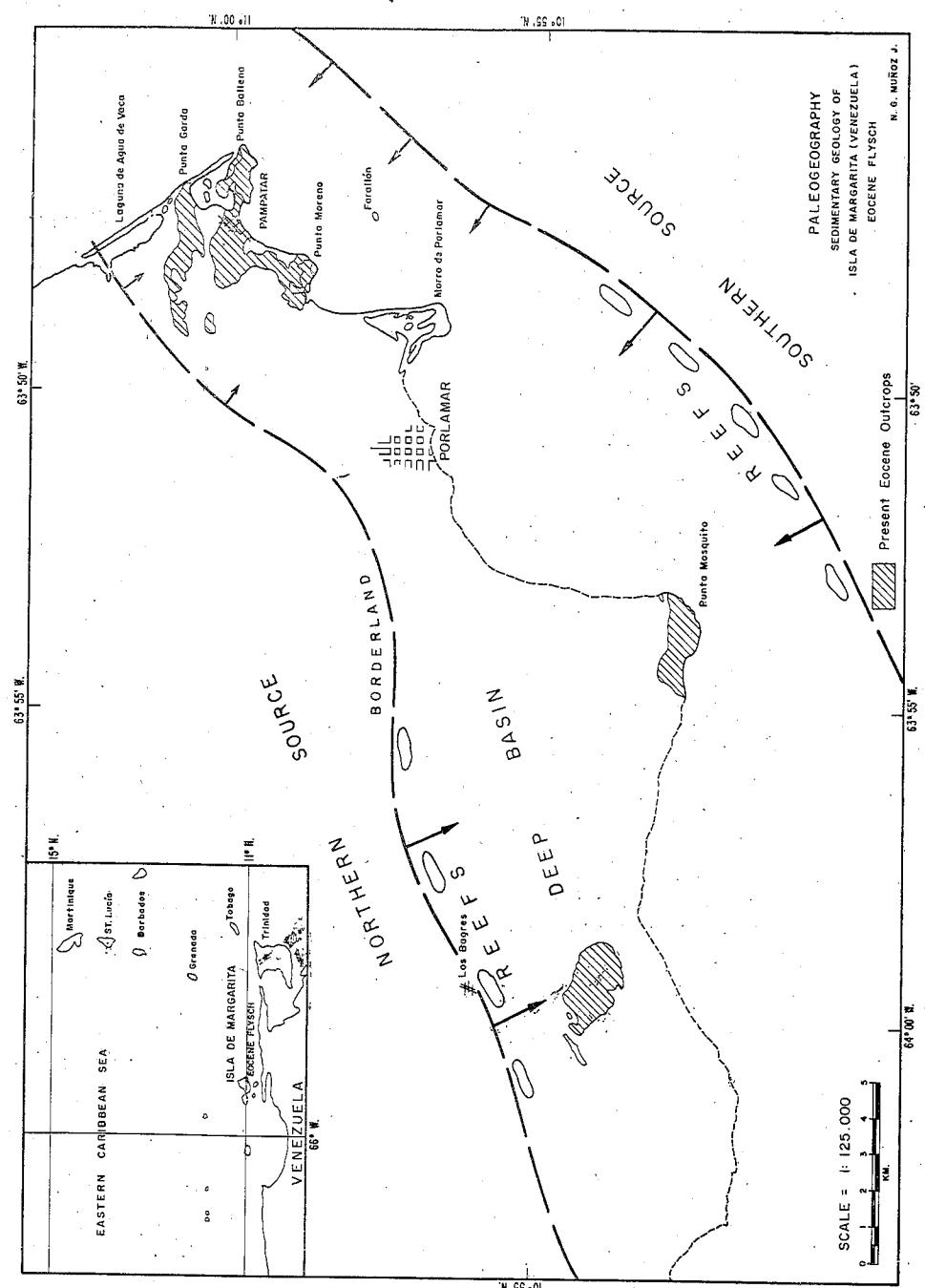


Figura 11

## 8. SOBRE EL USO DE LOS TERMINOS TURBIDITA Y CONTORNITA

Las capas de biocalcareitas de la Formación Punta Carnero, con sus componentes derivados de arrecifes, y que exhiben una secuencia de intervalos de gradación de tamaño, laminación paralela, laminación convoluta y, nuevamente, laminación paralela, han sido interpretadas como **turbiditas**, porque corresponden al conocido modelo de turbiditas descrito por Bouma (1962), y porque los detritos arrecifales costeros se encuentran en litologías del fondo del mar. De modo que esas capas se consideran depositadas por corrientes de turbidez, las cuales han transportado hacia la cuenca los detritos originados cerca de la costa. Existe, además, en la misma secuencia de la Formación Punta Carnero otro tipo de biocalcareitas, biocalcilitas y biocalcilitas que están compuestas esencialmente por caparazones de foraminíferos de un ambiente marino profundo. Capas de estas rocas suelen poseer también laminación paralela horizontal, laminación cruzada, y algunas con gradación de tamaños, secuencia que teóricamente parece corresponder también al modelo de turbidita de Bouma (1962). Sin embargo, para explicar la formación de estas capas no cabe visualizar un mecanismo de corrientes de turbidez, toda vez que los caparazones de foraminíferos, componentes esenciales de estas rocas, son de aguas profundas y han debido experimentar procesos de retrabajo y transporte en profundidades dentro de la misma cuenca. A pesar de su semejanza con secuencias depositadas por corrientes de turbidez, sería incorrecto denominar turbiditas a estas rocas, por lo que se quiere llamar la atención sobre lo problemático que puede resultar el uso de un término

puramente genético en nomenclatura de rocas. El autor considera que han sido depositadas por corrientes profundas del fondo del mar, por analogía con las corrientes marinas de fondo descubiertas recientemente. Sin embargo, aquí se han usado solamente términos descriptivos, tales como biocalcareitas, biocalcilitas, etc., para definir esas capas. Scholle (1971) parece haber experimentado un problema similar de clasificación cuando estudiaba los sedimentos de Monte Antola, en los Apeninos septentrionales, habiéndolos descrito como "atípicos", "únicos en muchos aspectos", y compuestos de lodos retrabajados de foraminíferos pelágicos, pero finalmente los denominó turbiditas.

