

# Reconocimiento sedimentológico de la ensenada de Cautaro, sector nororiental de la bahía de Mochima, estado Sucre-Venezuela

*Sedimentological recognition of the cove of Cautaro, northeastern Mochima bay, Sucre State-Venezuela*

Núñez Franklin<sup>1</sup> y Hernández Michel<sup>1</sup>

*Recibido: mayo, 2012 / Aceptado: enero, 2013*

## Resumen

El propósito fue precisar las características sedimentológicas del depósito de playa en la ensenada de Cautaro, a fin de determinar los procesos involucrados en su constitución. Se basó en una investigación de campo, cuyas fases comprendieron: (1) campo: recolección de muestras de sedimentos superficiales, mediante transectas en la berma, y perpendicular a ésta, en el vaivén; (2) análisis físico (talla y morfometría de los granos) y químico (%CaCO<sub>3</sub>, pH, conductividad y fracción de minerales), y (3) oficina o de análisis estadístico. La playa presenta una forma semielongada, con unos 130 m de longitud y 7,64 m promedio de anchura (más ancha en el centro que en los extremos), constituida por sedimentos de la talla de las arenas medias ( $1 < \phi < 2$ ), pobremente seleccionadas, leptocúrtico y con asimetría negativa, con granos morfométricamente sub-angulares, constituidos por porciones promedios de: CaCO<sub>3</sub> (>65%), minerales ligeros (>30%) y minerales pesados sin diferenciar (~2 %), generalmente alcalinos (pH>8) y moderadamente salinos (~3,8 dS/m a 25°C). Se concluye que la principal fuente de origen del material está en los bancos arrecifales erosionados por el oleaje en condiciones de perturbación desde el fondo de la bahía, transportados en su paso al interior de la ensenada.

**Palabras clave:** Cautaro; ensenada; sedimentología.

## Abstract

The purpose was to clarify the sedimentological characteristics of the deposits of the beach in the cove of Cautaro, to determine the processes involved in its modelling. Based on field research, which includes phases: (1) *field*: collecting samples of surface sediments by transects through the berm zone and perpendicular to this in the swing zone; (2) *physical analysis*: (grain size and morphometry) and chemical (%CaCO<sub>3</sub>, pH, electrical conductivity and portion of minerals), and (3) *office* or statistical analysis. The beach is almost elongated, about 130 m long and 7.64 m

---

<sup>1</sup> Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Departamento de Geografía e Historia, Cátedra de Geografía Física. Correo electrónico: franklingeove@hotmail.com; michelahernandez@hotmail.com

average width (wider in the center than at the ends), made up of sediments of the size of medium sands ( $1 < \phi < 2$ ), poorly selected, leptokurtic and negatively skewed, with morphometrically sub-angular grains. The portions are on average:  $\text{CaCO}_3$  (>65%), light minerals (>30%) and undifferentiated heavy minerals (~ 2%), generally alkaline (pH > 8) and moderately saline (~3.8 dS/m a 25°C). It was concluded that the main source of origin of the material is in reef banks eroded by waves under conditions of disturbance from the bottom of the bay, transported on the way into the cove.

**Key words:** Cautaro; cove, sedimentology.

## 1. Introducción

La investigación se enmarca en el campo de la geomorfología litoral, con base en las técnicas del análisis sedimentológico y con el fin de caracterizar desde el punto de vista físico, mecánico y químico, el material que constituye el depósito de playa localizado en la ensenada de Cautaro, con el propósito de precisar la posible fuente de origen de las partículas que lo constituye, el agente responsable de su transporte y los procesos geomorfológicos asociados.

Lara *et al.* (1997) y Méndez (2007) indican que en la costa oriental venezolana, las playas de bolsillo o de fondo de bahía ubicadas en las ensenadas de Mochima, están asociadas a la protección que ofrece el relieve y a los limitados aportes sedimentarios dejados por los ríos que llegan a la zona. Sin embargo, Méndez (2007) advierte que si bien en la mayor parte de las playas de fondo de bahía, en el tramo oriental, predominan los sedimentos terrígenos, existen localmente depósitos importantes de biota coralina y sedimentos de carbonatos en el área de Mochima.

