

## **LOS MEDANOS DE CORO**

### **COMPOSICION, GRANULOMETRIA Y MIGRACION DE LAS ARENAS**

Donald Goddard y Xavier Picard <sup>(1)</sup>

### **R E S U M E N**

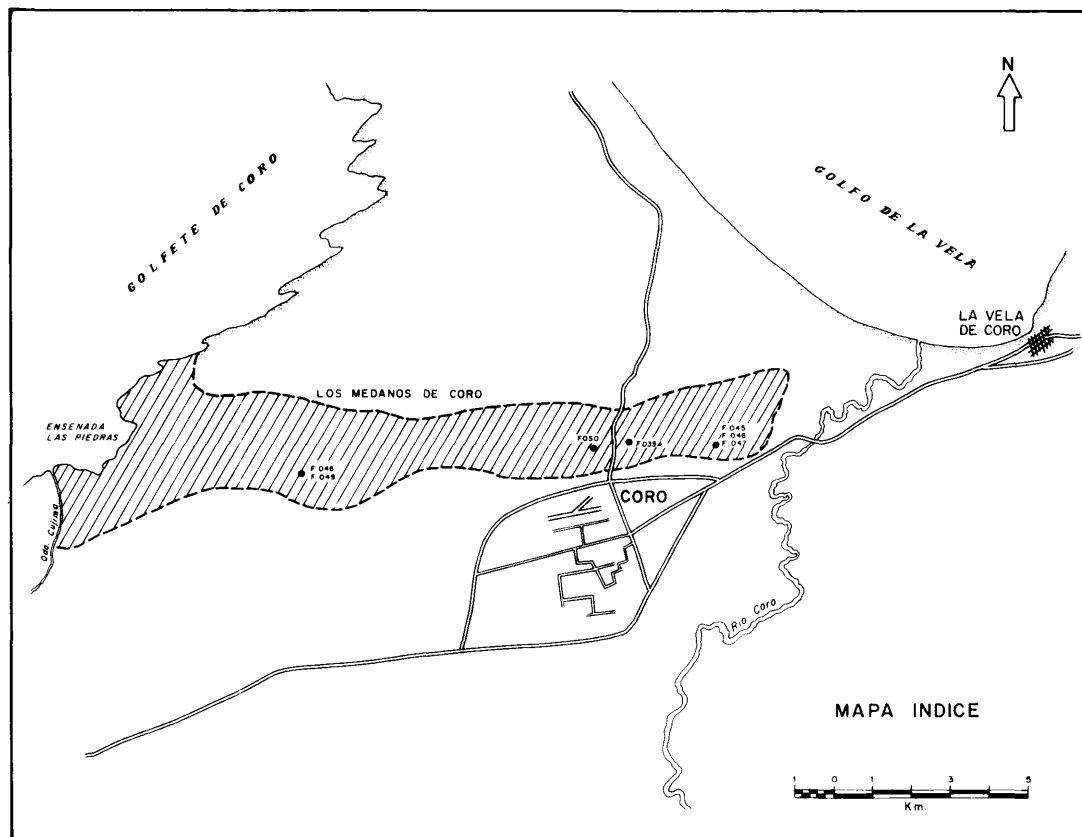
Este estudio presenta un análisis de las arenas de los médanos de Coro con unas ideas sobre su formación, crecimiento y relación con los sedimentos de fondo del Golfo de la Vela. Los datos sobre la granulometría y la composición de las arenas son el resultado del estudio de 7 muestras tomadas en el tope y al pie de algunos médanos en 4 sitios diferentes desde uno hasta once kilómetros de separación. Los resultados muestran que las arenas son bastante similares en todas partes; son de grano fino, bien escogidas y compuesta de más de 90% de  $\text{SiO}_2$ , 5% a 10% de  $\text{CaCO}_3$  y un bajo porcentaje de óxidos de Fe, Ti y Al. Los minerales pesados principales son los opacos: hematita y goethita y hay otros como epidota, zircón, turmalina y granate que son más escasos. Para el estudio del movimiento de las arenas se utilizaron fotografías aéreas tomadas en 1946 y en 1960. En este lapso de 14 años se pudieron detectar migraciones, de más de 1 km, de barcano, el crecimiento de los médanos y su progresiva migración hacia el oeste.

### **INTRODUCCION**

El estudio de los médanos de Coro es parte del estudio de la costa de Falcón entre Cabo San Román y Chichiriviche, el cual ha sido programado por la División de Geología Marina

---

(1) Ministerio de Minas e Hidrocarburos.  
Div. de Geología Marina.  
Centro Simón Bolívar  
Torre Norte, Piso 19  
Caracas 101.



del Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Estos médanos representan la acumulación de arena más extensa en la costa de Venezuela; son médanos costaneros en movimiento y la fuente de las arenas es la playa y el fondo marino del Golfo de la Vela (Fig. 1). El análisis mineralógico, químico y granulométrico de estas arenas puede dar algunos indicios sobre la composición de las arenas de la plataforma continental en el Golfo de la Vela.