Cada día aumentan las controversias sobre el concepto de corrientes de turbidez. Van der Lingen (1969, p. 7), en su escrito **The Turbidite Problem**, observa que existe una dosis considerable de creencia y de fe en las corrientes de turbidez, ya que su validez está basada grandemente en hipótesis. Luego de este trabajo de Van der Lingen, siguió un interesante cambio de opinión entre Kuenen (1970) y el mismo Van der Lingen (1970), no habiendo Kuenen aceptado las dudas expresadas por Van der Lingen. Bouma (1972) también piensa que un exceso de entusiasmo, aunado a carencia de conocimientos de otros procesos marinos, ha ocasionado un mal uso del término turbidita. Es importante observar que cuando se formuló el concepto de corrientes de turbidez no se conocía la existencia de corrientes profundas del fondo del mar, las que ahora constituyen una alternativa válida para la explicación de ciertos tipos de capas parecidas a las turbiditas. Hollister y Heezen (1972) han propuesto el uso del término **contornita** (**contourite**) para aque-

los sedimentos del fondo del mar depositados por corrientes que siguen los contornos topográficos y que muestran laminación y buen escogimiento de tamaño.

El presente autor no está de acuerdo en popularizar el uso de este nuevo término "contornita", principalmente por ser puramente genético, lo que originaría errores de interpretación cuando se refiriese a sedimentos antiguos, ya que la definición del término implica sólo sedimentos depositados por aquellas corrientes profundas del fondo del mar que han seguido paralelas a los contornos topográficos. Es posible que existan otros tipos de corrientes marinas de fondo, que no sigan necesariamente paralelas a los contornos topográficos y cuyos depósitos no pueden ser diferenciados de los de aquellas que sí siguen los contornos.

Se cree firmemente que las rocas deben ser clasificadas por sus características visuales y no por el mecanismo de sedimentación que se infiera para ellas. Por lo que, en clasificación de sedimentos, los términos descriptivos deben ser preferidos a los que impliquen una interpretación genética. De modo que **contornita** no debe usarse en nomenclatura de sedimentos, especialmente de los antiguos. Y aun el término **turbidita**, bien popularizado por su extenso uso, debe ser reservado estrictamente para aquellas capas cuyo mecanismo de depósito ha sido corrientes de turbidez, y no para toda capa que presenta características del modelo de Bouma (1962).

#### IV. CONCLUSIONES

1) Las rocas del Eocene que afloran en la isla de Margarita constituyen una secuencia tipo flysch, con muchas variaciones locales de facies.

2) Se han distinguido dos áreas de sedimentación diferentes dentro de la cuenca, en base a sus características litológicas: el área de Pampatar, al Este, es de naturaleza primordialmente grauváquica; y el área occidental, Las Bermúdez-El Manglillo-Punta Mosquito, cuyas rocas son esencialmente de un carácter bioclástico.

3) La estratigrafía del Eocene de la isla de Margarita ha sido redefinida, a fin de reflejar más fielmente las diferentes litologías encontradas.

3a. La Formación Punta Carnero define la secuencia de los sedimentos bioclásticos de la parte occidental de la cuenca. La unidad local, caótica y de flysch salvaje (**wildflysch**), al Sur de Las Bermúdez, se ha diferenciado como Miembro Las Bermúdez. Y las unidades anteriormente descritas como Formación El Dátil y Formación Punta Mosquito, se incluyen dentro de la Formación Punta Carnero por no considerarse amerite cada una un rango formacional.

3b. Se introduce el nombre de Formación Pampatar para diferenciar los afloramientos del área de Pampatar, caracterizados por una secuencia de grauvacas y lutitas intercaladas. La abundancia de detritos terrígenos y colores pardo-marrones imparcen un aspecto diferente a esta unidad, en comparación con la naturaleza predominantemente bioclástica y colores grises y pardo-amarillentos de las calcarenitas de la Formación Punta Carnero.

3c. La "Caliza de Los Bagres" no se cree representa una unidad basal arrecifal del Eocene en el

área de Las Bermúdez; ella es considerada esparsa en el Miembro Las Bermúdez de la Formación Punta Carnero, como olistolitos de tamaños diferentes, dispuestos caóticamente en diferentes niveles de la sección estratigráfica.

3d. Se cree que la ffnita laminada de Agua de Vaca, anteriormente asignada a la Formación Los Frailes, constituye una unidad alóctona (u olistolito) del Cretáceo en el Eocene, por lo que se considera parte de la Formación Pampatar.

4) Gran parte de la sección estratigráfica de la Formación Punta Carnero, compuesta por lodos de globigerinas y radiolarios, parece haber sido retrabajada y redepositada por corrientes de fondo marino.

5) Corrientes de turbidez recurrentes han sido responsables de transporte masivo de detritos arrecifales y de plataforma hacia lugares profundos de la cuenca.

6) Los depósitos de corrientes de turbidez han sido reconocidos como turbiditas, porque sus componentes indican un origen de aguas llanas, costero, arrecifal, dentro de una secuencia marina profunda, y también porque las capas exhiben la mayoría de las características del modelo descrito por Bouma (1962): una unidad basal gradada, seguida de un horizonte inferior de laminación paralela, luego un intervalo de laminación cruzada y convoluta, y una unidad superior de laminación paralela, no habiéndose encontrado el intervalo "e" según el modelo de Bouma.

7) En el presente estudio hay evidencias de que no siempre se pueden tomar como buenas indicaciones de

distancia o lejanía de las capas turbiditas, factores como frecuencia de intervalos inferiores "a" y "b" del modelo de Bouma, espesor de las capas y el tamaño de granos de sus componentes. Las turbiditas más completas (Tabcd) se han encontrado interestratificadas con capas marinas profundas que sugieren lejanía dentro de la cuenca. Hollister y Heezen (1972) alcanzaron una conclusión similar en secuencias abisales modernas.