En las zonas costeras, este tipo de estudio representa un factor fundamental para la toma de decisiones en ámbitos de

organización espacial y uso del espacio, ya que permite establecer posibles interrelaciones entre los agentes que inciden en la dinámica sedimentológica y geomorfológica del lugar.

El área objeto de estudio se ubica en el extremo nororiental de la bahía de Mochima (Figura 1), situada en el sector noroccidental del macizo Oriental de la cordillera de la Costa, al suroeste del estado Sucre, en la parroquia Raúl Leoni, municipio Sucre, limitada astronómicamente por los paralelos:  $10^{\circ}24' - 10^{\circ}24'23''$  de latitud Norte y los meridianos  $64^{\circ}18'53'' - 64^{\circ}19'26''$  de longitud Oeste.

De acuerdo con González *et al.* (1980) y PDVSA-INTEVEP (1996), geológicamente, la ensenada de Cautaro se encuentra flanqueada por afloramientos sedimentarios del miembro Los Venados de la Formación Barranquín del Grupo Sucre, correspondiente al Cretácico inferior, constituida por areniscas cuarcíticas de grano medio a grueso, rojizo-blanquecino, intercaladas con lutitas varicoloreadas (Figura 2).

Es importante acotar que en el reconocimiento de campo solo se evidenció el afloramiento de las areniscas, de coloración rojiza (producto de la meteorización) y la ausencia de digestión de carbonatos

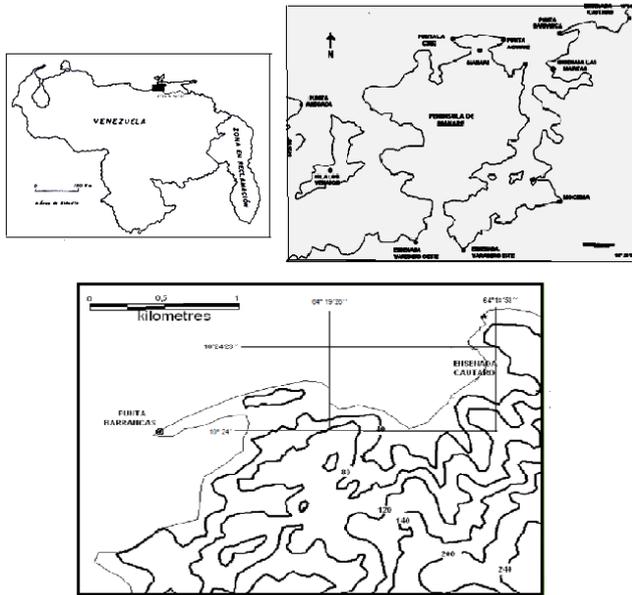


Figura 1. Localización en el contexto nacional, regional y local de la ensenada de Cautaro

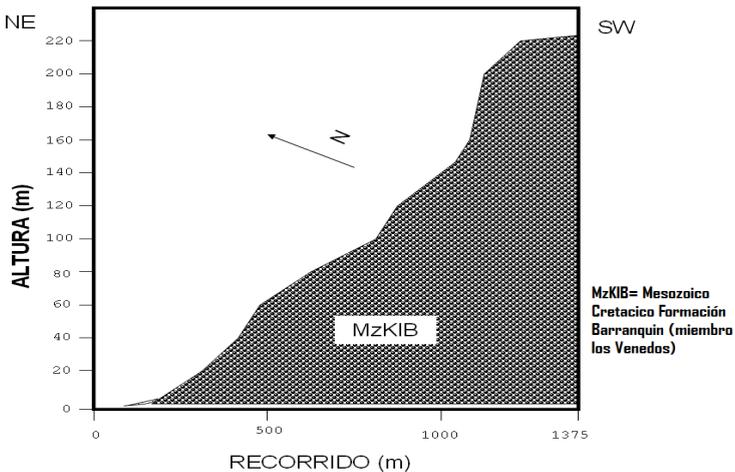


Figura 2. Perfil geológico del cerro Cautaro

por parte de la roca ante la presencia de  $\text{CaCO}_3$ , lo que refleja el carácter silicio de las rocas y la diferencia del material depositado en la zona de playa que presenta una coloración más clara.

Estos afloramientos se ven fuertemente plegados y diaclasados (Figura 3), producto del tetanismo típico del sistema de falla del Pilar, generando estratos con buzamiento que oscila entre  $35^\circ\text{N}$  y  $46^\circ\text{N}$  en el promontorio Este.



