



ANALISIS TECTONO-SEDIMENTARIO DE LA FORMACION PAMPATAR (EOCENO MEDIO), ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA ¹

Jhonny E. CASAS B. ², Joselys MORENO V. ³ y Franklin YORIS V. ⁴

ABSTRACT: *TECTONIC AND SEDIMENTARY ANALYSIS OF THE PAMPATAR FORMATION (MIDDLE EOCENE), MARGARITA ISLAND, VENEZUELA.* The Pampatar Formation (Eocene) of Margarita Island, Venezuela, consists mainly of interbedded sandstones and shales, with some conglomerates. These sediments are interpreted as turbidites deposited in submarine canyons and fans. The conglomerates represent canyon and inner-fan-channel deposits. The rest of the succession represents the entire range of fan environments, from inner to outer fan. Triangular diagrams of sandstone composition (100 samples) elucidate the tectonic setting. Most samples plot in the "recycled orogenic" field of the Q-F-L triangle, while the Qm-F-Lt diagram shows a wider dispersion, including "transitional recycled", "mixed zone", and "magmatic arc". This association is interpreted in terms of uplift and erosion of a subduction-accretion complex, which supplied most of the sediments to the Pampatar Formation (recycled orogen component), with an additional, minor contributions from a dissected and transitional magmatic arc.

KEY WORDS: Margarita Island, Pampatar Formation, Eocene, Turbidites, Sedimentary petrography, Triangular diagrams.

PALABRAS CLAVE: Isla de Margarita, Formación Pampatar, Eoceno, Turbiditas, Petrografía sedimentaria, Diagramas triangulares.

INTRODUCCION

El objetivo principal de esta investigación es relacionar la composición de las areniscas de la Formación Pampatar con su ambiente de sedimentación y ubicación geotectónica dentro del cuadro evolutivo del margen sur de la placa del Caribe durante el Eoceno. Para ello se realizó un muestreo detallado a fin de efectuar análisis petrográficos modales que permitiesen la utilización de los diagramas triangulares de Dickinson y Suczek (1979). Adicionalmente, el análisis estratigráfico consistió en la medición de los espesores individuales de las capas, descripción de los aspectos texturales, estructuras sedimentarias y análisis paleontológicos, con el fin de interpretar los ambientes, mecanismos de sedimentación y edad de la Formación Pampatar.

¹ Contribución al Proyecto IGCP 301 "Paleógeno de América del Sur".

² Maraven S.A. (Filial de Petróleos de Venezuela), Apartado Postal 829, Caracas 1010, Venezuela.

³ Corpoven S.A. (Filial de Petróleos de Venezuela), Edf. Sede, Puerto La Cruz, Venezuela.

⁴ Universidad Central de Venezuela, Departamento de Geología, Caracas, Venezuela.

TRABAJOS PREVIOS

Rutten (1940) publica el primer trabajo científico referente a la geología de la isla de Margarita, donde discute brevemente sus rocas sedimentarias atribuyéndolas al Eoceno, basado en la presencia de orbitoides.

González de Juana (1947) propone por primera vez el nombre de Grupo Punta Carnero a la sucesión sedimentaria conformada por las actuales Formaciones Punta Carnero y Pampatar.

Jam y Méndez (1962) publican un trabajo de síntesis donde aparece la primera descripción completa del Grupo Punta Carnero.

Muñoz (1973) hace un importante avance al redefinir al Grupo Punta Carnero, proponiendo los nombres formacionales de Pampatar y Punta Carnero, e reinterpretar además los ambientes de sedimentación.

ESTRATIGRAFIA

FORMACION PAMPATAR

Esta unidad litoestratigráfica aflora en las inmediaciones de la población de Pampatar (figura 1) y está compuesta en su mayor parte por intercalaciones mo-

