

## ROCA DE PLAYA EN LA COSTA ENTRE CABO CODERA Y CABO SAN ROMAN (PARAGUANA) Y EN ALGUNAS ISLAS DE VENEZUELA

Por DONALD GODDARD y XAVIER PICARD

Ministerio de Minas e Hidrocarburos  
Dirección de Geología  
División de Geología Marina  
Torre Norte, piso 17  
Centro Simón Bolívar  
Caracas 101

(Recibido en marzo de 1974)

### RESUMEN

En algunas playas de las costas de Venezuela y en algunas islas se encuentran zonas con arena o material típico de playa endurecido, formando lo que se conoce con el nombre de "roca de playa". Dicha roca se forma debido a una cementación más o menos rápida con carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). Las muestras que se han estudiado petrográficamente se caracterizan por la presencia de un cemento de calcita microcristalina (micrita), menos frecuentemente de calcita espática y agujas de aragonito asociado con granos terrígenos y aloquímicos. Los granos y los agregados clásticos varían en composición y en tamaño. En algunos lugares la roca de playa contiene peñones de hasta 50 cm, pero más comúnmente presenta granos de tamaño de grava y arena. En los cayos de Chichiriviche y Tucacas y en la isla de Aves los granos son exclusivamente de fragmentos bioclásticos. Las variaciones son función de la variabilidad de la fuente de sedimentos para esas playas.

### ABSTRACT

On the coast and on some Venezuelan islands there are zones with hardened sand or other typical beach material forming a rock which is known as **beach rock**. The rock is formed due to a more or less rapid cementation at the tidal zone, of sand or coral, algae and mollusk fragments with calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ). The samples which have been studied petrographically are characterized by the presence of a microcrystalline cement (micrite), less frequently by sparite and by aragonite needles associated with terrigenous grains and allochemicals. The grains and clastic aggregates vary both in composition and size. In some places the beach rock contains gravel and sand size grains. On the Chichiriviche and Tucacas keys and on Aves Island the grains are totally bioclastic fragments. The variations are a function of the variability of the source of the sediments to these beaches

### INTRODUCCION

El estudio de la roca de playa en la costa y en algunas islas de Venezuela, fue programa por la División de Geología Marina del Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Esta roca ya se había observado durante los estudios del litoral central y la costa del Estado Falcón, y por su abundancia en estas regiones, la División decidió efectuar un estudio más detallado.

Las rocas de playa que se consideran en esta investigación son las correspondientes a las playas situadas entre cabo Codera y Puerto Cabello, la costa NE del Estado Falcón, la costa este del istmo de Los Médanos, la costa este de la península de Paraguaná y las de los cayos situados frente a Chichiriviche y Puerto Cabello, y las islas de Los Roques, La Orchila y Aves (Fig. 1). Las muestras estudiadas fueron recolectadas en lugares de fácil acceso previamente observados por los autores. Sin embargo, consideramos que a lo largo de la costa estudiada, aproximadamente 600 Km, puede haber sitios con roca de playa, aquí no mencionados. La roca de playa ha sido observada y estudiada en el Estado de Florida de los Estados Unidos, en muchas islas del Caribe, en Brasil, Australia, islas del Pacífico, partes del Africa y varios lugares del Mediterráneo. No tenemos conocimiento de trabajos previos sobre roca de playa efectuados en la costa de Venezuela. Por lo tanto, el propósito de este artículo es el de señalar la existencia de tal roca, describir su textura y composición y dar una explicación de su origen.

### EL ORIGEN DE LA ROCA DE PLAYA

Los factores más importantes para la formación de roca de playa son la alta temperatura y la evaporación.