Figura 3. Obsérvese los planos de estratificación que separan a los estratos fuertemente inclinados (línea segmentada), las líneas perpendiculares a los planos de estratificación son las diaclasas productos del intenso tectonismo

En cuanto al relieve, se pueden distinguir dos grandes unidades con características topográficas bien diferenciadas: (a) un área montañosa y, (b) una zona de acumulación reciente de playa de fondo de bahía. En el primer caso, la altura máxima registrada es de 220 msnm y pendientes que oscilan entre 0 y 80% para una pendiente media del terreno (estimada) de 23,74%, lo que la clasifica como un relieve fuerte de acuerdo a lo referido por Henao (1998). En la zona más baja, en la playa, la altura máxima no sobrepasa los 5 msnm con pendientes que van desde 0 a 11%.

En lo climático, la zona en estudio se corresponde con el llamado clima semiárido que incluye toda la franja costera oriental venezolana, comprendida entre Puerto La Cruz y Cumaná, con un período de lluvia que se ubica entre julio

y septiembre, una estación seca con una duración de hasta ocho meses y elevadas temperaturas durante todo el año (Andressen, 2007 y Foghin, 2002).

Lo anterior trae como consecuencia que en el área de la ensenada de Cautaro, el patrón de escurrimiento se active solo en el período de lluvia, generando cuatro quebradas con canales de desagües definidos. Esta zona, como parte de la bahía de Mochima, presenta una gran biodiversidad de especies coralinas, entre las que destacan las especies de *Millepora alcornis*, *Colpophillia natans* y *Madracis decactis*, las cuales alcanzan diámetros considerables (Sant *et al.*, 2001).

La acción de alteraciones en el patrón de circulación marina (corrientes fuertes, huracanes, etc.), la turbidez -entendida como un incremento en la sedimentación que llega a las aguas-, el cambio de tem-

peratura del agua marina, constituyen verdaderas amenazas para los referidos organismos.

De las amenazas anteriormente referidas es válido resaltar el efecto devastador que pueden generar fenómenos como los huracanes y los mares de fondo, destruyendo parcial o totalmente la estructura coralina.

De allí que se plantearon las siguientes interrogantes de investigación: ¿Cuál es la principal fuente de origen del material que constituye el depósito de playa en la ensenada de Cautaro?, ¿Cuál es el agente responsable del transporte del material y bajo qué condiciones?, ¿Cuáles son los procesos geomorfológicos que intervienen en la constitución del referido depósito?

Las anteriores preguntas engloban los planteamientos que se han venido formulando a lo largo de este apartado, referido a la necesidad de desarrollar análisis sedimentológicos aplicados, con el objeto de precisar las características físicas y químicas de los sedimentos que constituyen los depósitos costeros, a fin de corroborar si la información genérica conocida para el sector al cual se circunscribe el área de estudio es aplicable a las particularidades de esta ensenada.

## 2. Materiales y métodos

Se asumió como eje para el desarrollo de la presente investigación el modelo de campo, bajo un enfoque descriptivo, ya que busca especificar las propiedades importantes del fenómeno que es some-

tido al análisis investigativo (Hernández *et al.*, 2004). Para ello se procedió en tres fases: (a) campo, (b) laboratorio y (c) oficina.

### 2.1 Fase de campo

El trabajo de campo se efectuó entre el 10 y 11 de abril de 2010, en el período seco, según los datos pluviométricos, toda vez que se trataba de recolectar muestras de sedimentos de la zona superficial.

Se efectuó un muestreo probabilístico de tipo sistemático, que supone conocer la totalidad de la población, se le asigna un código y se escoge de manera aleatoria a través de intervalos prefijados. (Bautista, 2006).

Conociendo la longitud de la ensenada, se trazó una transecta longitudinal en la zona de la berma y a partir de ésta, se recolectaron muestras de sedimentos cada diez metros: el punto de partida (0 metro) de la transecta se ubicó en el promontorio suroeste ( $\sim 10^{\circ} 24' 10''$  N -  $69^{\circ} 19' 06''$  O), recolectando de manera progresiva la muestra, hasta llegar al punto final (130 m) próximo al saliente noreste ( $\sim 10^{\circ} 24' 16''$  N -  $69^{\circ} 19' 02''$  O).