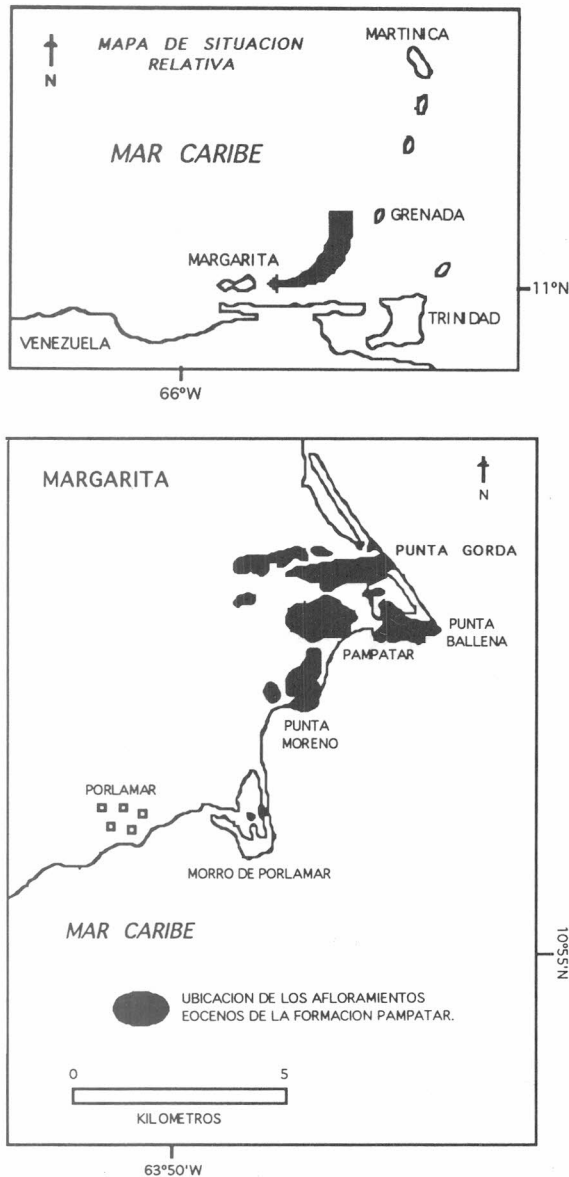


Figura 1. Ubicación regional y local de los afloramientos eocenos de la Formación Pampatar.

nótonas de capas de areniscas y lutitas, espesos niveles conglomerádicos y muy esporádicas capas de caliza. Una estimación de las proporciones litológicas basadas en espesores medidos es la siguiente: lutitas 45 %, areniscas 40 %, conglomerados 14 % y calizas 1 %.

El espesor total, compuesto a través de cortes geológicos es de unos 1600 m. Los afloramientos más representativos de esta unidad se encuentran localizados generalmente en la costa (Punta Ballena, Punta Gorda, Punta Moreno, etc.).

Las areniscas son de colores grises generalmente oscuros, que por meteorización cambian a castaños cla-

ros, algunas veces con tonos oliva. En su mayor parte las areniscas son de grano fino y los espesores varían desde menos de 1 cm hasta más de 10 m, con una media de 3 cm.

A escala de afloramiento, las capas de areniscas revelan numerosas irregularidades tanto en el espesor como en la forma, debido a la presencia de estructuras sedimentarias como: rizaduras de corriente, estructuras de carga, estructuras de corte y relleno, etc.

Las estructuras de orden interno son las más comunes y se destacan principalmente las que conforman la sucesión tipo Bouma (1962), tales como gradación, estratificación masiva, laminación paralela horizontal, laminación convoluta y laminación cruzada, siendo las asociaciones más comunes Ta-b, Tb-c y Tb-c-d.

Las lutitas son de color gris oscuro y por meteorización castaño claro, muchas son limosas y sus espesores varían desde algunos milímetros hasta decenas de metros.

Dentro de la unidad litoestratigráfica denominada Formación Pampatar aparecen dos intervalos conglomerádicos muy característicos (figura 2) que serán descritos a continuación.

Subunidad conglomerádica de Punta Gorda

La sucesión aflora 600 m al noroeste de Punta Gorda y comienza con unos 200 m de conglomerados de guijarros redondeados a subredondeados, compuestos principalmente por fragmentos de chert, rocas volcánicas extrusivas, meta-volcánicas, etc. Suprayacen a ellas 25 m de grauvacas, areniscas conglomerádicas y conglomerados que gradan transicionalmente entre sí tanto vertical como lateralmente, observándose además varios ciclos rítmicos de gradación normal. En general la sucesión se caracteriza por estar soportada por clastos (ortoconglomerado), es de carácter polimodal y no presenta estratificación visible.