Por ésto, la roca siempre se encuentra en zonas tropicales en los mares donde crecen corales. Otros factores decisivos son la magnitud de cambio de marea, el oleaje y la cantidad de carbonato de calcio presente en el mar. Existen dos hipótesis principales para la formación de roca de playa: a) la formación por acción de agua dulce subterránea, y b) la que se origina por acción del agua de mar (GINSBURG, 1963). La primera hipótesis enuncia que el agua subterránea disuelve el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) presente en las arenas de playa, precipitándose luego durante la evaporación del agua que ha pasado a través de la arena (Fig. 2-a). RUSSELL (1971) es partidario de esta hipótesis y la ha estudiado en el Caribe, Sur Africa y las Islas Filipinas, y llama a esta roca que está cementada por el  $\text{CaCO}_3$  "roca de mesa de agua" (water-table rock). La segunda hipótesis explica que la precipitación inorgánica de  $\text{CaCO}_3$  del agua de mar es la causa más frecuente de la cementación. GINSBURG (1953) y otros autores dicen que el hecho de que la roca de playa siempre está localizada en la zona de marea es evidencia suficiente para que la cementación sea debida a la precipitación del  $\text{CaCO}_3$  contenido en el agua de mar, como resultado de su calentamiento y evaporación (Fig. 2-b).

Los autores piensan que muchas veces la formación de la roca de playa se debe a la acción del agua dulce sub-

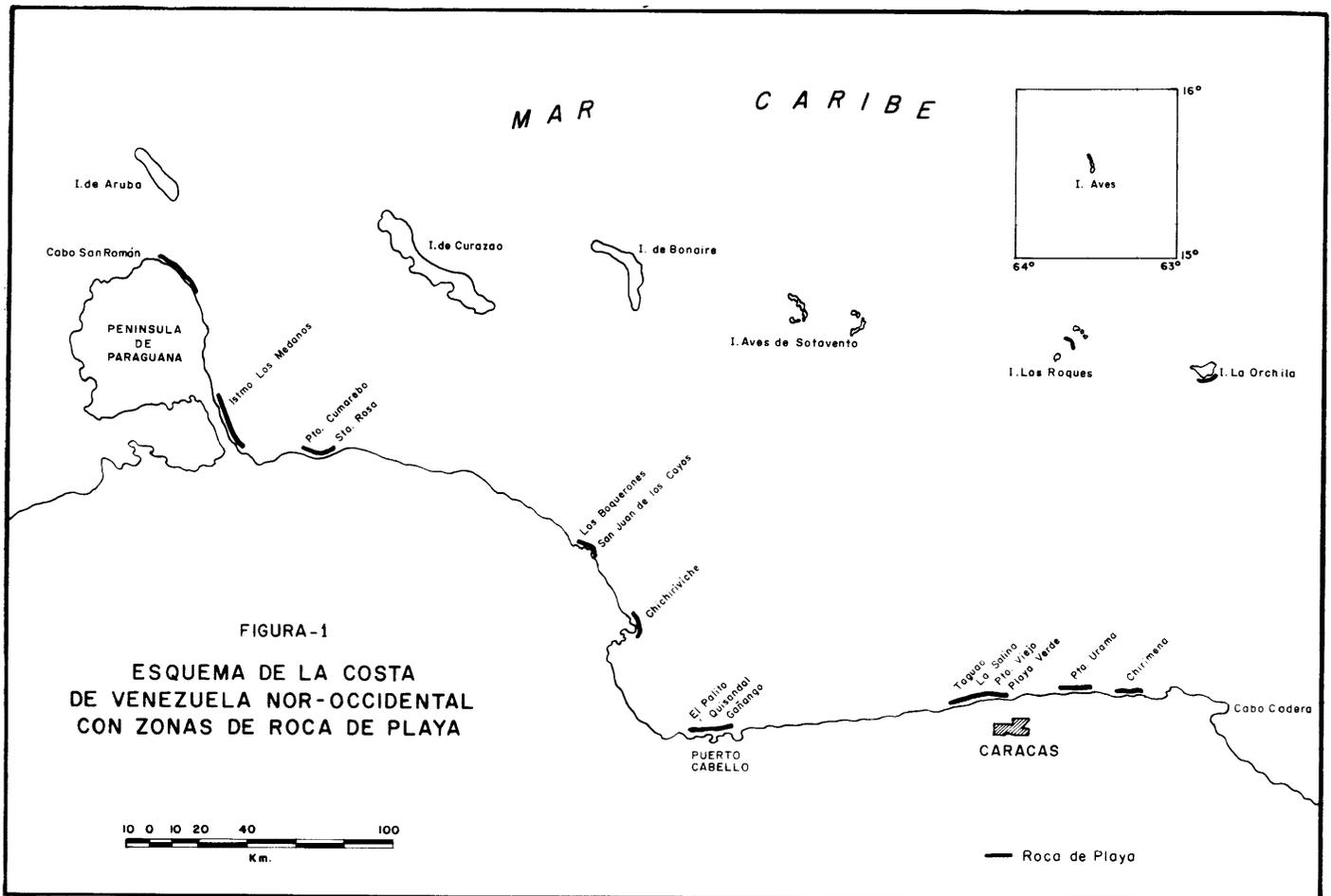
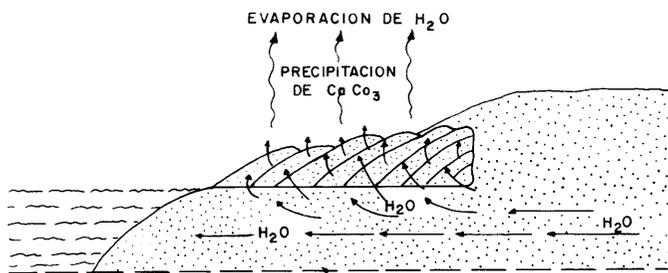
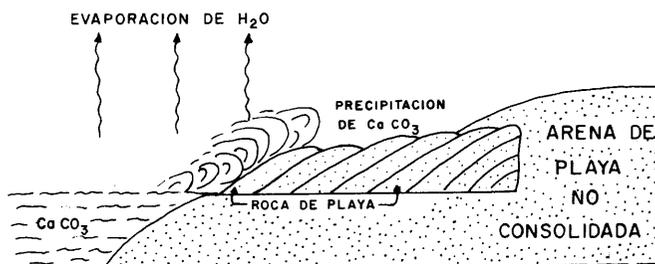