Los médanos están situados al norte de la ciudad de Coro en el Estado Falcón en la parte sur del Istmo los Médanos. Se extienden desde el río Coro al este, hasta la Quebrada Cujima y la Ensenada de Las Piedras, al oeste. Miden 18.5 km de largo, y entre 0.4 km y 3.0 km de ancho con un promedio de 1.7 km, cubriendo aproximadamente 30 km<sup>2</sup> y alcanzando una altura máxima de 15 m a 20 m en algunas partes (Fig. 2).

### ASPECTOS CLIMATOLOGICOS

La región se caracteriza por temperaturas altas y precipitación baja. La temperatura media anual es de 28.4° centígrados con máximas de 40° y mínima de 13.4°. La precipitación media anual es de 442 mm. Los vientos soplan constantemente desde el este con una velocidad entre 11.6 y 18.7 kilómetros por hora (VILA, 1961). Debido a este clima la vegetación es muy escasa y sólo algunos cujíes crecen bordeando los médanos, con presencia de vegetación xerófila que crece en las depresiones entre los médanos (Fig. 3). Según MARRERO (1964), la manifestación extrema de la vegetación xerófila se encuentra en los médanos de Coro.

### HISTORIA GEOLOGICA

FEO-CODECIDO (1968), menciona que la Península de Paraguaná era una isla en el Pleistoceno y que se unió con la costa de Falcón con la formación del Istmo de los Médanos durante el Holoceno. En algunos sitios los médanos de Coro se encuentran encima de una arenisca marrón rojiza semi-consolidada la cual, según el análisis granulométrico, parece ser un remanente de médanos antiguos, seguramente del Holoceno. Dentro de las arenas, particularmente en las depresiones entre los médanos, se han encontrado los siguientes moluscos de edad reciente: **Donax denticulatus**, **Donax striatus** (Chipi-chipi), **Tivella macroide** (Guacuco) y especies de los géneros **Anadara**, **Vasum**, **Diadora**, **Fasciolaria** y **Trachycardium** (ALMEIDA, 1973). También se encontraron pedazos de cerámica indígena muy abundantes en algunos lugares de los médanos (Fig. 4). Estos pertenecen al estilo de cerámica Dabajuro de la cual no se tiene

evidencia estratigráfica para su posición cronológica. Sin embargo, la ocurrencia de cerámica española en algunos sitios indica que el estilo pertenece al período V, 300 años antes del presente y se extiende al período IV, 700 años antes del presente (CRUXENT y ROUSE, 1958). Las arenas de los médanos actuales son muy recientes, siendo renovadas constantemente con material proveniente del Golfo de la Vela.

### COMPOSICION QUIMICA DE LAS ARENAS

Se atacó con ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ , 10%) una cantidad conocida de cada muestra hasta que todo el material de  $\text{CaCO}_3$  fue destruido dejando un residuo resistente al  $\text{HCl}$ . En esta forma se pudo calcular el porcentaje del  $\text{CaCO}_3$  y el porcentaje de material resistente al  $\text{HCl}$  el cual incluye principalmente sílice ( $\text{SiO}_2$ ) y óxidos de hierro, aluminio y titanio. Los resultados muestran que las arenas de los médanos consisten de 5% al 10% de  $\text{CaCO}_3$  y más de 90% de material resistente al ácido (TABLA I). El  $\text{CaCO}_3$  proviene de la gran cantidad de moluscos que se encuentran dispersos dentro de las arenas de los médanos. El  $\text{CaCO}_3$  se deposita también por solución en formas irregulares alargadas arborescentes, las cuales se encuentran en las depresiones donde quedan descubiertas por el avance de la arena (Fig. 5 y 6). Estos depósitos de carbonatos por su fragilidad se desmenuzan rápidamente y se mezclan con las arenas de los médanos. Se analizó la muestra F-048 por el método de fluorescencia de rayos X y los elementos encontrados fueron los siguientes:

$\text{CaO}$	—	3.54	%	$(\sigma = 1.2)$
$\text{K}_2\text{O}$	—	0.18	%	
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	—	1.35	%	
$\text{SiO}_2$	—	92.3	%	
$\text{Al}_2\text{O}_3$	—	1.0	%	
$\text{TiO}_2$	—	0.06	%	

### COMPOSICION MINERALOGICA DE LAS ARENAS

Para el estudio mineralógico se tamizó una cantidad pequeña de cada muestra para obtener granos entre 125 y 88 micras (malla 120 - 170) y luego se hizo una separación de esta porción con bromoformo de la fracción lavada con ácidos, para obtener fracciones de minerales pesados y livianos. Montados en láminas se contaron con el método de cinco (5) travesías lineales todos los granos del campo. También se analizaron algunas fracciones pesadas y livianas por difracción de rayos X para aclarar algunas dudas que se presentaron durante el estudio microscópico.