Sobre la transecta anterior, se trazaron transectas perpendiculares (cada diez metros) con el fin de recolectar sedimentos de la zona de vaivén.

Bajo el procedimiento descrito, se recolectó un total de 28 muestras: 14 en la zona de la berma y 14 en la de vaivén, que fueron almacenadas en bolsas de 250 gr. de capacidad, con cierre hermético. Se rotularon atendiendo al punto de muestreo.

Ante la imposibilidad de definir una zona de rompiente, por la configuración del borde costero, no se pudo recolectar las muestras para el referido sector.

Paralelamente y con ayuda de una cinta métrica, se realizaron mediciones referidas a la longitud de la ensenada, el ancho de la berma y de la zona de vaivén en intervalos de 10 metros de longitud y con ayuda de un medidor de ángulos, se procedió a registrar la pendiente del escalón de playa en cada punto de la transecta.

## 2.2 Fase de laboratorio

Para esta fase se definieron las variables y los protocolos a seguir en los análisis de laboratorio; se consideraron aquellos elementos que permitieron describir las características físicas y químicas de los sedimentos que constituyen el depósito de playa en la ensenada de Cautaro.

Para el análisis de las características física-mecánicas de los sedimentos, se determinó (Lara y González, 1979): (a) análisis granulométrico de las partículas (Método de Tamizado en Seco), cuyos valores permiten diseñar la curva granulométrica (semilogarítmica) y con ella, precisar los patrones estadísticos: tendencia central, asimetría, curtosis y selección, y (b) análisis morfosκόpico de las partículas.

En cuanto a los ensayos químicos, se identificó: (a) pH, de acuerdo con el método potenciométrico (Ugas, 1997), (b) contenido de  $\text{CaCO}_3$  (Método de Digestión de Carbonato), (c) conductividad eléctrica (Método del Conductímetro

(Ugas, 1997), y (d) fracción de minerales pesados (Método de Bromoformo) de acuerdo con lo establecido por Roa y Berthois (1975).

## 2.3 Fase de oficina

Comprende la caracterización físico-geográfica del área de estudio: elaboración de mapas, perfiles topográficos, perfiles geológicos y gráficos granulométricos, así como la interpretación de los datos obtenidos en campo y laboratorio.

Vale la pena destacar que la elaboración de los mapas (localización y topográficos) que se presentan como parte de la presente investigación, tienen como base las hojas N° 7347 (Escala 1:100.000) y 7347-III-SE (Escala 1:25.000) del Ministerio de Obras Públicas – Dirección de Cartografía Nacional y fueron diseñados con el software para plataformas SIG *MapInfo* (versión 5.5) y el módulo de altimetría vertical *Mapper* (versión 3.3).

El tratamiento estadístico de los datos de campo y de laboratorio se realizó mediante el programa SPSS, siguiendo el protocolo típico de cada estimación y se basó fundamentalmente en el cálculo de medias aritméticas, percentiles, correlaciones de variables y estimación del coeficiente correlación de Pearson.

## 3. Resultados y discusión

La ensenada de Cautaro se caracteriza por ser más larga que ancha y estar confinada a la pequeña franja emergida en el contacto acantilado-mar. Tiene aproxi-

madamente unos 130 metros de largo y en promedio, 7,64 metros de ancho (con un máximo de 31,5 en la zona central y un mínimo de 2 en el extremo suroeste) medidos en la zona de la berma.

La playa se dispone mucho más ancha en el flanco norte, en cuyo extremo alcanza los 7,2 m; aumenta progresivamente su espesor hasta la zona central, para luego retrotraerse hacia el flanco suroeste, en donde la anchura del depósito apenas sobrepasa la mitad del flanco opuesto.

La entrada de las aguas del mar hacia el interior de la ensenada se origina por promontorio NE, por lo que el oleaje pierde energía y con ello la capacidad de transportar material; de allí que se inicie la acumulación al interior de la ensenada y el oleaje en su reacomodo a la disposición de la costa, tienda a redistribuir los sedimentos que llegan al flanco noreste de la ensenada, acumulándolos en la zona central, a partir de la cual, cambia la tendencia hacia la disminución de la acumulación en su recorrido hacia el flanco suroeste.