Fig. 2

**HIPOTESIS-I**



**HIPOTESIS-II**



terránea y a la acción del agua de mar actuando al mismo tiempo sobre el material de las playas. Cuando en el sitio no existe el agua dulce subterránea, la cementación de la roca se debe solamente a la precipitación del  $\text{CaCO}_3$  contenido en el agua de mar.

**LOS CONSTITUYENTES Y LA EDAD DE LA ROCA**

En las muestras estudiadas se observó que estaban compuestas de material terrígeno, aloquímicos y ortoquímicos, estando siempre presente los ortoquímicos y uno o dos de los otros constituyentes. El material terrígeno proviene de las rocas erosionadas de la costa y por lo general está constituido por minerales de cuarzo, minerales opacos, micas y fragmentos de rocas sedimentarias, ígneas o metamórficas. Los aloquímicos incluyen todo el material que se ha formado por precipitación química o bioquímica dentro de una cuenca de sedimentación (FOLK, 1959). En algunas muestras los constituyentes aloquímicos observados son intraclastos y fósiles. Los intraclastos son los fragmentos calcáreos que han sido sedimentados, agregados y redepositados, y son de tamaño arena y grava en las muestras estudiadas. Los fósiles son fragmentos de corales, algas, moluscos, escasos foraminíferos y espinas de erizos. Constituyente común a todas las muestras y agente de cementación son los ortoquímicos: la micrita (calcita microcristalina, 1-4 micrones), la esparita (calcita de cristales >10 micras) y el aragonito. En casi

todas las muestras estudiadas por nosotros la micrita es el cemento presente. Sólo en una muestra se observó esparita. En las calcarenitas de la isla de Aves se observó el aragonito como el agente de cementación.

Basándonos en estudios geológicos efectuados en nuestras costas, así como en las observaciones de los autores, estimamos que las rocas de playa estudiadas son de edad Cuaternario, o sea, desde un millón de años antes del presente. Lo difícil es establecer si son del Pleistoceno o de edad más reciente, para lo cual es necesario hacer medidas radimétricas. OSMOND *et al.* (1970) han calculado la edad de la roca de playa del Estado de Florida, Estados Unidos, utilizando el método Uranio-Torio. La presencia de estos isótopos en muestras que contienen fragmentos de moluscos y corales o de muestras de terrazas arrecifales recientes y antiguas, les ha permitido calcular la edad desde 1.000 hasta 300.000 años (OSMOND *et al.*, 1965: 1843). Las rocas de playa y los arrecifes del Pleistoceno descritos por ellos para el estado de Florida son bastante parecidos a los de la zona de Puerto Cabello y La Orchila.