8) Las capas turbiditas de la Formación Pampatar son esencialmente areniscas grauvacas, interestratificadas con lutitas que suelen ser estériles en microfósiles.

9) Inestabilidad continua del piso de la cuenca, o paleopendiente, durante la sedimentación de la Formación Pampatar, queda demostrada por la abundancia de estructuras primarias de deslizamiento en toda la sección.

10) Laminación paralela y, menos comúnmente, laminación cruzada, caracterizan los depósitos de corrientes marinas del fondo; gradación de tamaño de grano suele estar presente, así como también buena selección de tamaño.

11) La formación de la secuencia sedimentaria del Eocene, con la alternancia de intervalos calcáreos de facies marina profunda y las calcarenitas con fragmentos arrecifales o costeros, se explica mejor por la acción tanto de corrientes marinas normales de fondo, como de corrientes de turbidez.

12) Aun cuando muchas capas se asemejan al nuevo concepto de **contornita** de los sedimentos modernos, según Hollister y Heezen, el presente autor no utilizó este término genético, por considerarlo dirigido exclusiva-

mente para describir sedimentos depositados por aquellas corrientes de fondo del mar que siguen los contornos topográficos.

13) Se han llamado "calizas bioclásticas parautóctonas" aquellos lodos de globigerinas que han sido retrabajados y redepositados por corrientes normales del fondo marino; mientras que las depositadas por corrientes de turbidez con mucho material terrígeno, arrecifal, se han denominado "calizas bioclásticas alodálicas".

14) Excepto en algunas lutitas pelágicas, la mayoría de la fauna encontrada ha sido retrabajada y mezclada por corrientes de turbidez y por corrientes del fondo marino, de manera que los fósiles son solamente útiles para identificación litológica, pero no para zonación bioestratigráfica.

15) La edad más probable de las formaciones Punta Carnero y Pampatar es Eoceno Medio, parte superior, representada por los foraminíferos planctónicos más jóvenes de la secuencia.