La asociación de características en esta sucesión conglomerádica la ubica dentro de la clasificación de conglomerados desorganizados, típicos de canales que comienzan a penetrar en la cuenca (Walker, 1978). Los mecanismos de sedimentación que originan estas secuencias son sobreflujos de corrientes de turbidez o flujos de granos que rellenan de arenas y gravas transportadas, los cañones o canales del talud y del abanico interno.

El espesor visible de este intervalo conglomerádico es de 225 m siendo su contacto basal discordante sobre una secuencia de calizas fanfánicas y areniscas tobáceas denominadas Formación Los Frailes y de edad cretácica (Moreno y Casas, 1986).

Subunidad conglomerádica de Punta Moreno

Esta sucesión aflora únicamente en la costa (Punta Moreno) y presenta unos 25 m de espesor visible, se caracteriza en general por estar soportada por clas-

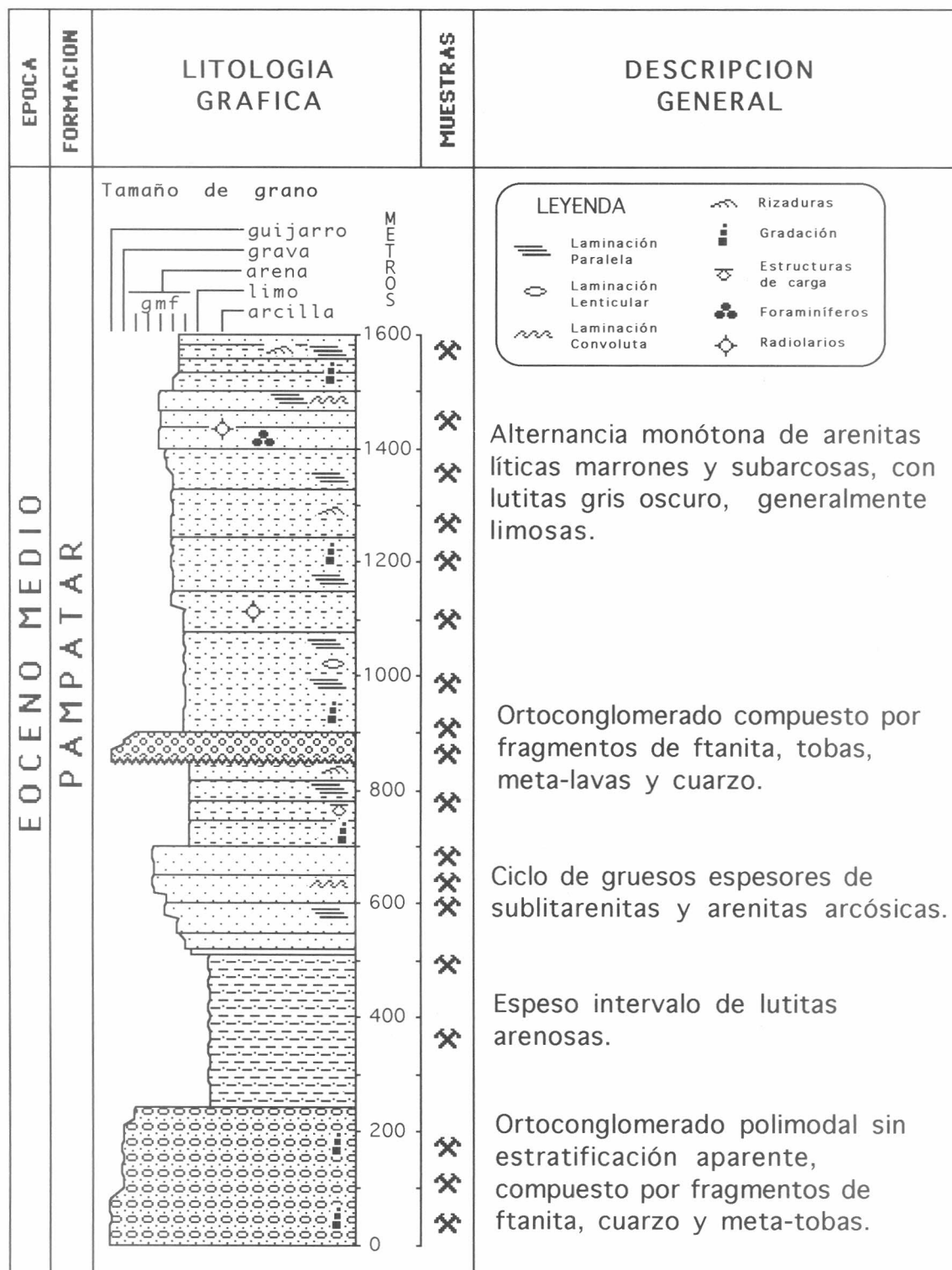


Figura 2. Columna estratigráfica compuesta de la Formación Pampatar (Eoceno Medio), Isla de Margarita, Venezuela.

tos, con matriz pobremente escogida, carácter polimodal, fábrica desordenada y no presenta estratificación.

Petrográficamente en el análisis del conglomerado se identificaron andesitas, meta-andesitas, tonalitas, granodioritas, limolitas calcáreas, meta-areniscas y chert en gran abundancia. Se analizó también la composición de la fracción fina (tamaño arena) y en ella se identificaron fundamentalmente fragmentos volcánicos y chert.

El contacto superior es transicional con la sucesión de areniscas y lutitas suprayacentes que normalmente caracteriza a la Formación. El contacto inferior no se conoce ya que se encuentra bajo la línea de mareas.

AMBIENTE SEDIMENTARIO

La Formación Pampatar está compuesta por estratos depositados en canales y abanicos submarinos de aguas profundas donde la sedimentación posiblemente fue controlada por diversos mecanismos tales como la inestabilidad tectónica del piso de la cuenca, tormentas y factores adicionales que pudieron provocar procesos de deslizamientos submarinos como bioerosión y corrientes erosivas.