Los minerales pesados, que constituyen más o menos 3% de las arenas de los médanos, contienen más de 86.0% de minerales opacos de las cuales los más abundantes son hematita, goethita y menores cantidades de ilmenita y leucoxeno. El epidoto se encuentra en cantidades apreciables (3% - 8%). El granate, zircón y turmalina aparecen frecuentemente y en similares cantidades. La zoisita y los anfíboles se han visto escasamente en algunas muestras (TABLA II).

El único mineral liviano que se encontró fue el cuarzo. Este mineral constituye alrededor de 90% de las arenas de los médanos. Los feldespatos no existen en estas arenas o son tan escasos que no aparecieron ni en las láminas ni en el análisis por difracción de rayos X

Mineralógicamente las arenas de los médanos son bastante parecidas a las del fondo del Golfo de la Vela. Se estudiaron 8 muestras de fondo entre Adícora y Puerto Cumarebo y en estas muestras también predominan los opacos hematita y goethita. La epidota es más abundante en las arenas de fondo (11% - 16%) que en las arenas de los médanos pero los minerales turmalina, granate, zircón y rutilo contienen porcentajes muy similares. (GODDARD y PICARD, 1973).

## GRANULOMETRIA

Se tamizó un peso conocido de cada muestra utilizando los tamices 35, (10), 45 (1.50), 60 (20), 120 (30), 170 (3.50) y 230 (40). Todo el material que pasó por la malla 230, fue retenido en el recipiente de fondo. Luego, cada fracción fue pesada y calculado el porcentaje. (TABLA III). Para obtener las matrices de momento: phi media, escogimiento (**standard deviation**) asimetría (**skewness**) y agudeza (**kurtosis**), los siguientes datos del resultado del tamizado fueron suministrados a un programa de computación SIDISPRO: un intervalo constante de tamaño phi ( $\phi$ ) entre los tamices, el phi inicial, el peso inicial de la muestra tamizada y el peso individual de cada tamaño de grano (TABLA IV).

El diámetro phi medio es el valor phi que está asociado con la línea de 50% y corresponde al tamaño medio de la muestra (FOLK, 1961). Las arenas de los médanos analizados tienen una medida entre 2.1  $\phi$  y 2.5  $\phi$  lo cual significa arena fina. El escogimiento o **standard deviation** - muestra que sedimentos con menos de 0.35  $\phi$  son bien escogidos, 0.50  $\phi$  - 0.70  $\phi$  moderadamente bien escogidos y 1.0  $\phi$  - 2.0  $\phi$  pobremente escogidos. Las arenas analizadas tienen un escogimiento entre 0.40  $\phi$  y 0.630  $\phi$  que es alto para ese tipo de arena. Según la escala, son bien a moderadamente bien escogidos. FOLK, (1961)

menciona que el mejor escogimiento para sedimentos naturales es de 0.20  $\phi$  - 0.25  $\phi$  siendo las arenas de algunos médanos y playas de Texas comparables a esta medida. Se cree que las arenas de nuestros médanos no son tan bien escogidas como otras por la gran cantidad de material calcáreo que se encuentra fragmentado en varios tamaños.

El parámetro de asimetría o **skewness** (sk) nos indica la cantidad de material grueso o fino que puede tener la muestra. Una muestra simétrica tiene un sk de 0.00. Por lo general las arenas analizadas son casi simétricas o con una pequeña asimetría hacia la parte fina (+.30 a +.10). Una muestra tomada al pie de un médano era asimétrica hacia la parte gruesa (— .10 a — .30).

La agudeza o **kurtosis** nos indica la relación entre el escogimiento en los extremos de la curva y el escogimiento en la parte central. Si la parte central está mejor escogida que los extremos de la curva se dice que la muestra es aguda (**leptokurtic**) (1.11 - 1.50). De 1.50 a 3.00 la muestra es muy aguda (**very leptokurtic**) y más de 3.00 es extremadamente aguda (**extremely leptokurtic**). Entre 0.67 y 0.90 la muestra es aplanaada (**platokurtic**) o sea los extremos están mejor escogidos que la parte central (FOLK, 1961). Las arenas analizadas muestran que la parte central entre 2  $\phi$  y 3  $\phi$  está mejor escogida que los extremos de la curva.

Resumiendo los resultados de los parámetros estadísticos podemos describir las características de las arenas de esta manera: son de grano fino, bien a moderadamente bien escogidas, asimétricas hacia la parte fina y aguda (**leptokurtic**).

Los granos vistos en el microscopio son por lo general subredondeados y subangulares. Los granos redondeados son casi siempre de los minerales pesados siendo estos los opacos o los más oscuros. El cuarzo, el más abundante, es bastante resistente a la abrasión y por lo tanto se encuentra en granos angulares y subangulares. Casi todos los granos están cubiertos por una película amarillenta de óxido de hierro que le da ese color característico que tienen los médanos.