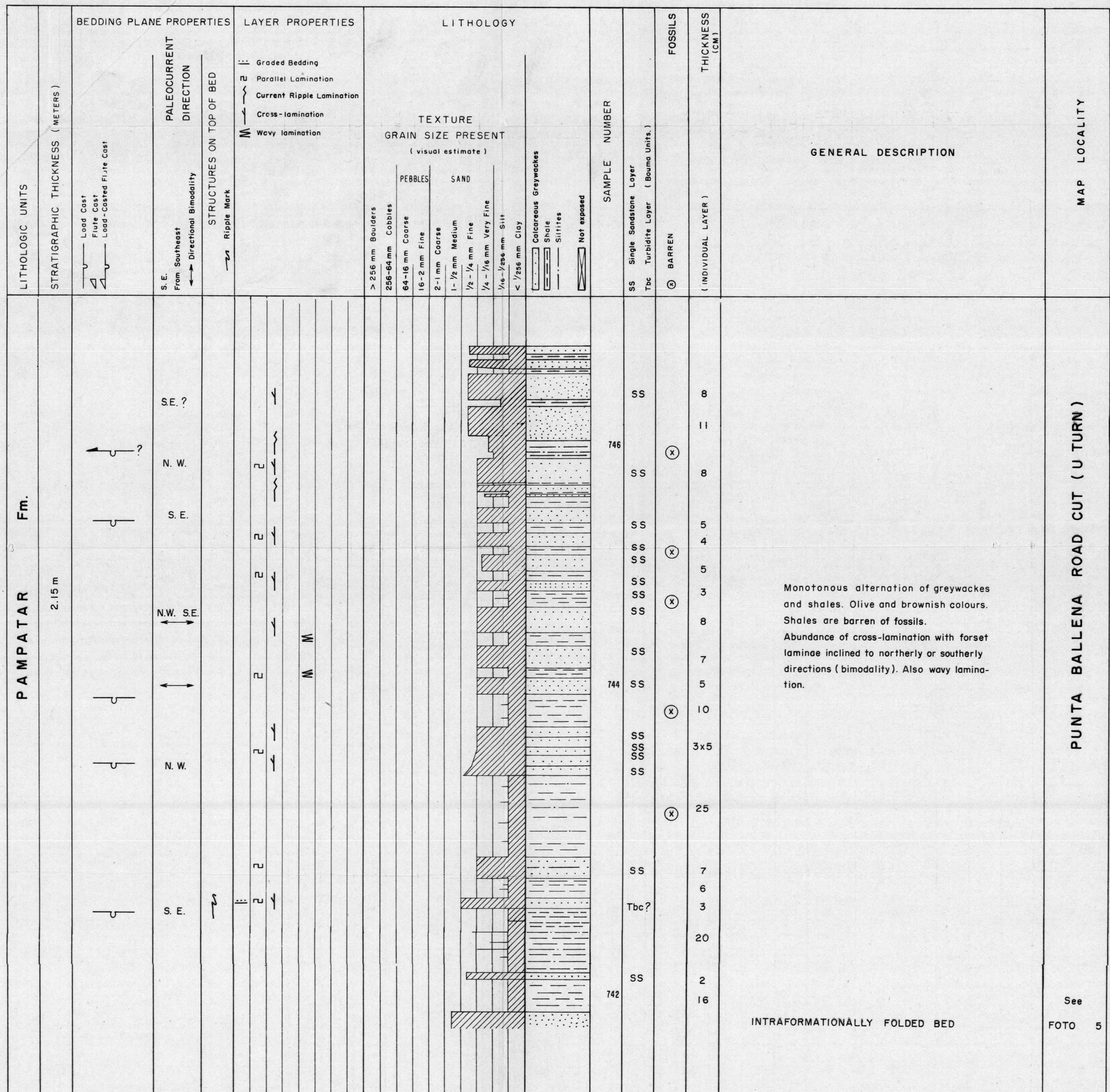
## LISTA DE REFERENCIAS

- ACSN. (1961), Código de Nomenclatura Estratigráfica. Comisión Norteamericana de Nomenclatura Estratigráfica. Edición en Castellano. México.
- AGUERREVERE, P. I. (1936), "Notas geológicas sobre Margarita y Coche", Soc. Ven. Cien. Nat., Vol. 3, Nº 28, pp. 397-403.
- ANISGARD, H. W. (1956), "Eoruperia in the Eocene of Venezuela", Contr. Cushman Fund. Foram. Res., Vol. 7, pt. 2, pp. 48-59.
- BERMUDEZ, P. J., y GAMEZ, H. (1966), "Estudio paleontológico de una sección del Eocene. Grupo Punta Carnero de la isla de Margarita, Venezuela", Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle, Tomo XXVI, Nº 75, pp. 205-259.
- BOUMA, A. H.: (1962); *Sedimentology of Some Flysch Deposits*, Elsevier, Amsterdam.
- 16) Es posible que la presencia de carbonatos en los océanos no esté limitada necesariamente por la profundidad debajo de la cual ocurre la disolución. Corrientes del fondo marino pudieran transportar caparazones de foraminíferos hacia profundidades mayores del fondo marino, donde normalmente no existe sedimentación pelágica de foraminíferos calcáreos.
- 17) Análisis de paleocorrientes sugiere origen de los sedimentos eocenos, tanto desde el lado Sur como desde el lado Norte.
- 18) El carácter general del Eocene de la isla de Margarita indica una inestabilidad considerable del área durante aquel tiempo. Movimientos tectónicos originaban recurrentemente deslizamientos y flujos de corrientes de turbidez hacia cuencas marinas profundas. Estas condiciones aparecían bien extendidas por todo el área sur del Caribe durante el Paleogeno, cuando gran parte de la región se encontraba ocupada por extensas cuencas sedimentarias tipo flysch.
- \_\_\_\_\_ (1972), "Recent and Ancient Turbidites and Contourites", *Transactions Gulf Coast Association of Geophysical Societies*, Vol. XXII.
- \_\_\_\_\_, "Fossil Contourites in Lower Niesenflysch, Switzerland", Submitted to *Jour. of Sed. Pet.* (in press).
- BUCHER, W. H. (1952), "Geologic Structure and Orogenic history of Venezuela", *Geol. Soc. Amer. Mem.* 49, 113 p.
- BUTTERLIN, J. (1970), "Macroforaminíferos y Edad de la Formación Punta Mosquito (Grupo Punta Carnero) de la Isla de Margarita (Venezuela)", A. V. G. M. P., Vol. 13, Nº 10, pp. 273-316.
- ELTER & RAGGI (1970), citado en: ABBATE, VALERIO BORTOLOTTI y PIETRO PASSERINI, "Olistostromes and Olistoliths", *Sedimentary Geology*, 4, pp. 521-557.
- FURRER, M. A. (1967), "El Ambiente deposicional de la Formación Mene Grande", A. V. G. M. P., Vol. 10, Nº 7, pp. 193-195.
- GONZALEZ DE JUANA, C. (1947), "Elements of diastrophic history of north eastern Venezuela", *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol. 58, pp. 689-702.
- \_\_\_\_\_, (1968), "Guía de la Excursión Geológica a la parte oriental de la isla de Margarita (Estado Nueva Esparta)", A. V. G. M. P., 30 p.
- HEEZEN, B. C. (1959), "Modern turbidity currents", Intern. Oceanographic Congr., Preprints, Am. Assoc. Adv. Sci., pp. 458-461.
- \_\_\_\_\_ and Hollister, C. D. (1963), "Evidence of deep-sea bottom currents from abyssal sediments" (abs), Intern. Assoc. of Phys. Oceanogr., 13th. General Assembly, Inter. U. Geod. Geophys., 6, p. 111.
- \_\_\_\_\_ (1964), "Deep-sea current evidence from abyssal sediments", *Marine Geology*, Nº 1, pp. 141-174.
- HESS, H. H., y MAXWELL, J. (1949), "Geological reconnaissance of the Island of Margarita", pt. 1. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 60: 1857-1868.
- HOLLISTER, C. D., and HEEZEN (1972), "Geological Effects of Ocean Bottom currents: Western North Atlantic", en: Gordon A. L. (editor), *Studies in Physical Oceanography - a tribute to George Wiist on his 80 Birthday*, Gordon and Breach, New York (in press).
- HORN, EWING, and EWING (1972), "Graded bed sequences emplaced by turbidity currents North of 20° N in the Pacific, Atlantic and Mediterranean", *Sedimentology*, 18, pp. 247-275.
- JAM, P., y MENDEZ AROCHA, M. (1962), "Geología de las islas de Margarita, Coche y Cubagua", Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle, Tomo XXII, Nº 61, pp. 50-93.
- KUENEN, H., and MIGLORINI, C. I. (1950), "Turbidity currents as a cause of graded bedding", *J. Geol.*, 58: 91-127.
- KUENEN, PH. H. (1951), "Properties of turbidity currents of high density", in: J. L. Hough (editor), "Turbidity Currents", Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ., 2, pp. 14-33.
- \_\_\_\_\_ and MENARD, H. W. (1952), "Turbidity currents, graded and non-graded deposits", *Jour. Sed. Pet.*, V. 22, pp. 83-96.
- \_\_\_\_\_ (1967), "Emplacement of Flysch-type beds", *Sedimentology*, V. 9, pp. 203-243.
- \_\_\_\_\_ (1970), "The Turbidite Problem. Some comments (letter)", *New Zealand Jour. Geol. Geophys.*, V. 13, Nº 3, pp. 852-857.
- KUGLER, H. G. (1957), "Contribution to the geology of the islands of Margarita and Cubagua, Venezuela", *Bull. Geo. Soc. Am.*, 68: 555-566.
- LEXICO ESTRATIGRAFICO DE VENEZUELA (1970), segunda edición, M. M. H. Bol. de Geol., Publ. Esp., Nº 4.
- LIDDLE, R. A. (1928), *The Geology of Venezuela and Trinidad*, J. P. Mac Gowan, Fort Worth Texas, 552 p.
- \_\_\_\_\_ (1946), *The Geology of Venezuela and Trinidad*, 2nd. edit. Paleont. Res. Instit. Ithaca, N. Y., p. 890.
- LORENZ, A. (1949), *U. C. V. Trabajo de Grado Inédito*. Biblioteca de Geología, Universidad Central de Venezuela.
- MAURY, C. J. (1925), "Venezuelan Stratigraphy", Amer. Jour. Sci., 5th. ser., Vol. 9, Nº 53, pp. 411-414.
- McBRIDE, E. F. (1963), "A classification of Common Sandstones", *Jour. Sed. Pet.*, Vol. 33, Nº 3, pp. 664-669.
- MEISCHNER, K. D. (1964), "Allodapische Kalke, Turbidite in Riff-Nahen Sedimentations-Becken", En A. BOUMA and A. BROUWER (Editors), *Turbidites* Elsevier, Amsterdam, pp. 156-191.
- MUÑOZ, N. G. (1971), "Sobre el Eocene de Margarita, Venezuela", Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. y Pet. Vol. 14, Nº 6, p. 153-154.
- MUÑOZ, N. G. (1972), "Guía de la Excursión al Flysch Eocene de Margarita, Venezuela", VI Conf. Geol. del Caribe, Margarita, Venezuela, Memorias 1972, p. 25-27.
- NAGTEGAAL, P. J. (1965), "An approximation to the Genetic Classification of non organic sedimentary structures", *Geol. en Mijnb.*, pp. 347-352.
- PAIVA, A. (1969), *U. C. V. Trabajo de Grado, inédito*. Biblioteca de Geología, Universidad Central de Venezuela.
- PALOMBO, A. (1949), *U. C. V. Trabajo de Grado, inédito*. Biblioteca de Geología, Universidad Central de Venezuela.
- POTTER, P. E., and PETTIJOHN, F. J. (1963), *Paleocurrents and basin analysis*, Academic Press, New York, p. 295.
- RIVERO, F. de (1956), "Grupo Punta Carnero", *Sedimentological Lexicon of Venezuela*, M. M. H. Bol. Geol., Publ. Esp. Nº 1 (English Edition), pp. 463-466.
- RUTTEN, L. (1940), "On the Geology of Margarita, Cubagua and Coche (Venezuela)", Konink. Akad. v. Wetensch Amsterdam, Vol. 43, pp. 828-841.