En la zona del escarpe de playa las pendientes oscilan entre 2° en la zona central y 15° en la zona de los extremos, para una media de 8,07° lo que clasifica de acuerdo al criterio de clasificación de Heno (1998), como una pendiente mediana, típica de depósitos costeros.

Por su parte, la zona de vaivén, como es típico de este tipo de perfiles de playas en ensenadas, está muy próxima al límite entre la berma y el escalón de playa (en promedio 3,55 m), alcanzan su separación máxima hacia la zona central, con una extensión aproximada de 5,5 metros

y con tendencia a disminuir hacia los extremos de la playa.

### 3.1 Textura de los sedimentos

Se analizaron desde el punto de vista textural, las muestras de sedimentos recolectadas en la zona de berma y vaivén, teniendo en la observación que ambas áreas del perfil de playa presenta gran uniformidad granulométrica, ya que el depósito está constituido fundamentalmente por partículas del tamaño de las arenas (0.0625 a 1.68 mm), según la escala propuesta por Krumbein y Pettijohn, (1938).

Un análisis más minucioso a través del método de tamizado en seco, muestra que la distribución porcentual de los distintos diámetros de las arenas en las zonas de berma y vaivén, están dominados por las arenas sobre otros diámetros de granos (grava, gravillas, etc.), presentado variaciones que van desde la arena muy gruesa hasta la arena muy fina, en ambas zonas del perfil de playa de la ensenada.

Las curvas granulométricas presentadas en las figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11, señalan trazados largos y con pendientes uniformes e inclinadas en la zona central y, por lo general, suavizadas hacia los extremos, típico de depósitos costeros de arenas transportadas por el oleaje (Koster y Leser, 1976).

En la berma, la tendencia central indica la dominancia de la arena media ( $\emptyset$  1,81), cuyo diámetro caracteriza aproximadamente al 44,5% del material que constituye el depósito en la zona. El análisis de correlación ( $R = 0,88$ ) indica

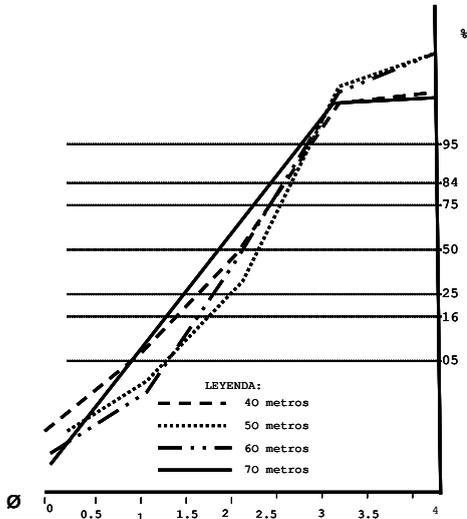


Figura 4. Curvas granulométricas de las muestras 0m, 10m, 20m y 30m, zona de la berma

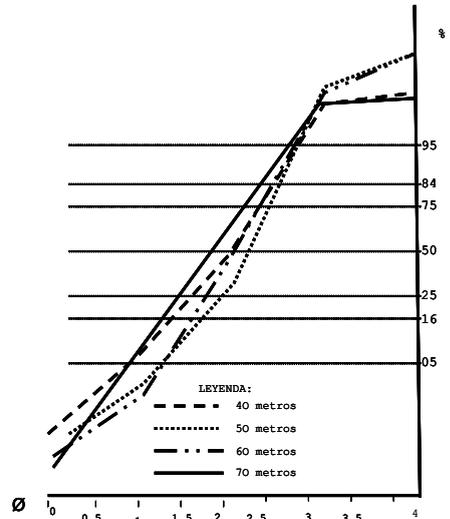


Figura 5. Curvas granulométricas de las muestras 40m, 50m, 60m y 70m, zona de la berma

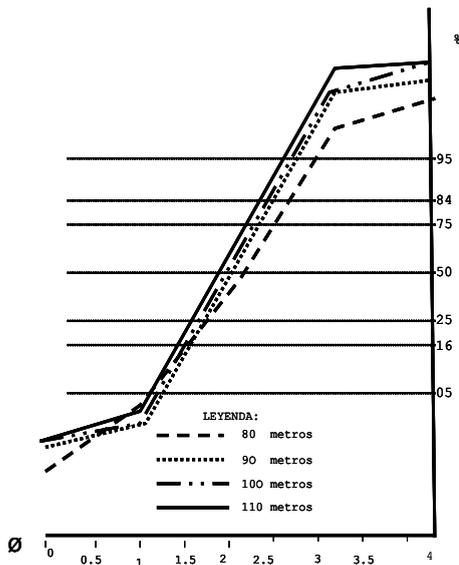


Figura 6. Curvas granulométricas de las muestras 80m, 90m, 100m y 110m, zona de la berma