## MIGRACION DE LAS ARENAS

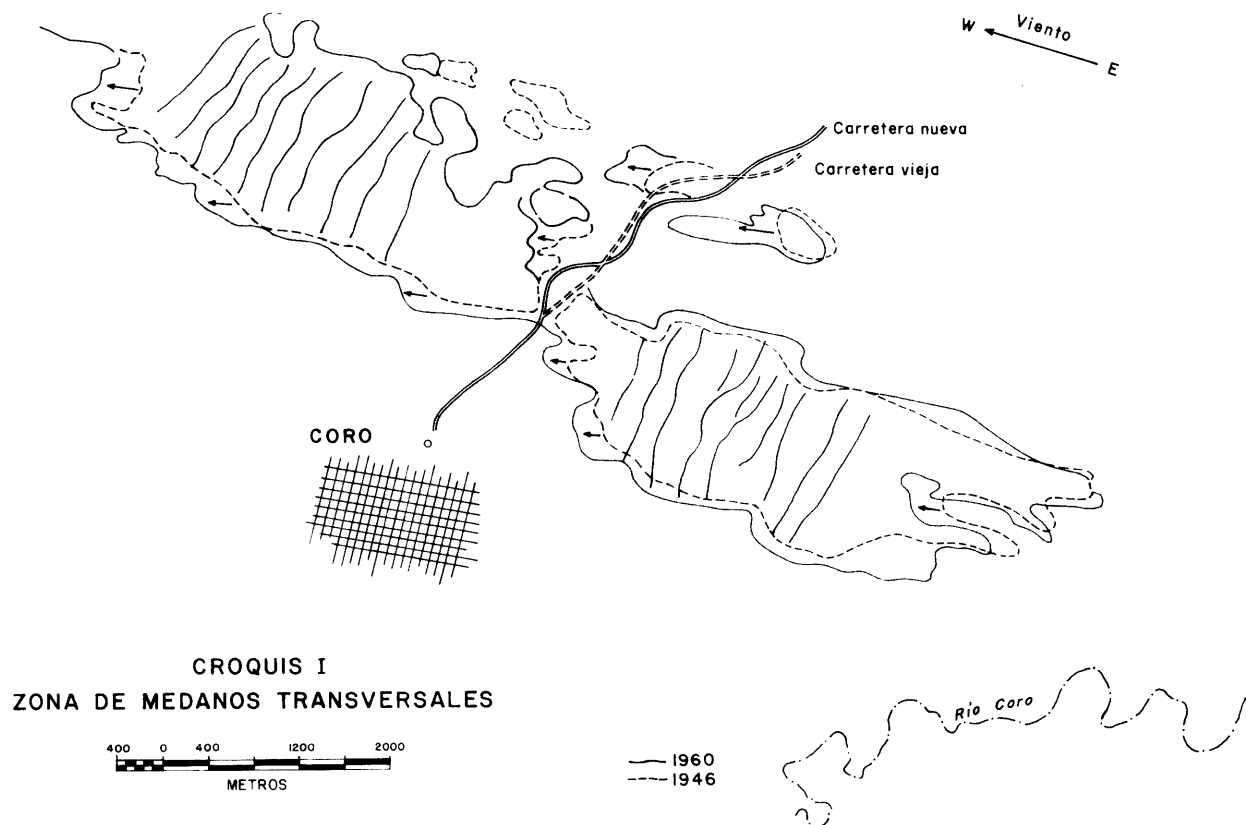
Según la clasificación de MELTON (1940), podemos clasificar la parte Este de los Médanos de Coro como una "serie de médanos transversales" que son formas sencillas construídas por un viento que sopla en una dirección constante (este a oeste) con una velocidad "moderada" a "fuerte" de 11.6 a 18.7 kilómetros por hora. Estos médanos se mueven sobre un área

no limitada en relación con el largo y alto de cada médano. También la superficie sobre la cual migran los médanos son depósitos de arenas sueltas que provienen del Golfo de la Vela, una fuente de material no limitado.