Los intervalos conglomerádicos representan el relleno de cañones localizados tanto en el talud como en el abanico interno y cuyo mecanismo fundamental de sedimentación son corrientes en las que el material es soportado por la fuerza de interacción entre los granos, mientras que las gruesas sucesiones lutíticas con olistolitos representan depósitos típicos de talud.

El resto de la sección, compuesta por intercalaciones monótonas de areniscas y lutitas con diversas características y proporciones representan toda una gama de subambientes dentro de las sucesiones de abanicos submarinos, que abarca desde asociaciones de abanico interno hasta asociaciones de bordes de abanico (Moreno y Casas, 1986).

En síntesis, los estratos de la Formación Pampatar representan la sedimentación de sucesiones tipo *flysch* en las que predominó el transporte de material terrígeno desde aguas someras hasta la cuenca profunda a través de cañones submarinos y mediante mecanismos de transporte tales como corrientes de turbidez, flujo de detritos y flujo de granos.

EDAD Y CONTACTOS

La gran mayoría de las lutitas de la Formación Pampatar son estériles con la salvedad de algunas capas de la parte superior de la Formación, que contienen esencialmente radiolarios, muy escasos foraminíferos planctónicos y algunos bentónicos mal preservados. Posiblemente la mayoría de las lutitas analizadas sea de naturaleza turbidítica debido a la presencia en sus residuos de gran cantidad de fragmentos de glauconita, granate, cuarzo y fragmentos de rocas.

Algunas areniscas y calcarenitas de la parte superior de la Formación, contienen microfauna en la que se pueden identificar ejemplares de *Nummulites* sp., *Lepidocyclina* sp. y *Asterocyclina* sp. similares a los observados por Moreno y Casas (1986) en la cercana Formación Punta Carnero, datada como Eoceno medio y la cual se considera coetánea con la Formación Pampatar.

El contacto basal de la Formación Pampatar es discordante sobre una unidad de calizas faníticas y areniscas tobáceas de edad Cretácico tardío, denominada Formación Los Frailes (Rivero, 1956). El contacto superior no se conoce y sólo se observa cubierto por aluvión.