La posición de la roca de playa y de terrazas arrecifales en nuestras costas muchas veces son evidencia de levantamiento tectónico o fluctuación eustática del nivel del mar. Por ejemplo, la roca de playa en el istmo de Los Médanos y en Los Boquerones en el Estado Falcón, parece estar levantada y fracturada. Una muestra de roca de playa tomada en el mar a 8 m de profundidad en la isla Aves indica, que hubo subsidencia de la Isla o cambio eustático en el nivel del mar. Las determinaciones radimétricas de edad de algunas muestras serían sin duda de gran ayuda para esclarecer las dudas que existen con los movimientos verticales del nivel del mar en la costa y en algunas islas venezolanas. MESOLELLA *et al.* (1970) estudiando los arrecifes del Pleistoceno de Barbados calcularon las fluctuaciones glacio-eustáticas del nivel del mar, el desarrollo de los arrecifes y levantamientos tectónicos. En su trabajo describen calcarenitas (roca de playa compuestas totalmente de arenas calcáreas cementadas) del Holoceno, formadas en lagunas detrás de los arrecifes del Pleistoceno, que son similares a unas localizadas en cayo Sal de Chichiriviche y en las islas Alcatraz y Santo Domingo, frente a Puerto Cabello (PICARD y GODDARD, 1972).

## BREVE DESCRIPCION DE LAS ZONAS

### Península de Paraguaná e Istmo de Los Médanos

En el norte de la península a la largo de 10 Km de costa entre cabo San Román y Puerto Escondido se ha localizado roca de playa que está asociada con terrazas levantadas (fig. 3). Las muestras de esta zona tienen granos de tamaño arena a grava y contiene material terrígeno, aloquímicos y cementación por micrita (fig. 4). A lo largo del istmo de Los Médanos se encuentra aproximadamente 25 Km de roca de playa (fig. 5). Comienza en el norte con una cantidad apreciable de fragmentos de moluscos y escaso material terrígeno (fig. 6). Hacia el sur del istmo disminuye la cantidad de material calcáreo y la roca está compuesta casi de cuarzo y algunos minerales opacos. La roca de playa del istmo se encuentra sobre una base arenosa, mide de 2 m a 6 m de ancho y puede tener un espesor de más de 1 m en algunos sitios.



Fig. 3 — Terrazas levantadas asociadas con roca de playa en cabo San Román, Paraguaná.

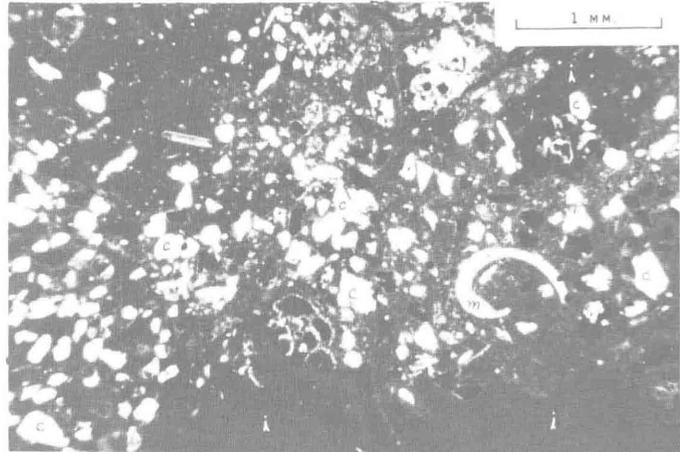


Fig. 4 — Fotomicrografía de una sección fina de roca de playa de cabo San Román; nicoles cruzados; molusco (m) cuarzo (c), intraclasto (i) con cementación de micrita.



Fig. 5 — Istmo Los Médanos, Estado Falcón. Roca de playa compacta sobre una base arenosa.