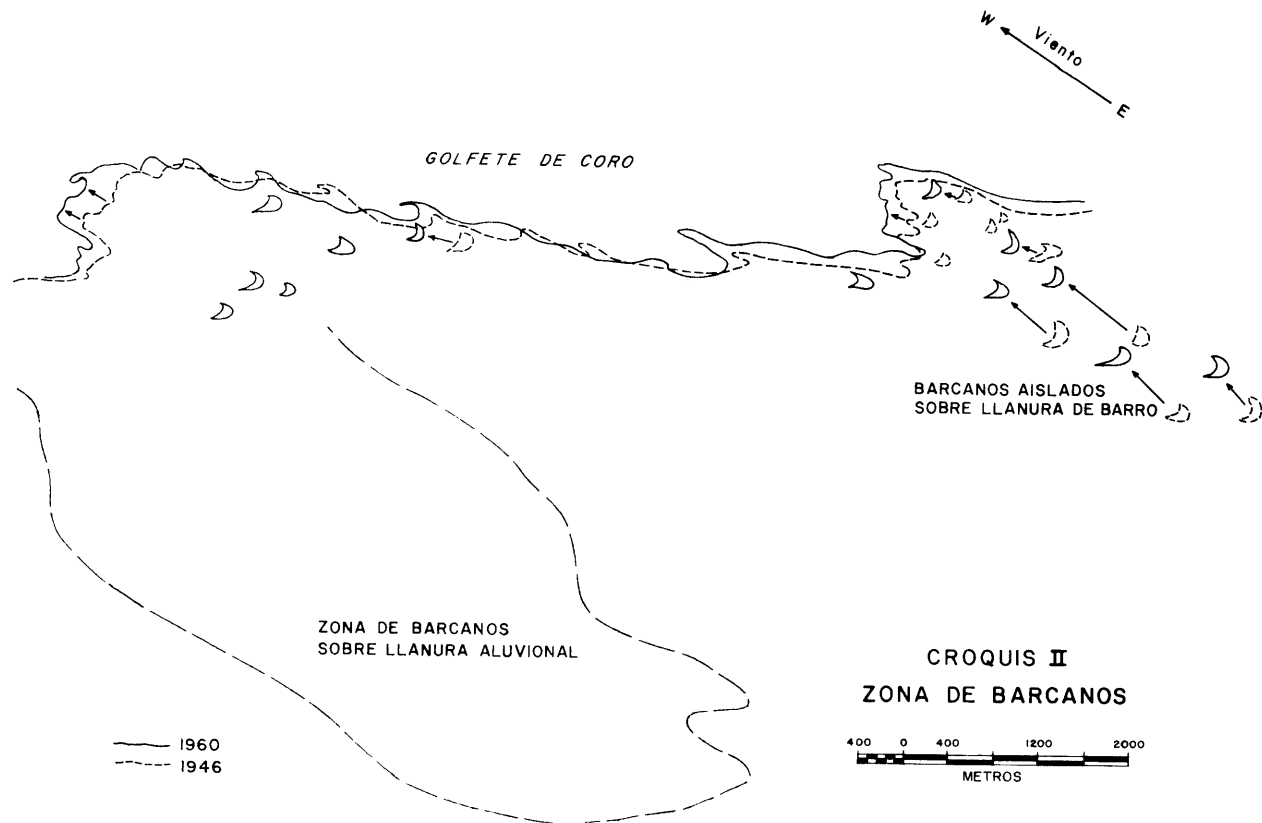
El viento constante ha producido una serie de lomas de arenas largas, paralelas e igualmente espaciadas una de otra y alineadas perpendicular a la dirección del viento. En el lado del médano que está alisado por el viento los granos suben una pendiente suave hasta la cresta. En el lado de sotavento se depositan las arenas y aquí la pendiente es bastante inclinada.

Más hacia el oeste y noroeste se producen, en los médanos transversales, las formas sencillas de médanos llamados **barcanos**. Estos son colinas de arena con forma de luna en cuarto menguante y que migran lentamente sobre una superficie no arenosa. En esta región los barcanos migran sobre llanuras aluvionales de material limoso y llanuras costaneras de barro. Los cachos del barcano están orientados en dirección del viento con una pendiente suave en el lado de barlovento y una pendiente fuerte en el lado de sotavento (Fig. 7).

Con las fotografías aéreas tomadas en 1946 y 1960 se prepararon unos positivos y negativos de la zona de cada año en escala 1:40.000. Colocando el positivo de 1946 encima del negativo del 1960, o viceversa, se pudo detectar algunos cambios. En la zona de los médanos transversales, donde hay más congestionamiento de médanos, se pueden observar las lomas paralelas más o menos igualmente espaciadas pero no se pudo correlacionar los del año 1946 con los de 1960. En general existe un crecimiento de los médanos y una pequeña migración hacia el oeste (Croquis I). En la zona de los barcanos, algunos de ellos aislados, se han desplazado hasta 1 kilómetro hacia el oeste en 14 años. También se puede notar el avance de las arenas dentro del Golfete de Coro (Croquis II).







## CONCLUSIONES

Con una fuente inagotable de arena como es el Golfo de la Vela, los médanos de Coro están creciendo lentamente. Los vientos de velocidad y dirección constante escogen arena de grano fino de las playas del Golfo de la Vela y los llevan a través del Istmo, construyendo médanos con altura hasta de 20 metros. El destino de las arenas es el Golfete de Coro en el lado oeste del Istmo Los Médanos. Los Médanos son bastante homogéneos en todas partes y están compuestos principalmente de sílice (90%) y entre 5% y 10% de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). El mineral más abundante es el cuarzo y los minerales pesados en las arenas son hematita, goethita, ilmenita y leucoxeno, epidota, zircón, turmalina, granate y rutilo en pequeñas cantidades. Los médanos de Coro se pueden dividir en dos zonas: la zona este de médanos transversales con lomas paralelas e igualmente espaciadas y una zona oeste con barcanos que se desplazan sobre un suelo de limo y barro hacia el Golfete de Coro.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue patrocinado por la División de Geología Marina de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, como parte de su programación normal. Los autores desean expresar su agradecimiento al Dr. José Antonio Galavís S., por su apoyo y colaboración, así como por la lectura crítica del manuscrito. Los análisis por difracción de rayos y por fluorescencia de rayos X fueron efectuados por el técnico O. Leguizamón y el Dr. R. Arden de la División de Investigaciones.