PALEOCORRIENTES

El estudio de las paleocorrientes se basó fundamentalmente en la laminación cruzada por ser ésta la estructura más abundante. Se observó una orientación preferencial N30°E a N60°E relativa a la posición actual que ocupan los afloramientos y que de ninguna manera son representantes de las direcciones de corriente para el momento de la sedimentación, ya que han sido modificadas por las rotaciones de los bloques durante la deformación y emplazamiento tectónico.

PETROGRAFIA SEDIMENTARIA

Para el estudio de las secciones delgadas se empleó la técnica de análisis modal descrita por Yoris (1986a,b), que permite determinar la composición mineralógica en función del área expuesta, con un mínimo de 260 puntos de conteo.

El análisis modal fue aplicado a 100 muestras de areniscas entre las que se identificaron seis tipos diferentes según la clasificación de Pettijohn *et al.* (1972). El tipo más importante lo constituyen las arenitas líticas con un 43 % del total, seguido de subarcosas (14 %), sublitarenitas (14 %), arenitas arcóscas (13 %), grauvacas líticas (12 %) y grauvacas feldespáticas (4 %).

Las areniscas líticas se caracterizan por altos porcentajes de fragmentos volcánicos (hasta 87 %). El cuarzo (hasta 33 %) se presenta tanto en su forma monocristalina como policristalina. Entre los feldespatos se pueden mencionar plagioclasas y feldespatos potásicos en proporciones menores. La matriz está formada por material arcilloso y en algunas ocasiones por carbonatos, mientras que en algunas muestras es importante este último como cemento.

El análisis petrográfico de las areniscas soporta la idea de que la matriz arcillosa en algunas grauvacas (que posiblemente no fueron tales en su origen) es producto de la alteración y deformación por compactación de fragmentos de rocas volcánicas.

La más obvia modificación diagenética en las areniscas analizadas son los agentes cementantes, donde

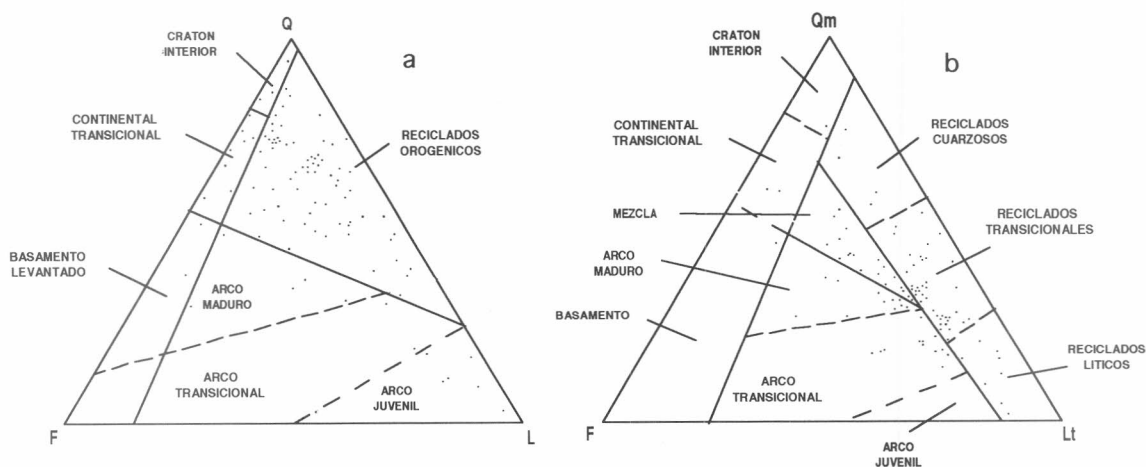


Figura 3a-b. Triángulos de procedencia tectónica aplicados a la fracción detrítica de las rocas sedimentarias de la Formación Pampatar. Q: cuarzo; Qm: cuarzo monocristalino; F: feldespato; L: fragmentos líticos; Lt: fragmentos líticos incluyendo cuarzo policristalino. Adaptado de Dickinson y Suczek (1979).

la calcita es el mineral carbonático predominante (algunas areniscas gradan lateralmente a calizas arenosas). Esta calcita consiste generalmente de cristales de tamaño medio a fino, sin texturas y a veces con dos generaciones visibles de cementación. En muchas de las muestras el cemento está acompañado de matriz carbonática, observándose procesos de recristalización (Neomorfismo).