# FLYSCH OF PAMPATAR FORMATION

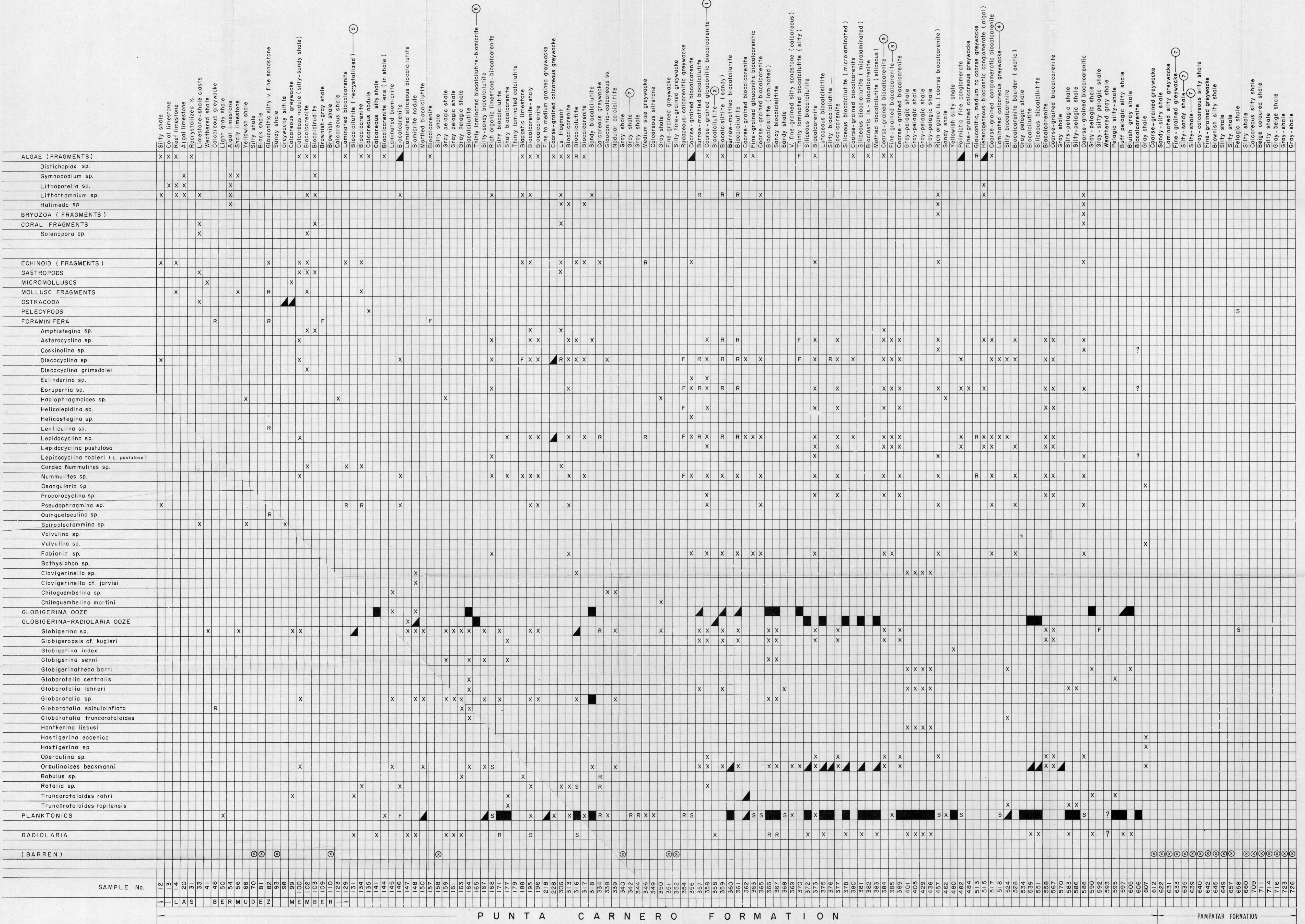
## TURBIDITES AND OTHER CURRENT - DEPOSITED SEDIMENTS DETAILED STRATIGRAPHICAL AND SEDIMENTOLOGICAL SECTION PAMPATAR AREA - PUNTA BALLENA ROAD CUT