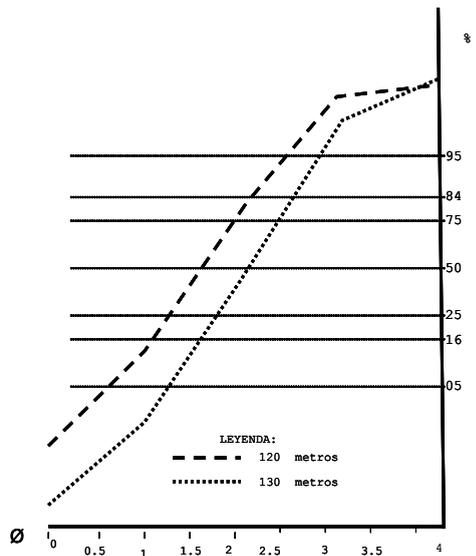


Figura 7. Curvas granulométricas de las muestras 120m y 130m, zona de la berma

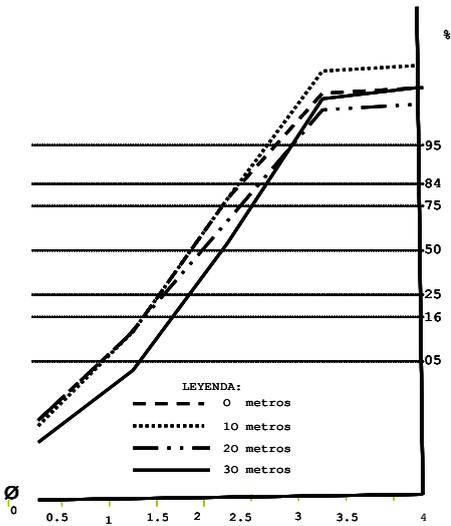


Figura 8. Curvas granulométricas de las muestras 0m, 10m, 20m y 30m, zona del vaivén

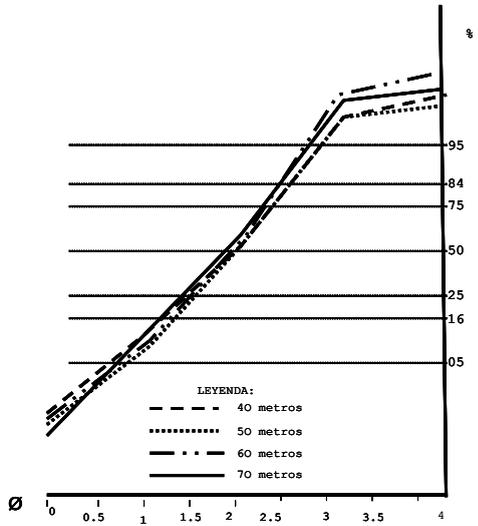


Figura 9. Curvas granulométricas de las muestras 40m, 50m, 60m y 70m, zona del vaivén

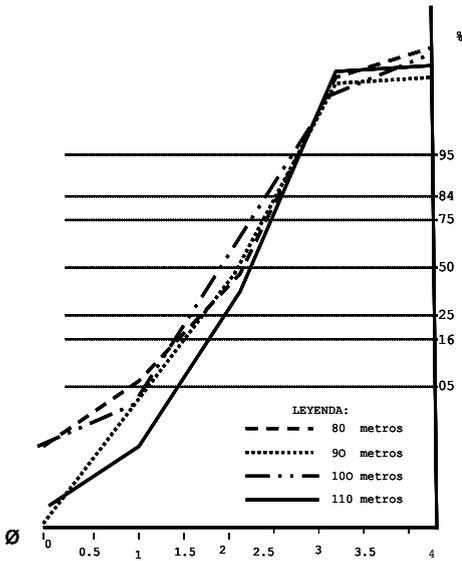


Figura 10. Curvas granulométricas de las muestras 80m, 90m, 100m y 110m, zona del vaivén

