

EL GOLFO DE CARIACO. PARTE III. CONTENIDO DE CARBONATOS Y CONSTITUYENTES DE LAS PARTICULAS DE LOS SEDIMENTOS. SU DISTRIBUCION POR EL FONDO. FAUNA CARACTERISTICA

LUIS FELIPE CARABALLO M.

Instituto Oceanográfico. Universidad de Oriente. Cumaná - Venezuela

RESUMEN: Se investiga el contenido de carbonato de calcio de 271 muestras de sedimentos de la Plataforma Continental de Venezuela Nor-Oriental, en el área hoy ocupada por el golfo de Cariaco. Los más altos porcentajes se localizan en la zona sur-occidental del golfo, en relación directa con el alto contenido de material calcáreo esquelético existente en esos fondos, y constituido por conchas y caparazones de foraminíferos, corales, algas coralinas, etc., así como también por restos calcáreos de una fauna reliquia que podrían estar señalando un proceso de sedimentación durante la transgresión holocena del cuaternario que afectó todo el área de influencia al golfo de Cariaco.

ABSTRACT: In this work we studied 271 samples of sediments from the Cariaco Gulf, in the continental shelf of north-east Venezuela, with the purpose to know the types of particles and the content in calcium carbonate. The highest percentages were found in the southwest, part, in direct relation to the carbonate skeletal materials of recent marine organisms, molluskus, foraminifera, coralline algae, etc.; and debris of a relict fauna that probably is indicative of deposition during or prior to the Quaternary Marine transgression of great influence in the Cariaco gulf area.

INTRODUCCION

Existen 3 fuentes básicas de aporte de material calcáreo a los sedimentos marinos (1) esqueletos calcáreos (2) restos de materiales rocosos calcáreo preexistente, y (3) precipitados inorgánicos.

De acuerdo a las anteriores consideraciones, y basado en la literatura científica consultada que hace referencia expresa a ciertos materiales rocosos en la costa norte del golfo de Cariaco, y teniendo en cuenta que su aporte a los sedimentos acumulados en el fondo no es suficiente como para incrementar de manera apreciable las proporciones de material calcáreo en los mismos, se considera conveniente referir todos los porcentajes al contenido de la fracción calcárea esquelética pre-

dominante en las muestras del fondo del golfo de Cariaco.

El propósito esencial de la investigación es conocer detalladamente la distribución del carbonato de calcio en esta porción de la plataforma continental, haciendo

énfasis en el origen y significado ambiental de la fracción calcárea contenida en el sedimento, a la vez que se tratan de establecer las variaciones en su distribución y naturaleza de la fracción por factores como el transporte y la fuente de los sedimentos.

AREA DE ESTUDIO

La plataforma de Cumaná (CARABALLO en prensa), hoy cubiertas por las aguas del golfo de Cariaco, está

definida como un área de 62.5 km de longitud en sentido E-W, y un ancho promedio de 8.950 km en la dirección N-S (Fig. 1).

Trabajos previos en el área señalan la presencia de una abundante población de foraminíferos que ha llevado a algunos autores a clasificar los sedimentos según las facies predominantes (ROA & OTTMAN, 1961); mientras que SEIGLE & BERMÚDEZ (1962) en un estudio de los foraminíferos recientes llegan a establecer una relación directa entre éstos y la distribución de los sedimentos por el fondo del golfo.

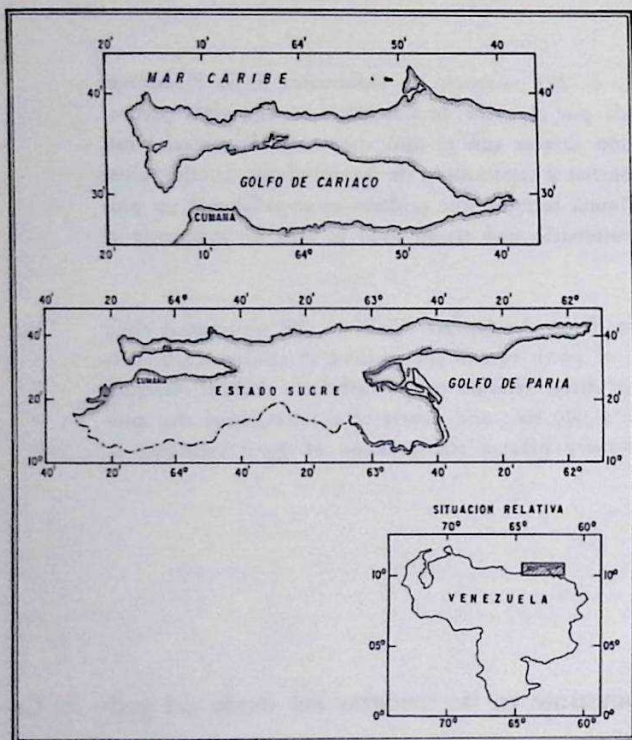


Fig. 1. Situación relativa y localización del área de estudio.

Por su parte MARTÍNEZ (1961) al establecer una relación sedimentos-organismos del fondo hace referencia a fondos arenosos-conchíferos señalando específicamente restos de conchas de bivalvos mezclados en la arena; LEMUS (1970) habla de sectores del golfo con aguas tranquilas de poca profundidad y sustrato de corales, restos de organismos calcáreos diversos y praderas de *Thalassia*; y SUÁREZ (1969) señala que en la zona litoral sur del golfo se localizan sedimentos con altos porcentajes de arena muy fina y limo arcilloso,

acompañados de una población muy numerosa de conchas y restos de foraminíferos. Más reciente, CARABALLO (1973) señala la gran significación e influencia que tienen los fragmentos y restos calcáreos esqueléticos sobre el contenido total de carbonatos en los sedimentos del fondo de Ensenada Grande del Obispo, en el litoral norte-central del golfo.

COLECCION Y TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Las estaciones de muestreo se localizaron mediante el uso del sextante y la brújula (Fig. 2), tomando como base los relevantes característicos topográficos que rodean al golfo. Las 271 muestras de sedimentos fueron colectadas mediante dragado y buceo autónomo, en campañas oceanográficas del buque "Guaiquerí I" y la moto-nave "Dios te Salve".

Para la determinación del contenido de carbonatos se usó el tratamiento sugerido por TWENHOFEL & TYLER (1941).

Las características texturales de los sedimentos estudiados, particularmente los de la fracción arena, permitieron hacer mecánicamente la separación de los restos de organismos marinos, mientras que en las fracciones de limo y arcilla, el reconocimiento y separación se hacía más compleja, lo que obligó al autor a establecer la conveniencia de calcular los porcentajes de carbonatos en la totalidad de las muestras, o sea, incluyendo conjuntamente los fragmentos y restos de organismos marinos con el material detrítico calcáreo que pudiera existir en la muestra.