### Costa noreste de Falcón (La Vela-San Juan de Los Cayos)

Entre La Vela de Coro y San Juan de Los Cayos, estado Falcón, se han localizado pequeños enclaves de roca de playa, cerca de La Vela, en Puerto Cumarebo, Santa Rosa, Los Boquerones y grandes extensiones en San Juan de Los Cayos. Las rocas de playa en Puerto Cumarebo y Santa Rosa, están cubiertas por el alga calcárea *Lithothamnion* y algas verdes y yacen sobre una base arenosa. En San Juan de Los Cayos la roca de playa cubre aproximadamente 5 Km de costa y forma terrazas de caliza mezclada con arena, limo y barro de material terrígeno proveniente del río Tocuyo que desemboca 15 Km más al sur. En Los Boquerones se localizó un pavimento de roca de playa bastante fracturada, de 30 m de largo y unos 5 m de ancho, sobre la playa arenosa (Fig. 7 y 8).

### Islas Venezolanas

Las islas Venezolanas donde se han observado rocas de playa son: cayo Sal en la zona de Chichiriviche, cayo Pescadores y La Playuela en la zona de Tucacas, las islas Alcatraz y Santo Domingo frente a Puerto Cabello, Gran Roque, la Orchila y en la isla de Aves. Solamente en las islas La Orchila y Gran Roque se puede encontrar material terrígeno en la roca de playa. Este material proviene de las rocas ígneas y metamórficas expuestas en las islas. La roca de playa encontrada en los demás cayos e islas está compuesta totalmente de material calcáreo en forma de calcarenitas y calcirruditas. Roca de playa de este tipo se ha observado bien desarrollada en la isla de Aves, donde se encuentra con grandes espesores en el fondo marino alrededor de la isla hasta una profundidad de 10 m por debajo del nivel del mar (Fig. 9 y 10).

### Litoral Central

Entre El Palito, estado Carabobo y cabo Codera, estado Miranda, existen muchas zonas de roca de playa bien desarrolladas. La roca de playa de Quizandal y Gañango cerca de Puerto Cabello está compuesta casi totalmente de algas y corales. En Gañango la roca está cubierta en parte por el alga *Lithothamnion* y algas verdes y marrones. En Quizandal y Gañango la roca de playa evita la erosión de la playa y destrucción de construcciones por el fuerte oleaje y las corrientes marinas (Fig. 11 y 12). Otras zonas con buenos ejemplos de roca de playa son La Salina y Taguao en el Distrito Federal. La roca en estos sitios forma masas de hasta 30 m de ancho y protegen grandes piscinas naturales que se han formado detrás de la roca. Por lo general en esta zona las rocas de playa son conglomeráticas, cementación de grava fina y gruesa. Desde Catia La Mar hasta Mare Abajo también se ha observado roca de playa conglomerática, formando áreas más pequeñas. Entre Mare Abajo y Cabo Codera solo se han observado desarrollos de roca de playa notables en Punta Urama, en Chirimena y cerca del Bajo Capitán entre Chirimena y Puerto Francés (Fig. 13).

### CONCLUSIONES

La roca de playa en nuestras costas se ha formado probablemente por la acción combinada del agua dulce subterránea y la acción del agua de mar sobre el material de playa en la zona de marea. El material está cementado

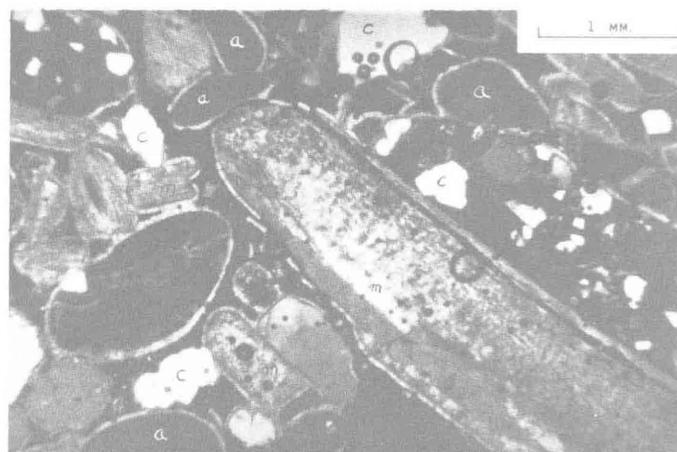


Fig. 6—Fotomicrografía de una sección fina de la roca de playa del istmo Los Médanos: nicoles cruzados; algas calcáreas (a), moluscos (m), cuarzo (c). El borde claro alrededor de los granos es micrita.