Otro efecto producido por la intensa cementación y/o cristalización, es la corrosión de los bordes de los granos que afecta su forma original, así como el fracturamiento y desplazamiento de los granos, produciendo una reordenación de la fábrica original de los granos detríticos.

La alteración de los granos de feldespato (caolinitización) es la reacción química más común en las muestras estudiadas. Otros minerales de arcilla diagenéticos, encontrados en las areniscas, son derivados de procesos más complejos como la alteración de vidrio o fragmentos volcánicos a minerales del grupo de la montmorillonita. Algunos fragmentos de rocas volcánicas contenidos en las areniscas y conglomerados basales de la Formación Pampatar presentan amígdalas rellenas con lo que ópticamente se identificó como ascheroftina ($\text{KNaCa}(\text{Al}_4\text{Si}_5\text{O}_{18}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), la cual es una variedad de las zeolitas del grupo de la thomsonita. Los minerales de este grupo se destruyen en un rango que va de 75-100°C a 1 atmósfera de presión (Troger, 1969).

Asumiendo para esta sucesión estratigráfica (cuenca cercana a un arco de islas) un paleogradiante mínimo de 25° C/km (Miyashiro, 1972), la presencia de ascheroftina permite inferir a grandes rasgos que la profundidad máxima de soterramiento de la base de la Formación Pampatar fue de aproximadamente 3000 m.

AMBIENTE TECTONICO DE SEDIMENTACION Y FUENTE DE SEDIMENTOS

La fracción detrítica de las rocas sedimentarias es una función de la fuente de aporte, y los diagramas triangulares QFL y Qm-F-Lt diseñados por Dickinson y Suczek (1979) y Dickinson *et al.* (1983) son una valiosa herramienta que permite discriminar las fuentes de aporte.

Los análisis de 100 muestras de la Formación Pampatar proporcionan la información requerida para la construcción de los triángulos QFL y Qm-F-Lt (figura 3a-b). En el primero de los triángulos la mayoría de los puntos se localiza en el campo de los reciclados orogénicos y cantidades menores en los campos continental y arcos magmáticos.

El tipo de fuente de sedimentos para las rocas de procedencia orogénica reciclada, son sucesiones de estratos levantados, plegados y fallados, donde los detritos reciclados de origen sedimentario son importantes (Dickinson y Suczek, 1979).

En el diagrama Qm-F-Lt, se observa una dispersión más amplia en la que se destacan los reciclados transicionales, la zona de mezcla y los campos de arcos magmáticos. Esta asociación de campos podría interpretarse como procedente del prisma asociado a un complejo de subducción.

Los prismas asociados a complejos de subducción, pueden ser levantados tectónicamente y están compuestos de ofiolitas deformadas y otros materiales oceánicos. Es posible en muchos casos, que estos altos estructurales estén emergidos y sirvan como fuente de sedimentos a lo largo del arco sedimentario externo, donde pueden variar las proporciones de rocas verdes, chert, argilitas, grauvacas y algunas cali-

zas (Dickinson y Suczek, 1979). Los sedimentos derivados de terrenos así levantados pueden ser llevados tanto a la cuenca de frente de arco (*forearc*) como a la cuenca más externa.

Las dispersiones hacia los campos de arcos magmáticos observadas en los diagramas, podrían interpretarse como esporádicos aportes provenientes de un arco de islas. Esta hipótesis coincide con varios modelos tectónicos del Caribe como el de Leclere-Vanhoeve y Stephan (1985), donde se propone la existencia de un cinturón magmático asociado a una zona de subducción, ambos en actividad desde antes del Cretácico y que evolucionaron en su movimiento relativo general hacia el este, regido por la cinemática de la colisión placa del Caribe/placa Suramericana.

Los constituyentes más característicos de los sedimentos derivados de este hipotético arco volcánico estarían representados por fragmentos líticos volcánicos, granos individuales de feldespatos, fragmentos volcánicos con amígdalas y fragmentos con vidrio volcánico que se ha devitrificado completamente transformándose a cloritas. Contribuciones de las raíces sub-volcánicas del arco posiblemente sean reflejadas en un alto contenido de granos cuarzosos y fragmentos de feldespatos alcalinos.