SCALE 1: 10



# EOCENE FLYSCH OF ISLA DE MARGARITA (VENEZUELA)

## FAUNAL DISTRIBUTION CHART



( ) = BARREN  
 ? = DOUBTFUL  
 R = RARE  
 F = FEW  
 S = SOME  
 X = NUMEROUS  
 █ = PLENTY OF  
 █ = ABUNDANT - ALMOST ALL

**OTHER IMPORTANT FORAMS FOUND ARE:**

- Globorotalia dragoonensis IM-166, IM-177, IM-230
- Globorotalia bolivariana IM-166, IM-177, IM-159
- Nuttallides truempi IM-166
- Thalmannella palmerae IM-177, IM-229, IM-230
- Uvigerina sp. IM-177
- Tritaxia havanensis IM-190
- Globigerina parva IM-229
- Hanzawaia ammoniphila IM-229
- Fabiana globulus IM-229
- Gypsa globulus IM-230
- Estomatorbina torrei IM-230
- Cyclammina sp. IM-320, IM-462, IM-484
- Cibicides eocene IM-325
- Pleurostomella cubensis IM-325
- Bathyphion sp. IM-429, IM-436, IM-462
- Nodosaria sp. IM-163
- Textularia sp. IM-31, IM-33, IM-129, IM-134
- Ammodiscus sp. IM-462, IM-484

- Example of graded bioclastic limestone (Biocalcareite) originally a reef complex moved out into the ocean by turbidity currents.
- Laminated biocalcilitute. Top of IM-358. Open sea, deep water reworked fauna. Probably deposited from the tail of the same turbidity current enriched in planktonics and radiolaria along its path or deposited by an ocean bottom current following that turbidity current.
- Characteristic fauna of shallow water reef limestone found in deep ocean calcarenites (turbidites).
- Example of very fine-grained and thinly laminated calcareous greywacke (carbonate almost entirely of foram clasts 25%). Orbitoid fragments and also planktonics.
- Shale associated with nodules of biocalcilitute. Mostly recrystallized Globigerina fauna, also Radiolaria. A geosynclinal deposit-open sea, silica rich water.
- Example of thinly laminated, yellowish brown biocalcilitute (biomicrite). Originally Globigerina - Radiolaria ooze (IM-165).
- These shales contain Chlorite, Kaolinite, and Illite.

# FLYSCH OF PUNTA CARNERO FORMATION

TURBIDITES AND OTHER CURRENT-DEPOSITED SEDIMENTS

DETAILED STRATIGRAPHICAL AND SEDIMENTOLOGICAL COLUMN

LAS BERMUDEZ - EL MANGILLO SECTION, ESTADO NUEVA ESPARTA - VENEZUELA.

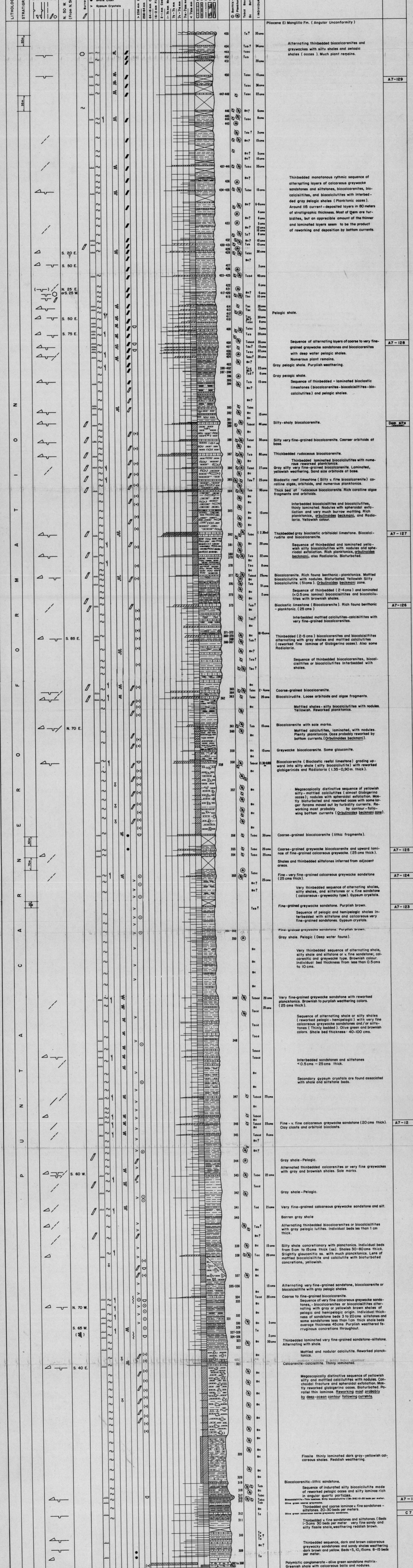
ESCALA REDUCIDA APROX.: 1:900

Note: The Las Bermudez Member of the Punta Carnero Fm. is not included.