Así mismo, y con el propósito de tener una idea más concreta referente a los componentes esenciales de los sedimentos, y a la posible caracterización de los medios ambientes en los cuales ellos se depositaron, hemos aplicado el método de estudio de la fracción gruesa (SHEPARD & MOORE, 1954). Realizado un conteo entre 200 y 400 granos de material sedimentario representativo de las diferentes zonas del golfo, hemos determinado, en general, una población constituida por conchas y sus fragmentos grandes y pequeños, de pelecípodos y gasterópodos, fragmentos de corales, conchas de foraminíferos bentónicos y planctónicos; acompaña-

Golfo de Cariaco. III Contenido de carbonatos y constituyentes de las partículas de los sedimentos

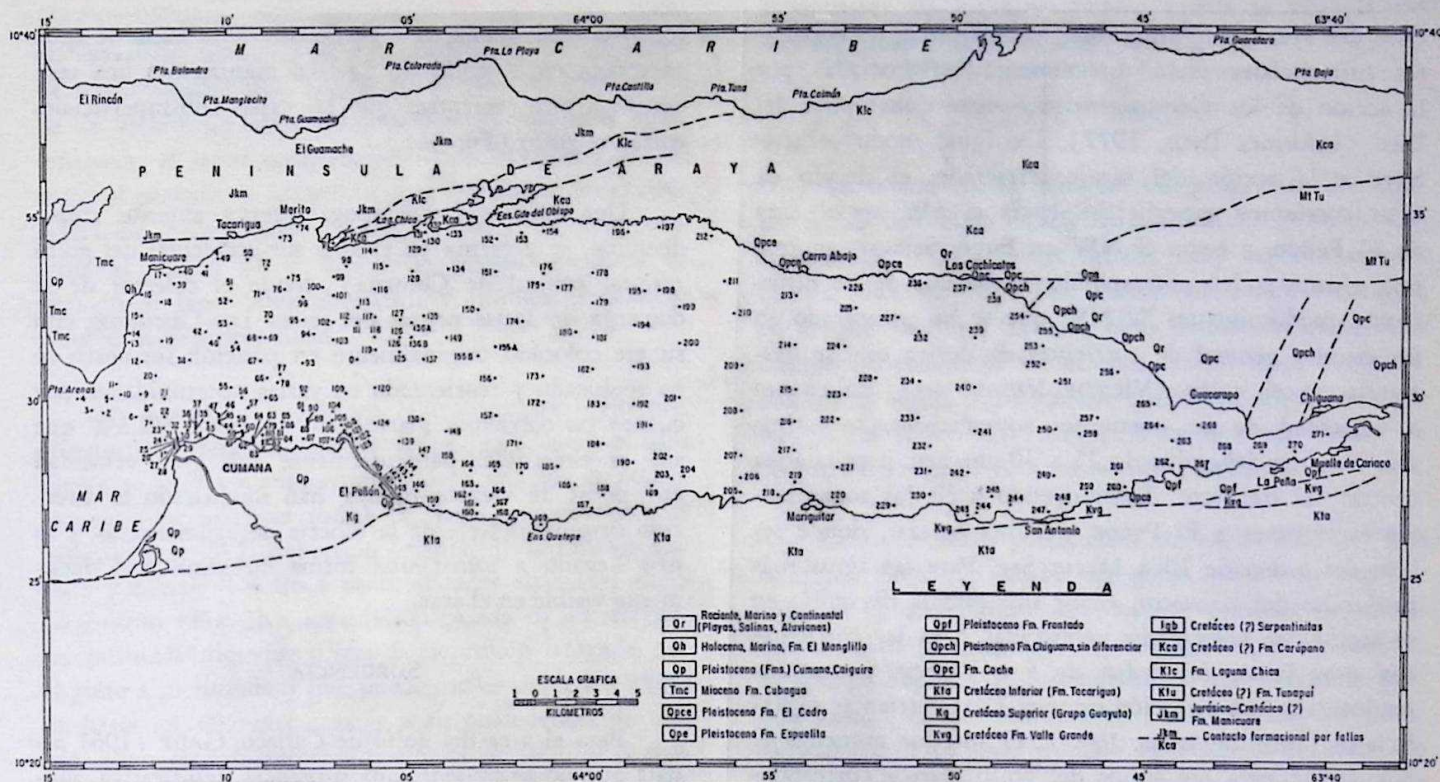


Fig. 2. Localización de las Estaciones de muestras para el estudio Geología Continental y su influencia al golfo.

dos de granos minerales, en particular, cuarzo, mica, yeso y fragmentos de rocas.

CONDICIONES OCEANOGRÁFICAS

Dada la influencia que sobre los mecanismos de distribución de material calcáreo puedan ejercer las condiciones oceanográficas del medio ambiente señalaremos, en lo posible, los aspectos más resaltantes de los procesos de circulación e intercambio de las masas de agua que ocupan el golfo de Cariaco.

CIRCULACIÓN:

En relación a las corrientes marinas que afectan las masas de agua del sistema oceanográfico del golfo de Cariaco, entre los primeros en hacer referencia a éste parámetro están ROA MORALES & OTTMANN (1961), quienes señalan que las aguas superficiales salen por la ribera sur del golfo bajo la acción de los vientos del Este y del Noreste; y GADE (1961), quien expresa que las características hidrográficas del golfo sugieren una circulación ciclófica casi permanente en las capas superficiales. Así mismo, atribuye a los vientos de direc-

ción Este, predominantes en la costa, como responsables de las corrientes fuertes en dirección Oeste, y corrientes débiles hacia el Este por la costa sur, motivado a los vientos de poca intensidad que allí se presentan. En cuanto al agua que entra al golfo desde el Mar Caribe, GADE (1961) mediante un perfil vertical encontró que el flujo de la corriente estaba hacia el interior del golfo, aproximadamente en la capa más profunda que los 30 m.

Posteriormente GRIFFITHS & SIMPSON (1967) señalan que el golfo presenta una circulación débil y restringida a ciclos climáticos anuales; y MARGALEF (1971) considera que dentro del ecosistema pelágico del Mar Caribe y regiones adyacentes, el golfo de Cariaco es una bahía de doble nivel sujeta a un tipo estuarino de circulación provocada por vientos y diferencias de densidades.

Por otro lado, medidas de corrientes realizadas en un transecto comprendido entre Pta. Salazar, al norte, y Punta Delgada, al sur, indican que en aguas profundas, y en aguas someras adyacentes a las zonas bajas de

éstas dos áreas geográficas bien identificadas, las corrientes superficiales están directamente influenciadas por la acción de los vientos predominantes que soplan del Este (Informes INOS, 1977). De igual modo se atribuye a la acción del oleaje refractado, el desvío de estas corrientes superficiales hacia el SW en el área de El Peñón, y hacia el NW en Punta Salazar; aunque ésta última podría corresponderse con una de las direcciones predominantes W-NW que se ha encontrado en un estudio general de corrientes de deriva que se desarrolla en el golfo (VÍCTOR VIDAL, *ms*). En cuanto a velocidad de las corrientes superficiales, se estima una máxima del orden de 25 a 30 cm/Seg. para la zona central del transecto, disminuyendo hacia las zonas bastantes cercanas a El Peñón y Punta Salazar, donde serían del orden de 10 a 15 cm/Seg. Para las aguas más profundas del transecto, y por supuesto la del golfo en ese sector, las velocidades registradas para las corrientes son muy bajas, del orden de 5 a 10/Seg. y con una tendencia a una dirección opuesta a las corrientes superficiales (Informe INOS, 1977). El anterior esquema de circulación para ese sector del golfo, parece corresponderse bastante bien con el sistema general de circulación establecido por los autores arriba mencionados, y

según el cual, las capas superficiales de la masa de agua encerrada en el golfo de Cariaco manifiestan una tendencia a salir, mientras que las capas sub-superficiales entran al golfo (Fig. 3a).

Una evidencia que apoya nuestra anterior consideración, se presenta en el área sur-occidental del golfo (litoral central de Cumaná), donde el colector de la descarga de aguas negras del sector Los Castilliros, con su eje colocado originalmente en posición sur-norte, se ha reubicado y reorientado en varias oportunidades, por cuanto las corrientes marinas de dirección NE-SW que allí se presentan, particularmente con gran velocidad en épocas de vientos fuertes, han modificado la dirección original del eje de la tubería de aguas negras, y lo han llevado a tomar una forma en semi-curva fácilmente visible en el área.