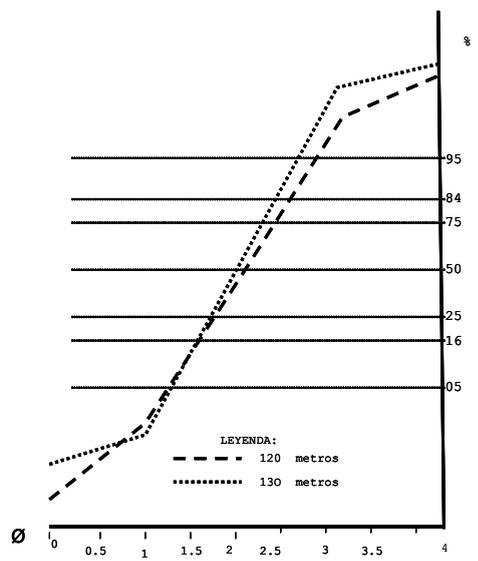


Figura 11. Curvas granulométricas de las muestras 120m y 130m, zona del vaivén

que existe una alta dependencia entre el tamaño promedio de los granos y la pendiente del escarpe de playa, señalando la posibilidad de que a medida que los granos de arena tienden hacia el extremo fino, de igual manera descenderán los valores de pendiente.

En la zona de vaivén, existe una marcada tendencia hacia las arenas medias ( $\phi$  1,83), lo cual se evidencia en toda la extensión del área.

Lo anterior no niega la existencia de granos de otras tallas; solo advierte sobre el predominio en la distribución de esta talla, lo que representa, aproximadamente el 53% del material disponible.

El coeficiente de selección señala que no existen variaciones importantes para ambos sectores de la ensenada, ya que la clasificación del material por parte del agente que los condujo hasta su posición actual coincide con la condición heterométrica presente en los sedimentos.

En efecto, en ambas zonas la selección es muy pobre: para la berma el coeficiente de selección estimado es de  $\sim 1,15 \phi$  y en la zona del vaivén de  $\sim 0,83 \phi$ .

El análisis de correlación de las variables tamaño promedio del grano y selección ( $R= 0,92$ ) sugiere que en la berma, las arenas fueron mejor seleccionadas hacia el extremo grueso y a medida que se hacen más finas, se empobrece la selección.

Lo anterior sugiere que el agente que transportó el material hasta su posición actual, a pesar de la pobre escogencia del material, debió tener la suficiente energía para privilegiar los granos grueso por sobre los granos finos.

El índice de asimetría demuestra que al comparar los extremos de las porciones de la muestra, en ambos sectores, predominan las arenas finas sobre las arenas gruesas.

El índice estimado para la berma es de  $-2,50$  y para el vaivén  $-2,72$ , lo cual puede estar íntimamente relacionado con el origen orgánico del material, haciéndolo vulnerable a modificaciones o desgastes sufridos durante el transporte y posiblemente la tendencia a la disminución del diámetro de los granos, producto de la trituración generada por la exposición de las partículas a los agentes del intemperismo y por la intervención antrópica en la zona.

Por su parte, el coeficiente de Curtosis advierte que independientemente de la zona en el perfil de playa, el material está mejor seleccionado en el centro de la muestra que hacia los extremos ( $K$  (berma)  $\sim 2,32$ ;  $K$  (vaivén)  $\sim 2,35$ ), clasificando en ambos casos como leptocúrticas.

### **3.2 Análisis morfooscópico de las partículas**

La observación microscópica de los granos de cuarzo correspondientes a las muestras de sedimentos del sector de la berma, señala el predominio de los granos sub-angulares (64,22%), seguido por partículas con formas redondeadas (20%), angulosas o no desgastados (11,27%) y granos redondeados (4,17%).

Esta tendencia hacia las formas sub-angulares y angulares (que constituyen poco más del 75% de los granos) indica que la fuente de origen del material, está

muy próxima a su ubicación actual y que el agente responsable del depósito, no dispuso del tiempo suficiente para desgastar los ángulos de los granos, ya que el material, no ha sido lo suficientemente trabajado.

En la zona de vaivén, a pesar que la tendencia en la distribución morfoscópica se mantiene similar a la reportada para la berma, es necesario señalar que existe un ligero incremento hacia las formas redondeadas; en efecto, los granos redondeados a muy redondeados constituyen más del 35% del material, siendo la fracción sub-angulosa la que tenga mayor presencia (53,58%).