ENCLOSURE I

N. G. MUÑOZ J.  
Sedimentary Geology of  
Isla de Margarita (Venezuela)

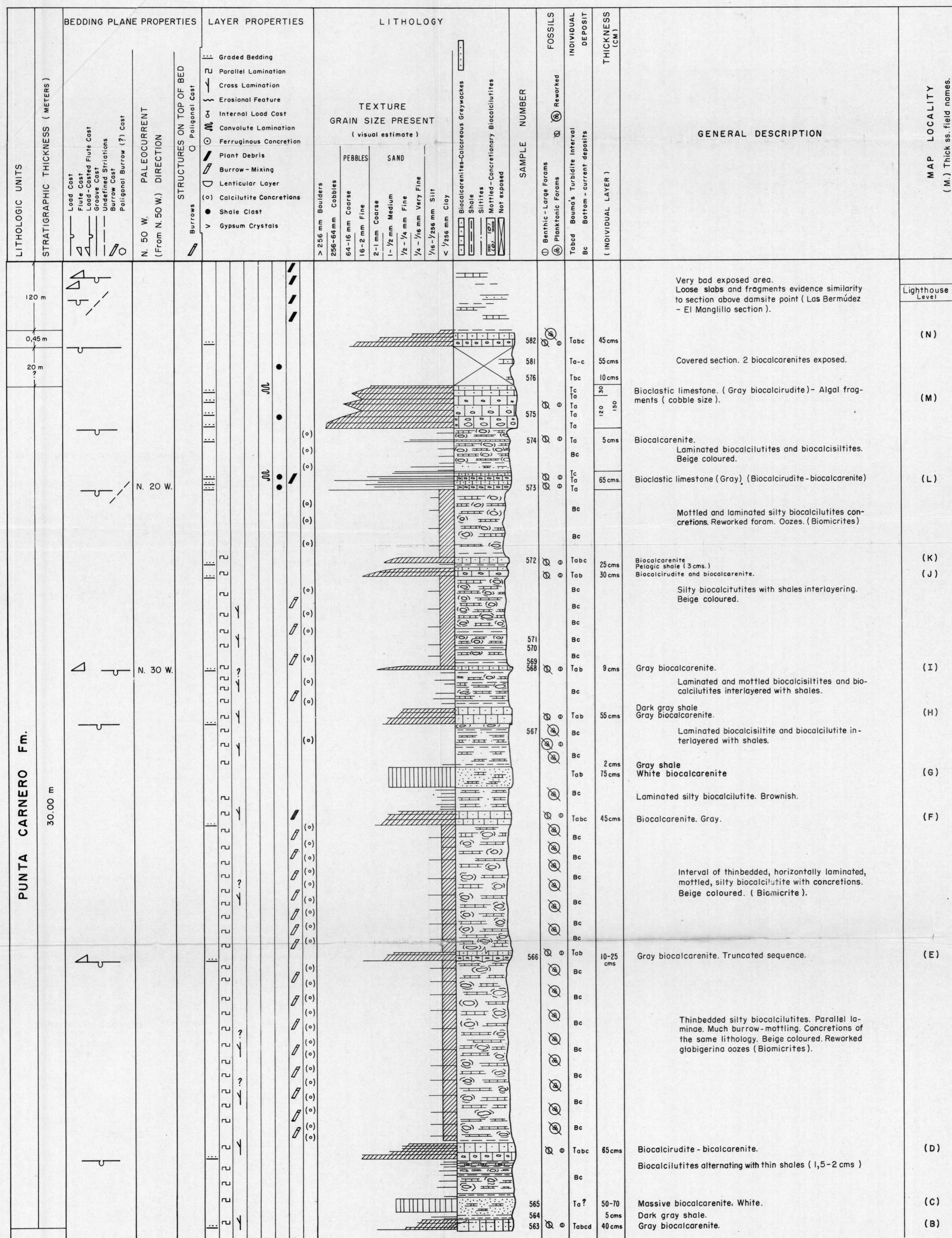
SECTION B-B'  
(See Fig. 3 in the text.)



# FLYSCH OF PUNTA CARNERO FORMATION

## TURBIDITES AND OTHER CURRENT - DEPOSITED SEDIMENTS DETAILED STRATIGRAPHICAL AND SEDIMENTOLOGICAL SECTION PUNTA MOSQUITO AREA