Fig. 7—Los Boquerones, Estado Falcón. Pavimento de roca de playa levantada y fracturada.

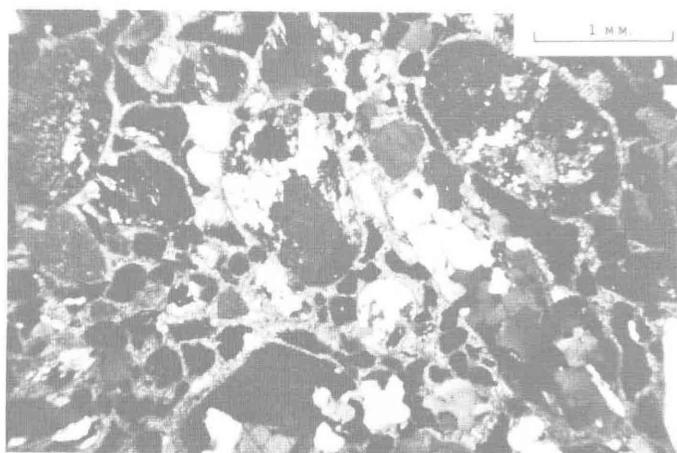


Fig. 8—Fotomicrografía de una sección fina de la roca de playa de Los Boquerones. Está compuesto totalmente de granos terrígenos, principalmente cuarzo y minerales opacos. El borde claro alrededor de los granos es micrita.

por calcita microcristalina que generalmente se ha precipitado durante la evaporación del agua. Se observó cementación de aragonito en algunas muestras de la isla de Aves. La determinación de edad de las rocas de playa por métodos radiométricos en el futuro ayudará a resolver pro-

blemas de tectonismo y fluctuaciones eustáticas del nivel del mar que hayan ocurrido en el Cuaternario. La roca de playa constituye una protección natural a la costa donde se ha formado, debido a su resistencia a la erosión marina.



Fig. 9 — Punta sur de la isla de Aves con desarrollo de roca de playa en la zona de marea.

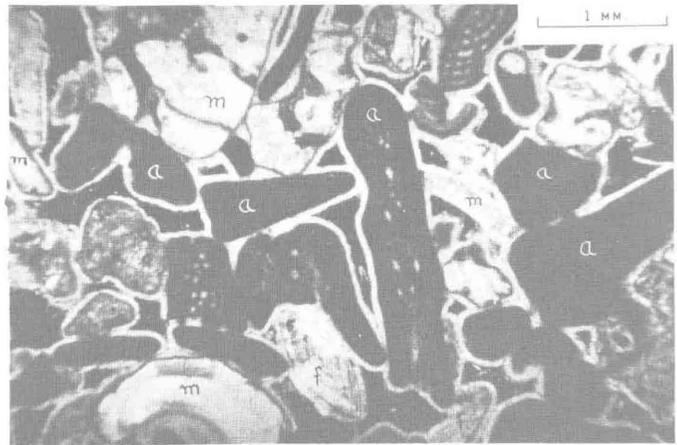


Fig. 10 — Fotomicrografía de una sección fina de roca de playa de la isla de Aves, donde todo el material es calcáreo, compuesto de algas calcáreas (a), moluscos (m), foraminíferos (f) y escasas espinas de erizos. La cementación es de aragonito.



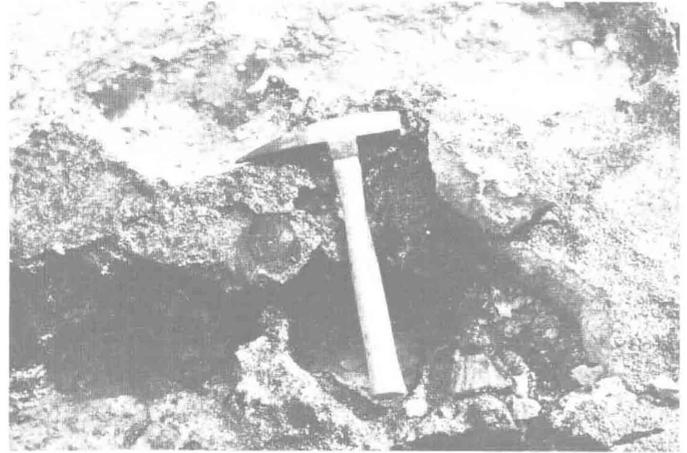
Fig. 11 — Quizandal, cerca de Puerto Cabello. Roca de playa que protege la playa y construcciones del oleaje y corrientes marinas.