GEOLOGIA HISTORICA

El proceso sedimentario en el área de estudio comenzó con la acumulación de sedimentos silíceo/calcareos intercalados con materiales volcánicos procedentes de un arco magmático formado desde el Cretácico según Leclere-Vanhoeve y Stephan (1985), y cuyo posible remanente sean las rocas volcánicas expuestas en los cercanos islotes de Los Frailes, datadas Cretácico/Paleoceno (66 ± 5 Ma) utilizando K-Ar (Santamaría y Schubert, 1974).

El arco volcánico posiblemente evolucionó desde el Cretácico hasta el Eoceno tornándose más félsico; es por ello la abundancia de fragmentos de rocas volcánicas andesíticas, tanto en las areniscas como en los conglomerados de la Formación Pampatar.

La sedimentación eocena se nutre principalmente del prisma de acreción (tendencia promedio de orogénia reciclada) con posibilidad de aportes menores del arco magmático. La dispersión observada en los diagramas Qm-F-Lt podría ser atribuida a algunas zonas expuestas de la raíz del mencionado arco magmático, ya maduro.

La cuenca desarrollada en la parte delantera del arco, tuvo una evolución similar al actual conjunto Antillas Menores/Barbados, denominadas *Ridge Forearcs* según la definición para estos tipos de cuencas propuesta por Seely y Dickinson (*vide* Kennett, 1982).

Es posible que la región de la actual isla de Margarita haya estado envuelta en un proceso de colisión oblicua contra la placa Sudamericana (Speed, 1976; Pindell, 1993), a partir del Neógeno tardío y uno de los

resultados de dicha colisión fuese el emplazamiento tectónico de sucesiones eocenas y cretácicas en su actual posición.

Entre el Eoceno tardío y el Oligoceno, según el modelo de Speed (1976), el surco de subducción entra en la zona de influencia de un límite transformal (punto triple), por lo que el mecanismo de subducción queda obliterado.

A partir del Mioceno temprano y de haber ocurrido la interacción de bloques expuesta en el modelo de Dewey y Pindell (1985), el proceso de deformación de la secuencia eocena estaría íntimamente ligado a una zona de límite transformal.

Las deformaciones principales debieron terminar antes del Mioceno medio, debido a la existencia de una sucesión sedimentaria (Formación Cubagua) del Mioceno que suprayace discordantemente sobre rocas del Eoceno en la isla de Margarita. Estos sedimentos miocénicos apenas muestran tectonismo (Moreno y Casas, 1986) y están representados por rocas calcáreas con abundantes fósiles sedimentados en aguas someras.

La evolución post-Mioceno debió entonces corresponder a la asociada a la vecindad de un límite de placa transformal, como el expuesto en el modelo de Dewey y Pindell (1985) y cuya principal influencia sobre la región fueron probablemente efectos de rotación entre los bloques mayores, así como reactivación de fallas.

CONCLUSIONES

1. La Formación Pampatar está compuesta de 1600 m de intercalaciones de areniscas y lutitas, así como dos espesos niveles conglomerádicos ubicados en la base y en la parte media de la Formación.
2. Los estratos de la Formación Pampatar representan la sedimentación de sucesiones tipo *flysch* en las que el material terrígeno fue transportado desde aguas someras hasta la cuenca profunda a través de cañones submarinos y distribuidos en forma de abanicos submarinos, mediante mecanismos de transporte tales como corrientes de turbidez, flujo de detritos y flujo de granos.
3. Las unidades conglomerádicas están formadas por conglomerados de guijarros donde los fragmentos de chert y las rocas volcánicas extrusivas, son los más abundantes. Los mecanismos de sedimentación que originaron estas sucesiones corresponden a sobreflujo de corrientes de turbidez o flujos de granos que rellenan de arena, grava y guijarros, los cañones del talud y del abanico interno.
4. La escasa microfauna observada en areniscas de la parte media-superior de la Formación Pampatar corresponde al Eoceno medio.
5. El estudio petrográfico modal de las secciones delgadas fue de gran utilidad en la discriminación de las variables, necesarias para el empleo de los diagramas triangulares QFL y Qm-F-Lt. Estos diagramas permitieron interpretar la existencia de un arco volcánico

así como un prisma de acreción asociado al complejo de subducción, los cuales sirvieron como principal fuente de sedimentos hacia la cuenca durante el Eoceno medio.