## BIBLIOGRAFIA

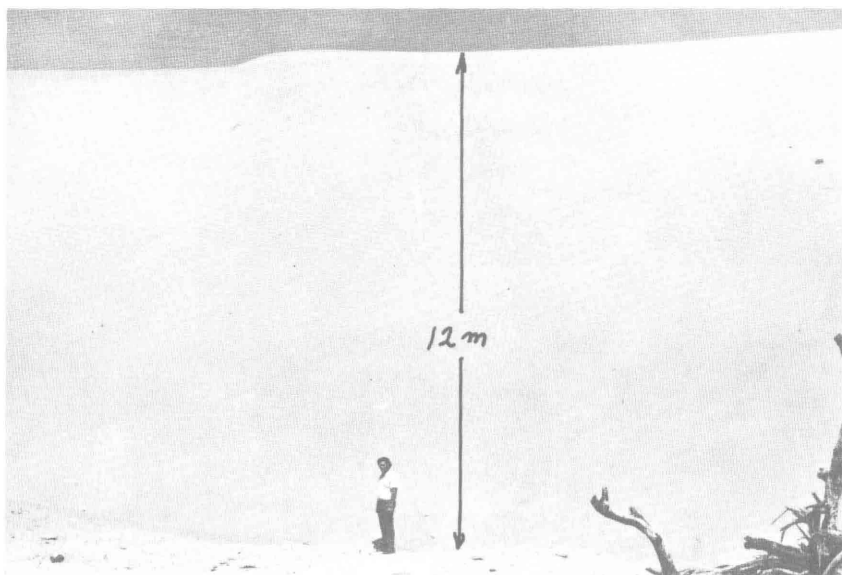
- ALMEIDA, P. (1973) "Los Moluscos de los Médanos de Coro". **INTECMAR, Univ. Simón Bolívar**, Caracas. En preparación.
- CRUXENT, J. M. y I. ROUSE (1958) **An Archeological Chronology of Venezuela** Pan American Union, Washington, 2 vols, 320 p.
- FEO-CODECIDO, G. (1968) "Geología y Recursos Naturales de la Península de Paraguaná, Venezuela". **Informe interno, Co. Shell de Venezuela**, Caracas.
- FOLK, R. L. (1961) **Petrology of Sedimentary Rocks**. Hemphills Ed., Austin, Texas. 154 p.
- GODDARD, D. y X. PICARD (1973) "Ambientes sedimentarios y morfología costanera del Estado Falcón — Cabo San Román a Chichiriviche". **Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Div. Geología Marina**, en preparación.
- MARRERO, L. (1964) **Venezuela y sus recursos**. Ed. Cultural Venezolana, Caracas. 206 p.
- MELTON, F. A. (1940) "A tentative classification of sand dunes. Its application to dune history in the southern high plains". **Jour. Geol.**, 48 (2): 113-174.
- VILA, M. A. (1961) **Aspectos Geográficos del Estado Falcón**. Corp. Venez. de Fomento, Caracas. 286 p.

**Figura 1**



**Playa cerca de La Vela de Coro en el Golfo de La Vela, fuente de las arenas de los médanos.**

**Figura 2**



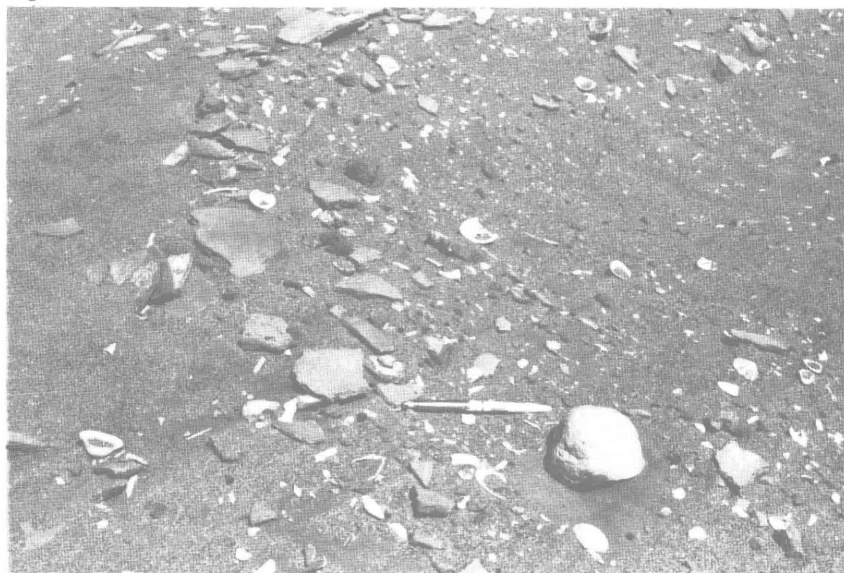
**Apróximadamente la altura del frente de un médano. Otros tienen una altura máxima de 15 m a 20 m.**

**Figura 3**



Vegetación xerófila que crece dentro de las depresiones entre los médanos.