SCALE 1: 100



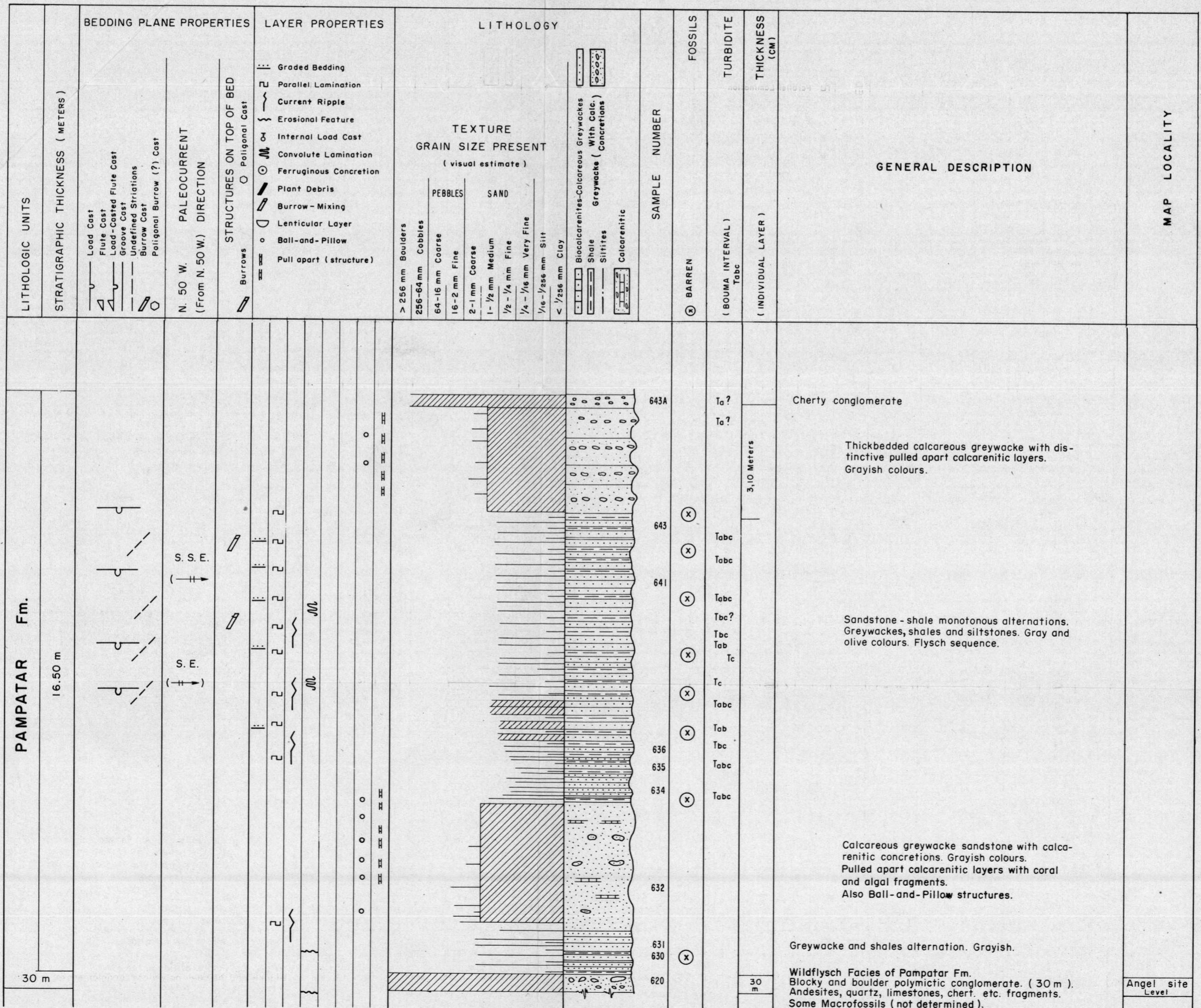
# FLYSCH OF PAMPATAR FORMATION

## TURBIDITES AND OTHER CURRENT-DEPOSITED SEDIMENTS

### DETAILED STRATIGRAPHICAL AND SEDIMENTOLOGICAL SECTION

#### PAMPATAR AREA - PUNTA MORENO COAST

SCALE 1: 100



SCHOLLE, P. A. (1971), "Sedimentology of Fine-Grained Deep-Water Carbonate Turbidites, Monte Antola Flysch (Upper Cretaceous), Northern Apennines, Italy", *Geol. Soc. Amer.*, V. 82, pp. 629-658.

STRATIGRAPHICAL LEXICON OF VENEZUELA (1956), "English Edition", M. M. H. *Bol. de Geol.*, Publ. Esp. N° 1.

TAYLOR, G. C. (1960), "Geología de la isla de Margarita, Venezuela", *Mem. III Cong. Geol. Venezolano*, Tomo II, M. M. H., pp. 838-893.

VAN DER LINGEN, G. J. (1969), "The Turbidite Problem", *New Zealand Jour. Geol. Geophys.*, V. 12, N° 1, pp. 7-50.

(1970), "The Turbidite Problem: A reply to Kuenen", *New Zealand Jour. Geol. Geophys.*, V. 13, N° 3, pp. 858-872.

VAN DER VLERK, I. M. (1972), "La Edad de la Formación Punta Mosquito, Margarita, Nueva Esparta, Venezuela", *Bol. de Geología*, M. M. H., Pub. Esp. N° 5, IV Tomo, IV Congreso Geológico Venezolano, pp. 2085-2091.

WALL, G. P. (1860), "On the Geology of a part of Venezuela and Trinidad", *Geol. Soc. London Quarterly Jour.*, 16: 460-470.

WALKER, R. G. (1949), "The juxtaposition of turbidite and shallow-water sediments: Study of a regressive sequence in the Pennsylvanian of North Devon, England", *Jour. of Geol.*, V. 77, N° 2, pp. 125-143.

GEOS N° 20 — 65-73  
Mayo, 1973

## THE GENUS VOLUTA (MOLLUSCA: GASTROPODA) IN VENEZUELA, WITH DESCRIPTION OF TWO NEW SPECIES \*

J. GIBSON-SMITH \*\*

### INTRODUCTION

Two species of the genus *Voluta*, one fossil and the other living, have been recorded, so far, from Venezuela: *V. vautrini* Jung occurs in the Middle Miocene at Cantaure, Paraguana Peninsula, and *V. musica* Linné is reported by several authors from the north coast and islands. *V. carneolata* Lamarck is said to have the same distributional range as *V. musica* but it is judged to be synonymous. *V. musica* is found fossil in the Pleistocene of Barbados and the Pleistocene, or Holocene, of Aruba; its occurrence in the Pleistocene of Venezuela is now recorded. Two new fossil species are described: *V. cantaurana* and *V. cumbaguensis*. Finally, the results of a study of the egg capsules and young of *V. musica* are reported.

### RECENT SPECIES

*Voluta musica* Linné. Pl. 1, figs. 1-3.  
1758 *Voluta musica* Linné, Syst. Nat., ed. 10, p. 733.

\* Manuscrito recibido en enero de 1973.  
\*\* Departamento de Geología, Universidad Central de Venezuela.

- 1811 *Voluta carneolata* Lamarck, Ann. Mus. d'Hist. Nat. Paris, vol. 17, p. 393.  
1961 *Voluta musica* Linné, Warmke & Abbott, Carib. Seashells, p. 126, pl. 22r.  
1962 *Voluta musica* Linné, Weisbord, Bull. Amer. Paleont., vol. 42, N° 193, p. 396, pl. 84, figs. 1 - 3.  
1964 *Voluta musica* Linné, Clench & Turner, Johnsonia, vol. 4, N° 43, p. 140, pl. 84, figs. 1 - 3.  
1965 *Voluta carneolata* Lamarck, Olsson, Bull. Amer. Paleont., vol. 49, pp. 658, 660, pl. 80, figs. 3, 3a; pl. 83, fig. 7.

In their review of the genus *Voluta* in the Western Atlantic, Clench & Turner (1964, p. 140) included in the synonymy of *V. musica* eight species, or subspecies, determined by Lamarck (1811); one of these was *V. carneolata*. In the following year Olsson (1965) reviewed Lamarck's type specimens and came to the conclusion that, "*V. carneolata* is a valid species distinguished easily from *V. musica* by its