SURGENCIA

Para el área del golfo de Cariaco, GADE (1961 señala que no se presenta una surgencia significativa, aunque reconoce que el proceso es más acusado en la parte Este a lo largo de la costa Sureste. Sin embargo, para

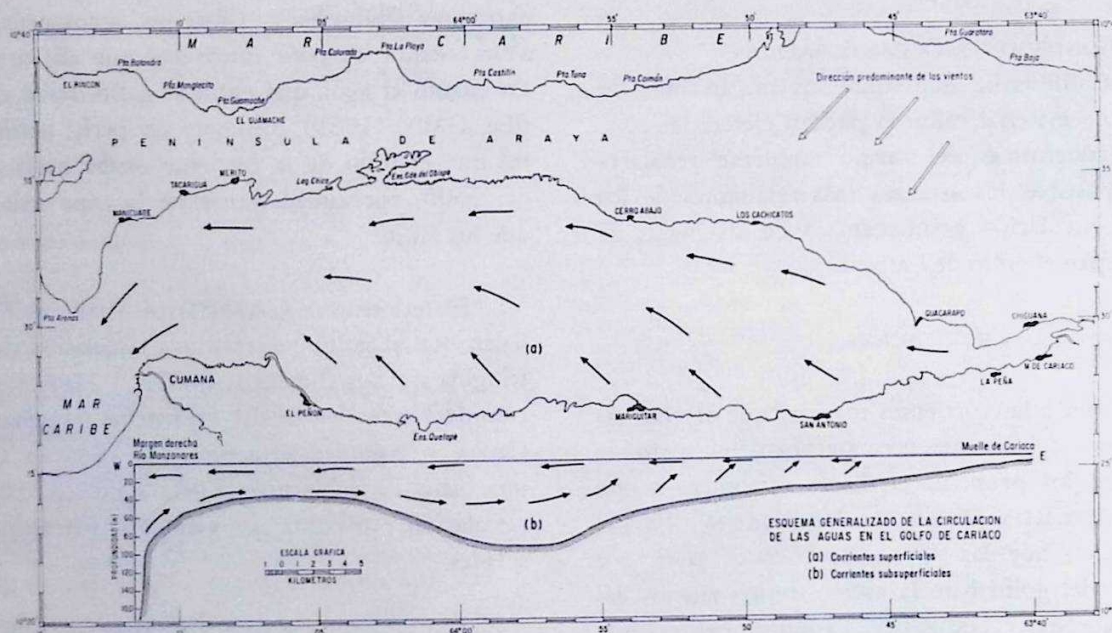


Fig. 3. Esquema generalizado de las corrientes en el área del golfo, a) Corrientes superficiales; b) Corrientes subsuperficiales.

KATO (1961) se producen surgencias en el área oriental del golfo motivado al desplazamiento de las masas de aguas superficiales que salen al exterior por efecto de los vientos de dirección Este que ocurren en la zona, señalando al lapso comprendido entre octubre y marzo como el período de surgencias más relevantes. Igual consideración hace GRIFFITHS & SIMPSON (1967) referente al origen de la surgencia, aunque establece su período al lapso diciembre-abril y limitan el proceso a los 50 m de profundidad.

En general, y basado en la información existente, el autor considera que entre el golfo de Cariaco y el Mar Caribe se realiza un intercambio de aguas que se podría esquematizar así: las masas de agua procedentes del extremo Este de la depresión oriental de la fosa de Cariaco penetran al golfo a profundidades estimadas entre 30 y 60 m (Fig. 3b), apreciación basada en las relevantes profundidades que ofrece la depresión ocupada por el golfo a su entrada, y que puede oscilar desde los 75-80 m, hasta los 185 m y más; y a su procedencia de una zona topográficamente más profunda como lo es la fosa de Cariaco. Según las características del fondo, las aguas pasan al sector occidental del golfo siguiendo la dirección aproximada SSW-NNE de un eje principal, es decir, de lo que se considera constituye el relevante cañón submarino localizado en este sector, y extendido hasta las inmediaciones del área de Laguna Chica. Probablemente, y a partir de esta última zona, las aguas se dispersan más y continúan su viaje hacia las zonas central y oriental del golfo.

Como movimiento natural a efectos del intercambio, las aguas superficiales de más baja densidad, por lo general, son llevadas al exterior del golfo por efectos de los vientos Alisios predominantes, siguiendo el flujo de agua superficial adyacente a la costa norte en una dirección aproximadamente Este-oeste; mientras que la que se desplaza por el centro y adyacente a la costa Sur, lo hace en una trayectoria aproximadamente Sur-oeste.

Por otro lado, se considera que el proceso mediante el cual las aguas profundas afloran a la superficie por efectos de la surgencia, constituye parte de ese mecanismo que origina el intercambio de masas de agua entre el golfo y el mar abierto, y que dependiendo básicamente de la circulación por efectos de los vientos pre-

dominantes, da lugar así mismo a que se produzca la renovación completa de las aguas del golfo.

RESULTADOS

De acuerdo a la distribución geográfica del contenido de carbonato en los sedimentos del golfo de Cariaco (Fig. 4), se puede señalar muy específicamente que la zona nor-occidental, sector Manicuaire-Tacarigua, es la que presenta las más altas concentraciones. Aún cuando se presentan variaciones en los valores obtenidos, es de gran significación encontrar amplias extensiones del fondo con proporciones que van desde un 50 hasta más del 75% de carbonato (Tabla I).

Estos elevados porcentajes de carbonatos en una zona tan bien delimitada del golfo, tienen su explicación en la abundancia de material calcáreo esquelético que se encuentra en sus sedimentos. Así, y de acuerdo al análisis textural y distribución de las fracciones predominantes en los sedimentos (CARABALLO, en prensa), se encontró una marcada abundancia de arena de conchas (calcarenitas) constituidas por restos de gran variedad de organismos marinos, acompañado por fragmentos de arrecifes marginales que aportan rubos de anélidos, briozoarios, ostracodos, conchas de forminíferos, etc. La distribución de esta biolito-facies y su influencia en los diversos sectores del fondo del golfo está señalado en la Figura 5. Por otra parte, la presencia de estos arrecifes marginales, al parecer, está relacionada muy estrechamente con el sistema de corrientes que allí se presentan, las cuales, en su desplazamiento natural hacia el interior del golfo (GADE, 1961), puede transportar los materiales sedimentarios de los fondos cercanos a la costa, y en consecuencia, desplazar sin dificultad alguna el sedimento de grano fino. La ausencia de este tipo de partículas en los sedimentos ha quedado perfectamente comprobada en el análisis textural de las fracciones predominantes (CARABALLO, en prensa).

TABLA I. TOTAL DE CARBONATO DE CALCIO EN LAS MUESTRAS DE SEDIMENTOS

Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador
1	100	8	Draga
2	40	56	"
3	30	26	"

LUIS FELIPE CARABALLO M.

Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador	Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador
4	35	24	"	59	10	49	Draga
5	15	36	"	60	8	25	Buceo
6	40	46	"	61	5	23	"
7	60	48	"	62	7	21	"
8	40	48	"	63	5	18	"
9	20	14	"	64	10	15	"
10	9	85	"	65	39	33	Draga
11	6	78	"	66	48	15	"
12	15	98	"	67	57	21	"
13	5	3	"	68	60	67	"
14	5	82	"	69	61	20	"
15	10	97	"	70	62	75	"
16	5	65	"	71	50	62	"
17	5	24	"	72	51	—	"
18	25	94	"	73	30	93	"
19	30	97	"	74	25	40	"
20	35	96	"	75	45	19	"
21	60	46	"	76	55	18	"
22	75	2	"	77	43	66	"
23	65	11	"	78	45	21	"
24	70	13	"	79	18	23	"
25	20	15	Buceo	80	13	—	Buceo
26	15	18	"	81	5	12	"
27	10	22	"	82	5	16	"
28	5	14	"	83	5	11	"
29	5	16	"	84	15	10	Draga
30	10	22	"	85	15	15	Buceo
31	15	16	"	86	5	18	Draga
32	20	11	"	87	2	22	Buceo
33	10	8	Draga	88	5	8	"
34	5	15	Buceo	89	10	22	"
35	10	18	"	90	15	20	Draga
36	15	20	"	91	24	24	"
37	20	23	"	92	35	19	"
38	60	60	Draga	93	47	26	"
39	20	94	"	94	55	22	"
40	10	44	"	95	60	52	"
41	15	1	"	96	54	16	"
42	60	32	Buceo	97	5	95	"
43	10	12	Draga	98	45	53	"
44	5	20	Buceo	99	50	22	"
45	10	22	"	100	55	45	"
46	20	18	Draga	101	60	30	"
47	30	17	Buceo	102	50	22	"
48	51	48	Draga	103	45	18	"
49	20	80	"	104	20	17	"
50	35	70	"	105	5	12	"
51	40	14	"	106	4	18	Buceo
52	54	61	"	107	2	4	Draga
53	50	36	"	108	2	16	"
54	50	45	"	109	32	15	"
55	45	8	"	110	40	12	"
56	40	13	"	111	45	12	"
57	30	14	"	112	48	20	"
58	20	56	"	113	53	45	"