**Figura 4**



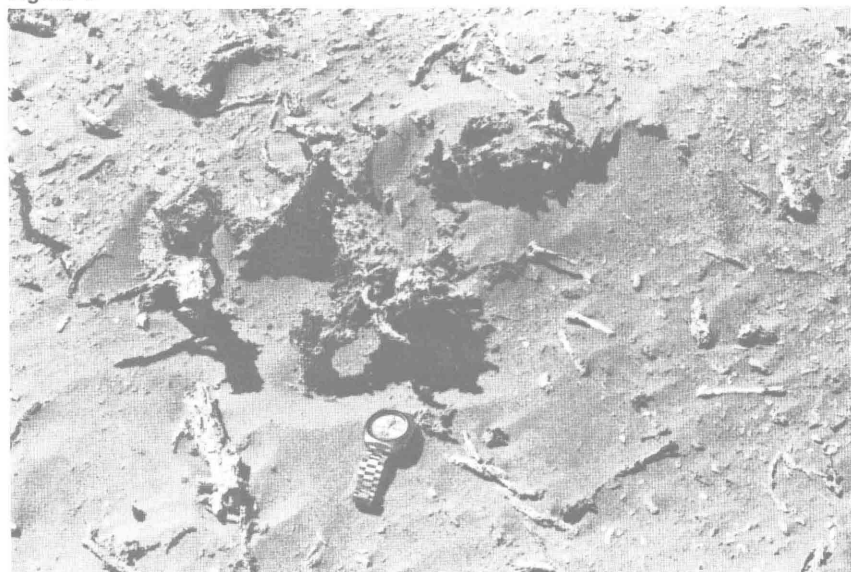
Pedazos de cerámica indígena estilo Dabajuro y moluscos que se encuentran dentro de los médanos.

**Figura 5**



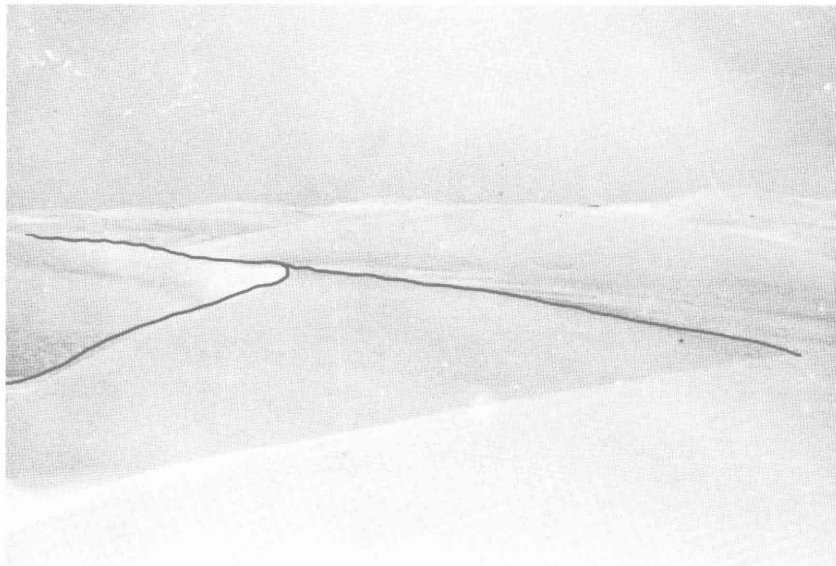
Lo blanco es  $\text{CaCO}_3$  depositado por solución y descubierto por el avance de las arenas.