BIBLIOGRAFIA

- BOUMA, A. 1962. *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier Publ. Co., 168 pp. Amsterdam.
- DEWEY, J. y PINDELL, J. 1985. Neogene block tectonics of eastern Turkey and northern South America: continental application of the finite difference method. *Tectonics* 4 (1): 71-83. Washington.
- DICKINSON, W., BEARD, L., BREKENRIDGE, G., ERJAVEC, J., FERGUSON, R., INMAN, K., KNEPP, R., LINDBERG, L. y RYBERG, P. 1983. Provenance of North America Phanerozoic sandstones in relation to tectonic setting. *Geological Society of America Bulletin* 94: 222-235. Colorado.
- _____ y SUCZEC, C. 1979. Plate tectonics and sandstones compositions. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin* 63 (12): 2164-2182. Oklahoma.
- GONZÁLEZ DE JUANA, C. 1947. Elements of diastrophic history of northeastern Venezuela. *Geological Society of America Bulletin* 58: 689-702. Colorado.
- JAM, L. y MÉNDEZ, A. 1962. Geología de las islas de Margarita, Coche y Cubagua. *Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle XXII*, 61: 51-93. Caracas.
- KENNETT, J. 1982. *Marine Geology*. Prentice Hall Inc., 818 pp. New York.
- LECLERE-VAN HOEVE, A. y STEPHAN, J. 1985. *Evolution géodynamique des Caraïbes dans le système points chauds*. En (Masclé, A. ed.), *Geodynamique des Caraïbes*: 21-34. Paris Technip.
- MİYASHIRO, A. 1972. Metamorphism and related magmatism in plate tectonics. *American Journal of Science* 272: 629-656. New Haven.
- MORENO, J. y CASAS, J. 1986. *Estudio petrográfico y estadístico del Flysch Eoceno de la Isla de Margarita*. Trabajo especial de grado (inédito), Departamento de Geología, Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- MUÑOZ, N. 1973. Geología sedimentaria del flysch Eoceno de la isla de Margarita (Venezuela). *GEOS, Universidad Central de Venezuela* 20: 5-64. Caracas.
- PETTJOHN, F., POTTER, P. y SIEVER, R. 1972. *Sand and sandstone*. Springer-Verlag, 618 pp., New York.
- PINDELL, J. 1993. Mesozoic-Cenozoic paleogeography evolution of northern South America. *American Association of Petroleum Geologist, International Congress and exhibition*, Poster session. Caracas.
- RIVERO, F. 1956. *Léxico estratigráfico de Venezuela*. Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Publicación especial 1, 535 pp. Caracas.
- RUTTEN, L. 1940. On the geology of Margarita, Cubagua and Coche (Venezuela). *Konink. Akad. Wetensch.* 43: 828-841. Amsterdam.
- SANTAMARÍA, F. y SCHUBERT, C. 1974. Geochemistry and geochronology of the Southern Caribbean-Northern Venezuela plate boundary. *Geological Society of America Bulletin* 85 (7): 1085-1098. Colorado.
- SPEED, R. 1976. Cenozoic collision of the lesser Antilles arc and continental South America, the origin of the El Pilar fault. *Tectonics* 4 (1): 41-69. Washington.
- TROGER, W. 1969. *Optische bestimmung der gesteinsbildenden minerale*. T2, E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, 822 pp. Stuttgart.
- WALKER, R. 1978. Deep water sandstone facies and ancient submarine fans: models for exploration for stratigraphic traps. *American Association of Petroleum Geologist Bulletin* 62 (6): 932-966. Oklahoma.
- YORIS, F. 1986a. Proposición de una nueva técnica para el análisis de conteo, en secciones finas de areniscas. *XXXVI Convención de Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia, Memoria* 36: 76-78. Valencia, Venezuela.
- _____ 1986b. *Clave sistemática para la identificación de minerales con extinción paralela e isométrica en base a sus propiedades ópticas y físicas*. Trabajo de ascenso (inédito), Departamento de Geología, Universidad Central de Venezuela. Caracas.