Golfo de Cariaco. III Contenido de carbonatos y constituyentes de las partículas de los sedimentos

Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador	Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador
114	45	44	"	168	20	6	"
115	60	43	"	169	15	11	"
116	55	47	"	170	66	26	"
117	48	21	"	171	69	26	"
118	44	15	"	172	57	25	Draga
119	44	15	"	173	59	31	"
119	42	12	"	174	63	36	"
120	36	9	"	175	65	28	"
121	2	7	Draga	176	72	27	"
122	2	12	"	177	65	44	"
123	2	4	"	178	69	27	"
124	16	—	"	179	71	19	"
125	41	14	"	180	68	19	"
126	44	15	"	181	70	10	"
127	48	—	"	182	65	43	"
128	55	46	"	183	67	13	"
129	45	19	"	184	83	10	"
130	45	51	"	185	82	25	"
131	30	53	"	186	73	27	"
132	5	13	"	187	35	10	"
133	45	17	"	188	59	14	"
134	62	23	"	189	65	27	"
135	50	21	"	190	85	40	"
136	48	22	"	191	83	46	"
137	45	9	"	192	70	48	"
138	38	9	"	193	70	13	"
139	30	16	"	194	73	17	"
140	2	5	"	195	75	28	"
141	2	16	"	196	45	33	"
142	4	7	"	197	40	32	"
143	5	7	"	198	74	26	"
144	10	8	"	199	75	26	"
145	2	9	"	200	74	23	"
146	12	17	"	201	69	23	"
147	40	15	"	202	85	—	"
148	45	20	"	203	65	—	"
149	56	33	"	204	65	20	"
150	60	36	"	205	45	41	"
151	60	30	"	206	52	22	"
152	52	19	"	207	58	24	"
153	50	35	"	208	65	25	"
154	48	32	"	209	65	29	"
155	53	37	"	210	72	24	"
156	56	25	"	211	59	21	"
157	55	23	"	212	39	51	"
158	45	9	"	213	46	17	"
159	10	24	"	214	57	43	"
160	20	17	"	215	57	22	"
161	45	10	"	216	59	24	"
162	45	9	"	217	58	15	"
163	52	—	"	218	35	23	"
164	50	13	"	219	40	9	"
165	60	29	"	220	10	7	"
166	51	18	"	221	51	15	"
167	45	15	"	222	53	15	"

LUIS FELIPE CARABALLO M.

Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador	Estación Nº	Prof. m	CO ₃ %	Tipo de muestreador
223	52	22	"	248	35	10	"
224	52	18	"	249	43	9	"
225	40	21	"	250	35	12	"
226	30	83	"	251	22	14	"
227	40	28	"	252	19	14	"
228	48	26	"	253	14	15	"
229	20	30	"	254	5	3	"
230	35	22	"	255	5	3	"
231	47	24	Draga	256	12	4	"
232	49	16	"	257	28	16	"
233	48	7	"	258	26	—	"
234	47	6	"	259	30	14	"
235	40	2	"	260	22	19	"
236	15	8	"	261	38	20	"
237	10	44	"	262	20	12	"
238	7	3	"	263	30	10	"
239	25	11	"	264	24	17	"
240	39	10	"	265	15	8	"
241	43	4	"	266	14	18	"
242	47	10	"	267	10	7	"
243	20	—	"	268	18	18	"
244	30	—	"	269	15	15	"
245	44	18	"	270	12	17	"
246	25	8	"	271	3	22	"
247	25	9	"				

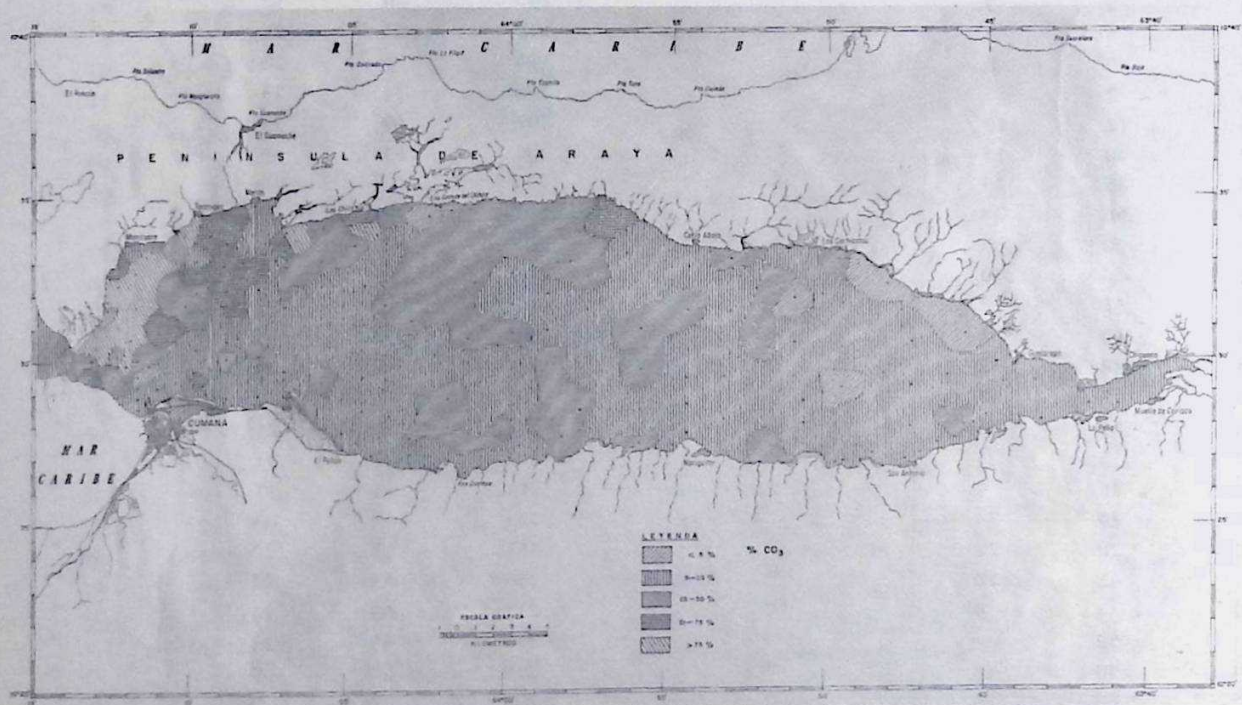


Fig. 4. Distribución geográfica de los porcentajes de Carbonatos (% CO₃).

A todo éste conjunto calcáreo debe agregarse la presencia, en estos fondos, de sedimentos reliquias, es decir, material calcáreo más antiguo procedente de los niveles de terrazas depositadas cuando el nivel del mar se encontraba mucho más bajo que el de hoy día, y localizándose a profundidades entre 15-30 m y 40-60 m en este sector del golfo (Fig. 5). En el mismo sentido, se puede señalar que en algunas áreas costeras del sector se han localizado niveles de terraza cuya fauna está evidenciada deposición en fondos marinos de 2 a 6 m

la proporción de carbonatos contenido en las muestras. ROA & OTTAMAN, (1962), señalan éste material como arenas conchíferas con predominio de una fauna bentónica de substrato rocoso.