Fig. 12 — Gañango, cerca de Puerto Cabello. Roca de playa de alga calcáreas y corales y cementada en la zona de marea.



Fig. 13 — (a) Punta Urama, Distrito Federal. Roca de playa con material terrígeno de tamaño grava y arena.



(b) Detalle.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al geólogo José Antonio Galavis S., Jefe de la División de Geología Marina, M.M.H, por su apoyo durante la realización del trabajo, así como la lectura crítica del manuscrito. Las secciones finas fueron preparadas en el Laboratorio del Ministerio de Minas e Hidrocarburos y las fotomicrografías fueron tomadas por el doctor Peter Moticska de la División de Investigaciones.

#### BIBLIOGRAFIA

FOLK, L. (1959) "Practical Petrographic Classification of Limestone". *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 43 (1):1-38.  
 GINSBURG, R. N. (1953) "Beach rock in South Florida". *Jour. Sed. Pet.*, 23 (2): 85-92.

MESOLELLA, K. J.; H. A. SEALY, y R. K. MATTHEWS (1970) "Facies Geometries Within Pleistocene Reefs of Barbados West Indies". *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 54 (10):1899-1917.  
 ÓSMOND, J. K.; J. P. MAY, y W. F. TANNER (1970) "Age of the Cape Kennedy Barrier - and - Lagoon Complex". *Jour. Geoph. Res.*, 75 (2): 469-479.  
 OSMOND, J. K.; J. R. CARPENTER, y H. L. WINDOM (1965) "Th 230/U234 Age of the Pleistocene Corals and Oolites of Florida". *Jour. Geoph. Res.*, 70 (8):1843-1847.  
 PICARD, X., y D. GODDARD (1972) "Sedimentación de Carbonatos en las Islas Larga, Alcatraz y Santo Domingo. Puerto Cabello, Edo. Carabobo". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol. Min. Petrol.*, 15 (4-5-6):54.  
 RUSSELL, R. J. (1971) "Water - Table Effects On Sea Coasts". *Geol. Soc. Am. Bull.*, 82: 2343-2348.

**APENDICE**

**DESCRIPCION DE LAS LOCALIDADES DE ROCA DE PLAYA**

**PENINSULA DE PARAGUANA E ISTMO DE LOS MEDANOS**

*Muestra y localidad*

(F-2) 2 Km al sur de Cabo San Román. Paraguaná.

(F-3) Cabo San Román, Paraguaná

(F-4) 1 Km al este de Cabo San Román, Paraguaná.

(F-7) 3 Km al este de Cabo San Román, Paraguaná.

(F-28) Maicara, Paraguaná.

(BR-01) Istmo norte, Tanque INOS.

(BR-02) Istmo 5 Km al sur Tanque del INOS.

(BR-03) Istmo 16 Km (F-33A) al sur del Tanque del INOS.

(F-35A) Istmo 25 Km al sur del Tanque del INOS.

*Constituyentes*

Terrígenos: cuarzo, opacos.  
Aloquímicos: escasos intraclastos, algas, moluscos y corales.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: cuarzo, opacos, rutilo.  
Aloquímicos: algas, moluscos, corales, foraminíferos.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: cuarzo, epidoto, opacos, mica, anfíboles.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: cuarzo (20%).  
Aloquímicos: abundantes, intraclastos, corales y algas 80%.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: cuarzo, opacos.  
Ortoquímico: esparita.

Terrígenos: cuarzo, opacos.  
Aloquímicos: moluscos, intraclastos.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: cuarzo, opacos (pocos).  
Aloquímicos: abundantes moluscos, intraclastos.

Terrígenos: abundante cuarzo, opacos.  
Aloquímicos: escasas algas, pocos moluscos e intraclastos.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígeno: cuarzo, mica, opacos.  
Ortoquímico: micrita.