**Figura 6**



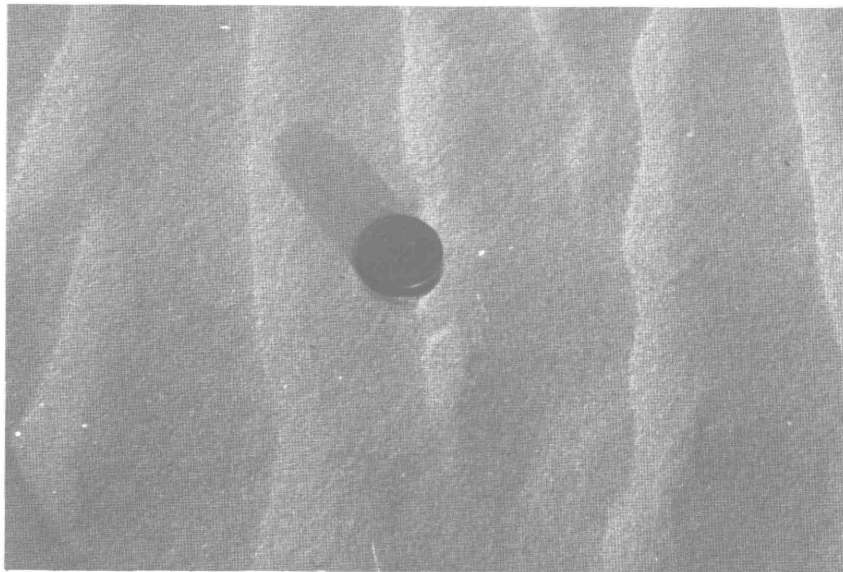
"Close-up" del  $\text{CaCO}_3$  en forma irregular alargada que parece "maticas con ramitas".

**Figura 7**



**Un barcano con los cachos alineados en la dirección del viento y con suave pendiente en el lado de Barlovento.**

**Figura 8**



**Color amarillento de las arenas con rizaduras de viento.**

T A B L A I  
COMPOSICION QUIMICA (%)

Muestra	% CaCO <sub>3</sub>	Oxidos Fe, Al, Ti & SiO <sub>2</sub> % Residuos Resistentes a HCl
F-35B	6.90	93.10
F-45	7.00	93.00
F-47	9.85	90.15
F-48	7.23	92.77
F-49	5.95	94.05
F-50	7.30	92.70

T A B L A II  
COMPOSICION MINERALOGICA %

Fracción malla — 170 = 88 micras

Muestras	Zoisita	Epidota	Zircón	Granate	Tourmalina	Rutilo	Anfiboles	OPACOS				Total Contado
								Hematita	Goethita	Ilmenita	Leucoxeno	
F-35B	—	4.8	0.8	3.1	0.8	0.8	0.2	—	84.7	2.7	1.9	478
F-45	—	4.2	0.8	1.1	1.1	1.1	—	—	88.2	1.1	2.3	263
F-46	0.2	4.9	0.9	1.1	0.9	0.7	0.3	—	85.6	0.6	4.5	530
F-47	0.2	5.6	2.0	2.0	0.8	0.5	—	—	79.1	4.6	4.8	388
F-48	0.5	4.0	0.8	1.4	0.3	0.5	—	—	88.5	2.4	1.4	367
F-49	1.2	8.0	0.9	1.4	1.2	0.3	0.5	—	77.0	3.3	6.1	574
F-50	0.4	3.0	1.9	0.8	0.8	0.8	—	—	82.2	2.3	7.9	265

NOTA: Los minerales pesados arriba tabulados representan aproximadamente 2% a 4% de las arenas.

El mineral cuarzo (SiO<sub>2</sub>) representa aprox. 90% de las arenas.

**TABLA III**  
**ANALISIS GRANULOMETRICO**  
**MEDANOS DE CORO**

Muestra	mallam mm $\phi$	35 0.50 + 1	60 0.25 2	120 0.125 + 3	230 0.062 + 4	Pana 0.062 + 5
F-035B	*	0.05	10.00	79.20	9.65	1.10
	**	0.05	10.05	89.25	98.90	100.00
F-045	*	0.30	36.72	62.16	0.81	0.01
	**	0.30	37.02	99.18	99.99	100.00
F-046	*	1.44	39.14	55.10	2.97	1.34
	**	1.44	40.58	95.68	98.65	99.99
F-047	*	0.25	24.50	69.25	5.35	0.65
	**	0.25	24.75	94.00	99.35	100.00
F-048	*	0.00	8.02	84.78	6.90	0.30
	**	0.00	8.02	92.80	99.70	100.00
F-049	*	0.00	7.45	84.20	8.05	0.30
	**	0.00	7.45	91.65	99.70	100.00
F-050	*	0.03	22.17	69.08	8.56	0.15
	**	0.03	22.20	9128	99.84	99.99

\* Frecuencia - Histograma

\*\* % Acumulada - Curva

**TABLA IV**  
**MATRIZ DE MOMENTOS**  
**MEDANOS DE CORO**

Muestras	$\phi$ Media	Varianza	Escogimiento	Asimetría	Agudeza
35-B	2.5175	0.2422	0.4921	0.2843	3.3983
45	2.1351	0.2545	0.5045	— 0.2143 —	1.0954
46	2.1361	0.3999	0.6324	0.2275	— 1.3612
47	2.3165	0.3008	0.5485	0.0372	1.3052
48	2.4948	0.1612	0.4015	0.1184	4.6027
49	2.5120	0.1669	0.4085	0.1760	4.2449
50	2.3660	0.2966	0.5446	— 0.0154 —	0.4214