Para la distribución geográfica de los valores de carbonatos comprendidos entre un 26 y un 50% (Tabla I.) se pueden señalar amplios espacios del área central del golfo (Fig. 4) ocupados por un sedimento limoso fino, constituido, principalmente, por forami-

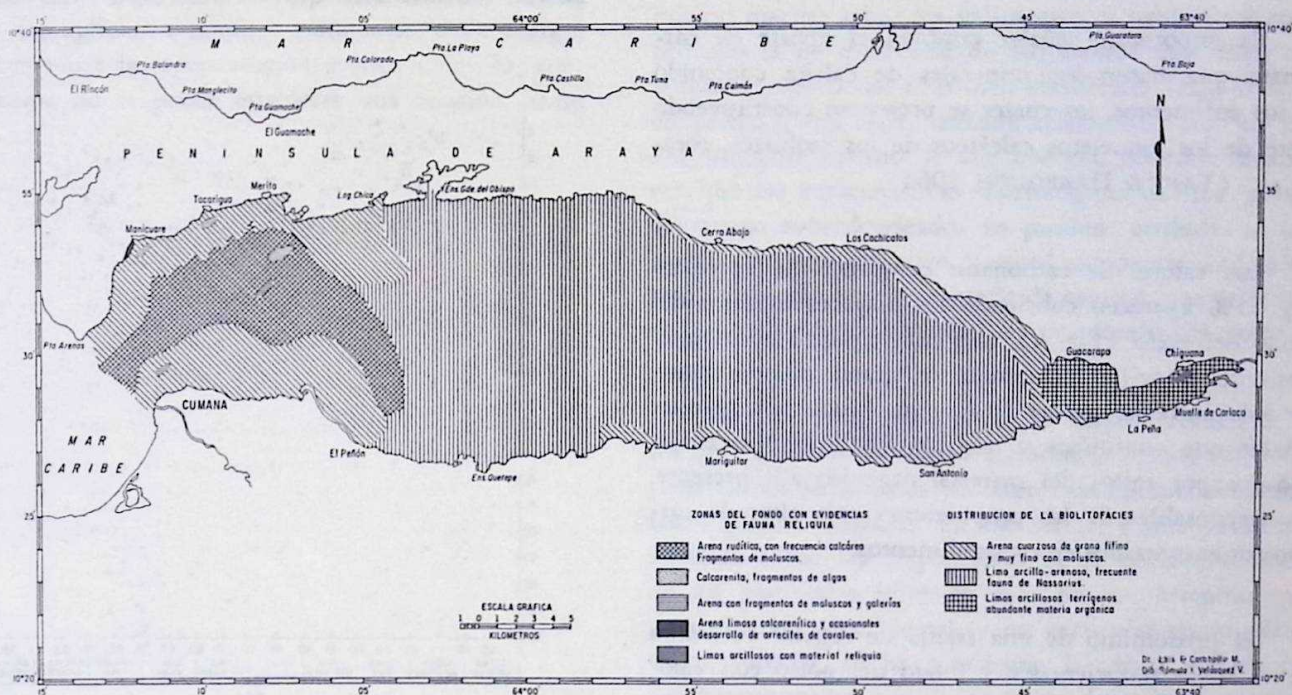


Fig. 5. Distribución de la biotofacias y evidencias de Fauna Reliquia en el área del golfo.

de profundidad. Tal es el caso de los restos de una terraza submarina ubicada al sur del cementerio de Manicure, compuesta de arena limosa, calcarenita gruesa, cuarzo, y ocasionales desarrollo de corales que se incluyen dentro de la llamada formación El Manglillo (MACSOTAY & MONROE, 1974), y que sin duda alguna constituya una fuente segura y permanente de sedimentos calcáreos al fondo del golfo.

No se observa en el sector continental adyacente cursos de aguas de suficiente magnitud como para suministrar material sedimentario al fondo y disminuir

níferos planctónicos transportados desde el exterior al golfo por las corrientes (SEIGLIE, 1962), y responsables en gran parte de los relativamente altos porcentajes de carbonatos allí encontrados.

Estos foraminíferos, al ser transportados desde las aguas oceánicas al interior del golfo, probablemente encuentran en ese sector condiciones favorables para su permanencia y posterior deposición, en parte quizás, por la presencia de corrientes marinas débiles y lentas en relación a las más rápidas y fuertes señaladas para el borde norte (GADE, 1961).

Para el área específica que ocupa la depresión de Guaracayal se señalan porcentajes que oscilan entre un 50% y un 100% de foraminíferos planctónicos en relación al total contenidos en los sedimentos de esa zona (SEIGLIE & BERMÚDEZ, 1963). Mientras que para ROA & OTTMAN (1961) la presencia de fangos de globigerinas y pterópodos en el interior del golfo, en particular en el área de la gran depresión centro-sur, implica una cierta anomalía que podría hacerlos confundir con fangos de globigerinas de aguas profundas. Los autores relacionan ésta anomalía con el fenómeno de surgencia que se presenta en esta zona.

Es importante señalar también el aporte de carbonato que hacen los minerales de calcita contenido en los sedimentos, los cuales se presentan constituyendo parte de los esqueletos calcáreos de los moluscos, corales, etc. (TAFT & HARBOUGH, 1964).

Los valores de carbonatos comprendidos entre un 5 y 25% aparecen cubriendo los mayores espacios del fondo del golfo (Fig. 4), aún para aquellas zonas muy cerca de la orilla. El tamaño de grano predominante, variable entre las arenas finas y los limos, nos permite señalar que continúan siendo los foraminíferos, acompañados por restos del material orgánico allí presente, los responsables de las proporciones más altas de carbonatos encontrados en esos sedimentos.

El predominio de una franja de regular extensión en el borde nororiental del fondo del golfo con valores de menos del 15% de carbonatos, coincidiendo con una zona donde se han localizado algunas unidades sedimentarias de origen marino, fosilíferas, y en consecuencia, calcáreas (MACSOTAY & CARABALLO, 1976), nos inclina a señalar que en ese sector costero la presencia de una densa red hidrográfica conlleva, el que se produzca de manera bastante apreciable, el fenómeno de la dilución, mediante el cual, los sedimentos terrígenos actúan como elementos diluyentes de un ambiente calcáreo en potencia (CHÁVEZ, 1962), originándose así una disminución muy acusada de los porcentajes de carbonatos; más aún, si se les correlacionan con los valores encontrados para muestras de fondos adyacentes. De acuerdo a MILLIMAN *et al* (1968), la contribución de sedimentos detríticos afecta localmente el contenido de carbonatos en una zona determinada.

Igual consideración podría aplicarse a las áreas de los fondos marinos con bajos valores de carbonatos (5 — 25%) y que casi llegan hasta la orilla de la costa sur del golfo, aún cuando en éstos sectores costeros desembocan cursos de agua que arrastran material sedimentario desde las estribaciones de la serranía del interior, muy particularmente de la formación Taguarumo, que contiene capas de calizas de sus estratos de areniscas (MACSOTAY, 1975).