**COSTA NORTE DEL ESTADO FALCON**

*Constituyentes*

Terrígenos: predominante cuarzo y opacos.  
Aloquímicos: intraclastos y escasos moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: escaso cuarzo y opacos.  
Aloquímicos: intraclastos abundantes.  
Ortoquímico: micrita.

Terrígenos: cuarzo y pocos opacos.  
Aloquímicos: algas y moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

*Descripción*

Conglomerado de grava fina y arena gruesa.

Arenisca de grano fino.

Arenisca de grano grueso.

Conglomerado de grava fina y arena.

Conglomerado de grava fina.

Arenisca de grano grueso a muy grueso.

Arenisca de grano grueso a muy grueso (casi calcarenita).

Arenisca de grano mediano a grueso.

Conglomerado de grava fina.

*Descripción*

Arenisca de grano mediano a grueso.

Conglomerado de grava fina (casi intramicrita).

Arenisca de grano fino.

*Muestra y localidad*

(BR-05) 1 Km al este de La Vela de Coro.

(BR-06) Balneario de Puerto Cumarebo.

(BR-07) Santa Rosa, a 1 Km al oeste del balneario.

(BR-08) Los Boquerones en la curva de la carretera.

Terrigenos: cuarzo y pocos opacos.  
Aloquímicos: escasos fragmentos de moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

Arenisca de grano mediano a grueso.

(BR-09) San Juan de Los Cayos.

Terrigenos: poco cuarzo.  
Aloquímicos: corales y algas (Lithothamnion).  
Ortoquímico: micrita.

Caliza de arena y grava.

#### ISLAS VENEZOLANAS

##### *Muestra y localidad*

##### *Constituyentes*

##### *Descripción*

(C-083) Cayo Sal, Chichiriviche.

Aloquímicos: algas, moluscos, corales, intraclastos, espinas de erizos.  
Ortoquímico: micrita.

Calcarenita de grano fino.

(C-062) Cayo Sal, Chichiriviche.

Aloquímicos: alga *Halimeda* y escasos moluscos y corales.  
Ortoquímico: micrita y aragonito.

Calcarenita de grano grueso.

(73A-01 al 73A-07) Isla de Aves.

Aloquímicos: algas *Halimeda* y *Lithothamnion*, moluscos y corales.  
Ortoquímico: micrita y aragonito.

Calcarenita de grano grueso.

#### LITORAL CENTRAL

##### *Muestra y localidad*

##### *Constituyentes*

##### *Descripción*

(BR-10) Gañango, Puerto Cabello.

Terrigenos: muy escasos.  
Aloquímicos: corales, algas, moluscos, intraclastos.  
Ortoquímico: micrita.

Caliza - Intramicrita.

(BR-11) Quizandal, Puerto Cabello.

Terrigenos: cuarzo y mica.  
Aloquímicos: corales, algas e intraclastos.  
Ortoquímico: micrita.

Caliza - arenosa.

(BR-13) Punta El Puente, cerca de Anare, D.F.

Terrigenos: rocas metamórficas.  
Aloquímicos: intraclastos.  
Ortoquímico: micrita.

Conglomerado de grava mediana y fina.

(BR-14) Mare Abajo, D.F.

Terrigenos: rocas metamórficas, gneis, etc.  
Ortoquímico: micrita.

Conglomerado de grava fina y gruesa.

(BR-15) Playa Verde, D.F.

Terrigenos: cuarzo, mica, opacos.  
Aloquímicos: intraclastos, corales, algas y moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

Conglomerado de arena y grava fina a mediana.

(BR-16) Puerto Viejo, Marina Grande, D.F.

Terrigenos: rocas metamórficas.  
Aloquímicos: intraclastos, corales, algas y moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

Conglomerado de arena y grava fina y gruesa.

(BR-17) La Salina, D.F.

Terrigenos: rocas metamórficas.  
Aloquímicos: intraclastos, corales, algas y moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

Conglomerado de arena gruesa y grava fina.

(BR-18) Taguao, D.F.

Terrigenos: rocas metamórficas.  
Aloquímicos: intraclastos, corales, algas y moluscos.  
Ortoquímico: micrita.

Conglomerado de arena gruesa y grava fina.