Si establecemos la relación contenido de carbonato-diámetro medio de las partículas (Fig. 6), se puede señalar bastante bien que los valores, a todas las pro-

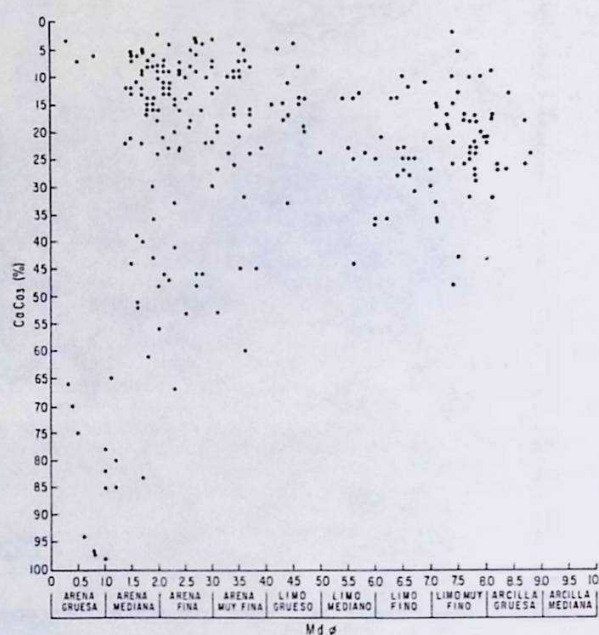


FIG. 6 — RELACION DEL CONTENIDO DE CARBONATO (%) Y EL DIÁMETRO MEDIO (Md φ)

Fig. 6. Relación del contenido de carbonato (%) y el diámetro medio (Md).

porciones de carbonatos contenidos en los sedimentos, se presentan en las diferentes fracciones arenosas gruesas, con acusada presencia de restos de material esquelético de origen orgánico; mientras que la nube de puntos que atestiguan los valores bajos, parecen concentrarse en la fracción limosa, (grano medio o muy fino), y algo en la arcillosa (grano grueso). Aún cuando en la zona central y oriental del golfo son abundantes los faraminíferos bentónicos y planctónicos, en particular éstos últimos que son transportados desde las aguas

oceánicas (constituyen más del 75% del total de foraminíferos, SEIGLIE, 1961), y los aportes del fenómeno de surgencia que en esa zona se ha detectado, la presencia notable del material sedimentario al tamaño de limo eólico procedente de las áreas continentales adyacentes (CARABALLO en prensa), probablemente está ocasionando la dilución de los porcentajes reales del material calcáreo existente, no permitiendo establecer límites de penetración del material continental en el fondo del golfo.

El concepto generalizado de que el contenido de carbonatos se incrementa con la profundidad (REID, 1963) fue aplicado a nuestros sedimentos; sin embargo, y de acuerdo a la representación gráfica (Fig. 7), aparentemente no se puede establecer una relación firme

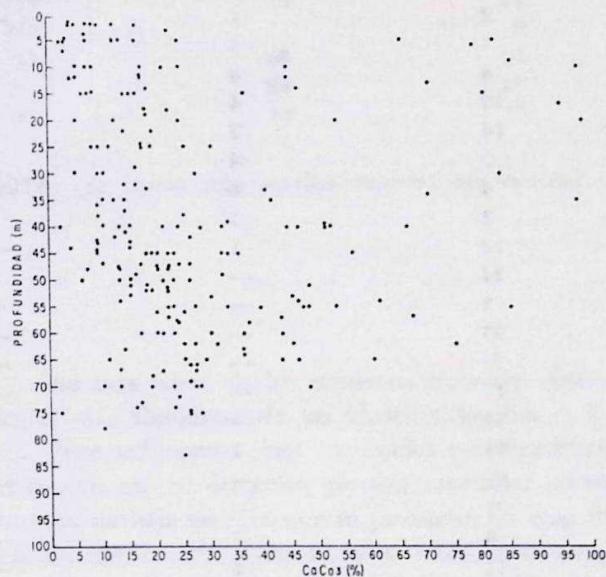


FIG. 7 — RELACION DEL CONTENIDO DE CARBONATO (%) Y LA PROFUNDIDAD (m)

Fig. 7. Relación del contenido de carbonato (%) y la profundidad del agua (m).

entre ambos parámetros, pues la nube de puntos es amplia y muy dispersa, en clara evidencia de las grandes variaciones de las concentraciones de los carbonatos contenidos en las muestras con las diferentes profundidades, y en todas las direcciones. Esto podría significar el importante papel que juega la topografía submarina en la relación de carbonatos-profundidad del agua.

CONSTITUYENTES DE LAS PARTICULAS

Del análisis de los diferentes granos minerales al microscopio binocular, se pudo observar la gran abundancia del cuarzo. Este mineral se presenta de formas muy variadas, desde muy angular, de borde aristado, que corresponde a los no desgastados (ND) CAILLEUX (1954), hasta los de forma subredondeados que parecen haber sufrido un cierto transporte desde su caída al fondo (Tabla II). En consideración al hecho de no haber observado ningún tipo de grano de cuarzo redondeado brillante (RB) características de un accionamiento marino sobre los sedimentos, y habiéndose comprobado la no existencia de sedimentos muy bien clasificados y poco del tipo bien clasificado (CARABALLO en prensa), tan estrechamente relacionado con un medio ambiente marino de alta energía, podemos establecer que las características morfológicas de los granos de cuarzo subredondeados se pueden atribuir a una fuente de suministro cuyo material sedimentario constitutivo ha sufrido un cierto grado de erosión, que se refleja en los sedimentos superficiales del fondo del golfo.

Para la zona nororiental, la mayor frecuencia de los granos de cuarzo subredondeados se atribuye al transporte de los sedimentos por efecto de las corrientes marinas que se presentan en ese sector, y que ya hemos señalado como las responsables de la notable ausencia de los materiales finos en esos fondos. Mientras que para el área suroccidental, y en particular en su plataforma interior, se ha constatado la gran abundancia del cuarzo en relación a los otros elementos que componen los sedimentos de esta plataforma somera y que sin duda alguna deben ejercer cierta influencia sobre aquellos materiales sedimentarios localizados en áreas más profundas.

La apreciable semejanza entre esta morfología de los granos minerales que forman parte de los sedimentos del fondo, y la señalada por algunos autores para las unidades de rocas que afloran a lo largo del litoral del golfo de Cariaco (BALDA, 1963); SCHUBERT 1972, MACSOTAY, 1976), confirman el origen continental ya establecido por los sedimentos clásticos que ocupan estos fondos, así como el escaso transporte que parecen han sufrido desde su deposición (CARABALLO, en prensa).

TABLA II. ANALISIS DE LA FRACCION GRUESA

Muestra	Cuarzo	Roca	Concha	Mica	Otros
Nº	%	%	%	%	%
1	90	2	—	2	6
2	45	14	35	—	6
23	43	—	54	1	2
29	80	15	1	1	3
30	86	12	1	1	—
31	94	4	1	1	—
32	93	4	1	1	1
33	76	16	7	1	—
34	89	9	1	1	—
35	86	12	—	2	—
36	92	5	1	2	—
37	92	5	1	2	—
42	43	6	48	—	3
44	69	25	6	—	—
45	71	23	6	—	—
46	75	21	4	—	—
47	77	18	5	—	—
51	78	2	18	1	1
59	90	7	2	1	—
60	85	7	5	3	—
61	91	6	4	4	5
65	72	15	10	4	1
77	75	9	14	2	—
80	63	29	3	4	1
81	62	28	4	6	—
82	67	25	2	5	1
83	84	13	22	1	—
84	57	13	24	—	6
88	83	12	5	—	—
91	4	1	95	—	—
92	25	3	72	—	—
93	68	15	17	—	—
95	57	7	32	—	4
96	10	4	85	1	—
100	2	1	97	—	—
103	19	5	75	—	1
106	82	10	8	—	—
109	73	15	11	1	—
110	72	5	22	1	—
111	89	3	6	2	—
112	10	2	88	—	1
118	78	21	1	—	—
119	13	3	83	—	1
126	5	1	94	—	—
127	63	25	11	1	—
130	71	5	23	1	—
136	69	21	8	1	1
139	5	1	93	—	1
148	91	3	5	1	—
149	5	2	91	—	2
167	82	14	1	1	2
169	98	1	—	1	—

(CONTINUACION TABLA II)

Muestra Nº	Cuarzo %	Roca %	Concha %	Mica %	Otros %
171	78	11	9	—	2
172	70	7	19	1	3
175	90	3	6	1	—
185	90	5	4	—	1
187	91	2	5	2	—
193	34	19	18	8	20
196	78	5	3	13	1
207	70	1	23	1	5
213	63	16	17	1	3
217	62	16	16	—	6
218	99	1	—	—	—
226	64	24	10	1	1
229	33	1	60	—	6
231	96	1	2	1	—
238	95	4	1	—	—
245	77	16	7	—	—
249	98	2	—	—	—
250	71	25	2	1	1
253	76	13	10	1	—
260	71	6	23	—	—
262	68	4	27	—	1
263	84	11	4	—	1
265	80	17	2	1	—

NOTA: Se usaron solo aquellas muestras con cantidad suficiente para el estudio al binocular.

Por otra parte, de los minerales micaceos observados el más abundante de los identificados fue la biotita. Estos sedimentos finos localizados preferentemente en la zona central del golfo, parecen confirmar las condiciones de baja energía que se presentan en esos fondos. En éste sentido, (DOYLE *et al.* 1968) señalan que las características de transporte y sedimentación de las micas, así como su distribución en los sedimentos, parecen reflejar a corto término una respuesta a las condiciones de la energía en el medio ambiente.

FAUNA

Si se considera el proceso orgánico como uno de los principales productores de material calcáreo, tanto para la zona occidental como para algunos sectores del centro y este del golfo de Cariaco, es de gran importancia el poder establecer una correlación entre la fau-

na diagnóstica que hemos podido identificar y aquellas otras señaladas para determinados sectores ya estudiados del litoral del golfo, así como de áreas exteriores al mismo.

Así, del total de muestras analizadas se han encontrado muchas especies que aparecen en los sedimentos de los niveles de terrazas marinas de diferentes profundidades localizadas en el golfo de Santa Fe (MACSOTAY, 1975), Ensenada Grande del Obispo (CARABALLO, 1973) y área nororiental del golfo de Cariaco (MACSOTAY & CARABALLO, 1976). El código utilizado en la lista faunal elaborada al efecto y que consideramos representativa de los sedimentos del golfo, en el siguiente: (A) = Abundante, más de 20 ejemplares; (F) = Frecuente, entre 20 y 6 ejemplares; (E) = Escaso, entre 6 y 2 ejemplares, y (R) = Raro, 1 ejemplar; RQ = ejemplar fósil o reliquia (Tabla III).

LISTA FAUNAL

<i>Cyclostrema antillarum</i> (E)	<i>Tellina</i> Sp. (E)
<i>Cadulus</i> Sp. (E)	<i>Volvulina</i> Sp. (E)
<i>Soccella</i> of, <i>jamaicensis</i> (E)	<i>Saccella barlinartini</i> (F)
<i>Caecum Floridanum</i> (E) RQ?	<i>Olivella</i> Sp. (F)
<i>Ervilia nitens</i> (E) RQ	<i>Crenella divariata</i> (F)
<i>Transenella</i> Sp. (R)	<i>Lima</i> Sp. (R)
<i>Engoniophos</i> Sp. (juvenil) (R)	<i>Lucina</i> Sp. (F) RQ
<i>Turritella variegata</i> (Lamarck) (E)	<i>Chemnitzia</i> Sp. (R)
<i>Carycorbula</i> Sp. (E)	<i>Necula</i> Sp. (R)
<i>Barbatia cancellaria</i> (juvenil) (R)	<i>Verticordia</i> Sp. (R) RQ
<i>Bittium venezuelanum</i> (R) RQ	<i>Fimbria</i> Sp. (R) RQ
<i>Chione cancellata</i> (juvenil) (R) RQ	<i>Graphularia ambigua</i> (Morton) (F) RQ
<i>Conus jasjiden</i> (juvenil) (R)	<i>Rhisorum ocutun</i> (R)
	<i>Discoporella umbellata</i> (R)

TABLA III: FAUNA GENERAL CARACTERISTICA DE LOS SEDIMENTOS DEL FONDO DEL GOLFO DE CARIACO

(A) = Abundante (E) = Escaso (F) = Frecuente

Est.	G.	P.	F.	Es.	C.	E.
5	A	A	E	E	E	F
6	R	R	R	R	R	R
11	A	A	E	E	R	R
20	A	A	E	E	E	E
32	A	A	E	R	R	R
38	A	A	R	E	E	R
39	F	A	R	F	E	E
43	A	A	E	F	E	R
44	A	A	R	R	E	E
45	A	A	E	R	E	E
48	F	A	R	R	R	R
51	A	A	R	E	E	R
52	A	A	R	E	R	R
54	A	A	E	R	E	R
55	A	A	R	E	R	R
56	A	A	R	E	R	R
57	A	A	E	R	R	E
58	A	A	F	E	R	R
60	A	A	R	E	E	E
67	A	A	F	E	E	E
68	A	A	R	E	R	R
69	A	A	R	E	E	R

Golfo de Cariaco. III Contenido de carbonatos y constituyentes de las partículas de los sedimentos

(CONTINUACION TABLA III)

Est.	G.	P.	F.	Er.	C.	E.
70	A	A	R	R	R	R
74	A	A	E	R	R	R
75	A	A	F	E	E	E
78	A	A	E	R	E	E
79	A	A	R	R	R	E
80	M.A	E	E	E	E	
81	A	A	R	E	R	E
82	A	A	E	F	E	R
83	A	A	E	E	R	R
84	A	A	R	E	E	E
91	A	A	E	E	R	R
93	F	A	E	R	R	R
97	A	F	F	E	R	R
100	A	A	E	E	R	R
104	A	E	E	R	R	R
108	A	M.A	R	E	R	R
112	A	A	F	R	R	R
114	A	A	R	F	R	R
115	A	A	R	E	R	R
119	E	A	E	E	R	R
126	A	A	R	E	R	R
129	A	A	R	E	R	R
131	Material muy fragmentado.		Difícil reconocimiento			
140	F	A	R	E	R	R
143	A	A	E	E	R	R
206	A	A	R	E	R	E
222	E	A	E	R	R	R
233	F	A	R	E	R	R

G = Gasterópodos P = Pelecipodos F = Foraminíferos
 Es = Escafópodo C = Crustáceos Eq = Equinoideo

En general, se considera como una fauna representativa de fondos arenoso-limosos que vive actualmente en las ensenadas y golfos abiertos del oriente de Venezuela. Algunas especies se encuentran a profundidades entre 20 y 35 m, y otras aproximadamente, entre los 60 y 100 m. De acuerdo a la identificación de las especies, se puede señalar que constituyen una mezcla de fauna reciente (viviente) y fauna antigua (fósil o reliquia). Los términos que hacen referencia a sedimentos recientes se utilizan en un sentido litogénico (MACSOTAY, 1977), es decir un sedimento de edad Holocena pero en un cierto proceso de transporte y/o acumulación. Por esta razón se considera que todo material sedimentario que se está acumulando, aunque no constituye aún una superficie terminal bien definida, ya no es un sedimento reciente. Aplicando este concepto a nuestro estudio, consideramos que todos los materiales sedimentarios en movimiento que están

constituyendo las orillas y las playas del golfo de Cariaco son recientes y de edad Holocena.

Para el caso de los sedimentos fósiles, se considera que éstos se acumularon en medio ambiente de equilibrio, durante un lapso de tiempo bien determinado; luego, al modificarse los factores del ambiente por algún proceso específico, cambios del nivel del mar, tectonismos, etc., los sedimentos pierden el estado de equilibrio y pasan a mezclarse con otros tipos de sedimentos. Es bajo éstas condiciones de mezclamiento que hemos encontrado la fauna en los sedimentos del fondo del golfo de Cariaco, material reliquia mezclado con la fauna del ambiente marino predominante actualmente, en mayor o menor grado, de acuerdo al área específica del fondo. Sin embargo, es importante señalar que la fauna reliquia no ha sido cubierta ni disfrazada por la fauna reciente, por lo que siempre se pudo localizar sin dificultad en el muestreo correspondiente.

Es importante también hacer el señalamiento de otro carácter físico, como es el aspecto exterior de las conchas esqueléticas, el cual viene a constituir una excelente guía para diferenciar los sedimentos recientes de las reliquias. Así, es frecuente observar al microscopio binocular una población de organismos donde los grupos de individuos que la componen aparecen, algunas veces con aspecto fresco o sea con un color gris original, y otras con aspecto viejo, desgastado o trabajado, y de un color gris oscuro y hasta negro.

En el primer caso se considera como un material sedimentario reciente, mientras que en el otro, se dice que corresponde a un sedimento reliquia o antiguo (PILKEY, 1964). Con bastante frecuencia se observan numerosas perforaciones en las conchas antiguas hechas por los organismos vivientes del medio ambiente marino, y que juegan un importante papel en el posterior rompimiento de estos restos esqueléticos reliquias.

Particularmente es de mencionarse la fauna de sedimentos reliquias correspondiente a la terraza localizada, aproximadamente a los 50 m de profundidad en el sector occidental del golfo (MACSOTAY, 1977), y a la cual se podría señalar como uno de los elementos más importantes en relación a los elevados porcentajes de material calcáreo esquelético que se han determinado en los sedimentos de ésta zona.

CONCLUSIONES

1) En general, y de acuerdo con el carácter geológico del área continental adyacente, el aspecto textural y el análisis de las fracciones gruesas contenidas en los sedimentos superficiales del golfo de Cariaco se pueden establecer que los procesos orgánicos constituyen uno de los mecanismos más importantes en la producción del carbonato del calcio contenido en esos sedimentos.

2) Los restos esqueléticos se consideran como los contribuyentes esenciales de la fracción gruesa de los sedimentos; mientras que las conchas y caparazones de foraminíferos están dominando en la fracción fina. En general, la influencia del material calcáreo de origen continental se considera como de poca significación.

3) Los elevados porcentajes de carbonatos encontrados en numerosas muestras del sector nororiental del golfo están estrechamente relacionados con la abundancia de población de material calcáreo esquelético antiguo allí localizado; mientras que los acusados descensos de este parámetro en las zonas adyacentes a la desembocadura de los ríos y quebradas, está influenciada por la presencia del material sedimentario de origen continental que diluye las concentraciones de carbonatos que pudieran encontrarse en esos sedimentos.

4) El material calcáreo procedente de la fauna de organismos marinos vivientes y reliquias localizadas en el fondo, conjuntamente con la mineralogía de los sedimentos finos, están señalando un cierto control en la distribución de los materiales sedimentarios por determinados elementos como son: la proximidad de la fuente proveedora de sedimentos, la morfología submarina y las corrientes marinas presentes en el área; y

5) La presencia y características de material calcáreo esquelético reliquia en un gran número de muestras del fondo del golfo, parecen evidencias que los procesos sedimentarios posteriores a la deposición de los niveles de terrazas submarinas existentes, no han sido lo suficientemente efectivos como para cubrirlos.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer sinceramente toda la valiosa colaboración prestada por el personal técnico y auxiliar del Departamento de Oceanografía Física y Geológica en la realización del presente trabajo. Muy agradecido a los señores ADONAY PERNÍA y RÓMULO I. VELÁSQUEZ, del laboratorio de fotografía y sala de dibujo, respectivamente. A mi colega y amigo Dr. OLIVER MACSOTAY por su ayuda en la identificación de la fauna contenida en los sedimentos.

REFERENCIAS

- BALDA, F. A. 1960. Estructura geológica de Chiguana, Península de Araya, Estado Sucre, *Cong. Geol. Ven. III, Caracas, Men.*, T. II 928-934.
- CAILLEUX, A. 1954. Distinction des sables marins et fluviaux. *Bol. Soc. Geol. Fr.*, XII: 375 p.

- CARABALLO, L. F. 1973. Estudio Fisiográfico. Sedimentario y Geología Histórica de la Ensenada Grande del Obispo (Estado Sucre, Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 12 (2): 29-77.
- , (en prensa). El golfo de Cariaco. Parte II. Los sedimentos superficiales y su distribución por el fondo. Fuente de sedimentos. Análisis mineralógico.
- CHÁVEZ, E. 1962. Processes of carbonates sedimentation. *Narragansett mari. lab. occ. publ.* (1): 77-85.
- DOYLE, L. J., W. J. CLEARY & O. PILKEY. 1978. Mica, its use in determining shelf depositional. *Mar. Geol.*, (6): 381-389.
- GADE, H. G. 1961. On the hydrographic conditions in the gulf of Cariaco during the months from may to november 1960. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1 (1): 21-46.
- GRIFFITHS, R. C. & J. G. SIMPSON, 1967a. Estructura térmica del golfo de Cariaco, Venezuela, de agosto de 1959 hasta agosto de 1961. *Serie Recursos y Explotación Pesqueros*, 1 (4): 116-169.
- I. N. O. S. 1977. *Estudio batimétrico y de geotécnica y geofísica submarina. Informe final*, Vol. III, 414 p.
- KATO, K. 1961. Oceanographic studies on the gulf of Cariaco I. Chemical and Hydrographical observations in january 1961. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente* 1 (2): 343-353.
- LEMUS, A. 1970. La flora macrobentónica y algunos parámetros físicos y químicos del golfo de Cariaco. *Laguna* No 25-26: 3-11.
- MACSOTAY, O. 1975. Geología submarina y fauna de micro-metazoarios del golfo de Santa Fe. Venezuela. Nororiental. *Bol. Geol.*, XII (23): 443-491.
- : & W. MOORE, 1974. Cronoestratigrafía de algunas terrazas cuaternarias marinas del nororiente de Venezuela. *Cuadernos Azules*, 12: 1-63.
- : & L. F. CARABALLO. 1976. Geología y Bioestratigrafía Cenozoica de la parte oriental del golfo de Cariaco. Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*. 15 (1): 25-56.
- MARGALEF, R. 1975. The pelagic ecosystem of the Caribbean Sea. *Symp. Invest. & Res. Carib. Seas & Adjacent regions* (UNESCO): 483-498.
- MARTÍNEZ, O. L. 1967. Taxonomía y distribución geográfica de los gasterópodos prosobranquios de las costas del golfo de Cariaco. Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Biología, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- MILLIMAN, I. D; O. H. PILKEY & B. W. BLACKWELDER. 1968. Carbonate sediments of the continental shelf Cape Hatteras to Cape Roman. *Southeastern Geology* 9 (4): 245-267.
- PILKEY, O. H. 1964. The size distribution on mineralogy of the carbonate fraction of United States South Atlantic Shelf and upper slope sediments. *Marine Geology*, 2: 121-236.
- REID, J. L. & G. W. GRONES. 1958. Estudios oceanográficos sobre las aguas de Baja California: *Scripps Inst. Oceanogr. Publ.* 1057: 89-121.
- ROD, E. 1956. Strike-slip faults of northern Venezuela. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 40: 457-476.
- SCHUBERT, C. 1972. Geología de la península de Araya, Estado Sucre. *Bol. Geol. Publ. Esp.* (5): 1823-1886.
- SEIGLIE, G. A. & F. J. BERMÚDEZ. 1963. Distribución de los foraminíferos en el golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 1 (1): 5-87.
- SHEPARD, F. P. & D. G. MOORE. 1954. Sedimentary environment differentiated by coarse fraction studies. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 38 (8): 1792-1802.
- SUÁREZ, R. 1969. Distribución de foraminíferos en diferentes ambientes sedimentarios de la costa sur del golfo de Cariaco, incluyendo ríos y estuarios. Trabajo de grado para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.
- TAFT, W. H. & J. W. HARBAUGH. 1964. Modern Carbonate sediment of southern Florida, Bahams and "Espíritu" Santo Island, Baja California; A comparison of their mineralogy, and chemistry. *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.* Vol. VIII.
- TWENHOFEL, W. H. & S. A. TYLER. 1941. *Methods of study of sediments*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York. 183. p.

(Manuscrito recibido el 14 de julio de 1982).