Esto puede estar vinculado, al mayor tiempo que el material tiene expuesto a las condiciones del oleaje marino, en contraposición al material de la berma.

### **3.4 Contenido de Carbonato de Calcio (CaCO<sub>3</sub>)**

La prueba de calcimetría revela que las partículas que conforman el depósito de playa en la ensenada de Cautaro están constituidas fundamentalmente por bioclastos, cuyo origen se encuentra en la fragmentación de los arrecifes coralinos localizados en la zona de Mochima.

En efecto, en ambas zonas del perfil de playa, el contenido de CaCO<sub>3</sub> supera el 60% del material (en la berma 63,3% y en el vaivén 70,1%) de allí que se presuma que la mayor parte de estas partículas, por lo general fueron desprendidas de los arrecifes coralinos durante episodios de mar de fondo y transportadas por el oleaje alterado, hasta su ubicación actual.

### **3.5 pH**

En general se trata de sedimentos alcalinos, con algunas variaciones en la zona de la berma, en donde se registran valores de hasta 7,77 (ligeramente alcalino), lo cual puede estar determinado por la presencia de minerales pesados en la muestra.

En la zona de vaivén, se mantiene la tendencia a la alcalinidad, para un pH promedio estimado de 8,24.

Lo anterior resulta típico de los depósitos bioclásticos.

### **3.6 Conductividad eléctrica**

Las muestras presentan una salinidad moderada, con ligeras variaciones entre la zona de la berma (2,90 dS/m) y el vaivén (3,82 dS/m).

Los resultados se corresponden a áreas con similares condiciones climáticas y de ambientes costeros, donde la salida del material soluble es limitada, ya que los cursos de aguas son escasos, por lo que la lixiviación de las sales es mínima y se favorece la concentración.

### **3.7 Fracción y composición de minerales pesados**

La fracción de minerales pesados en la muestra tiende a ser reducida; el estimado para la berma es en promedio de 2,46% y para el vaivén de 2,04%.

En cuanto a su composición, se identificaron fragmentos de Turmalina, Estauroлита, Rutilo, Magnetita y Limonita (Figura 12).

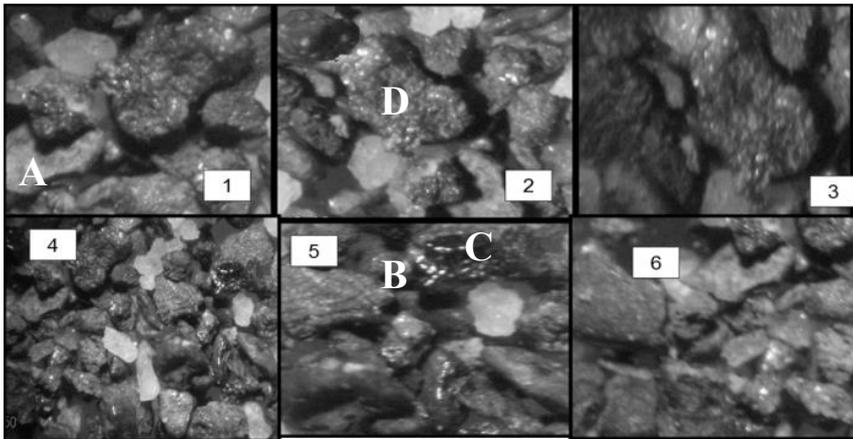


Figura 12. Secuencia microscópica de los minerales pesados presentes en la berma (1,2 y 3), vaivén (4,5 y 6). Ensenada Cautaro. Obsérvese LA Turmalina (A), Rutilo (B), Magnetita (C) y Limonita (D)

El origen de esta mínima fracción es posible que sea producto de la incipiente meteorización de las areniscas silíceas de la Formación Barranquín. En efecto, en esta ensenada vierten sus aguas, al menos tres quebradas de régimen desconocido, que probablemente al activarse, traigan entre su carga, partículas de estos minerales desde la cuenca alta y media.

### 3.8 Composición química de las muestras

No existen diferencias en cuanto a la composición mineralógica de los depósitos en la zona de la berma y el vaivén en la ensenada de Cautaro, toda vez que, a pesar que los porcentajes suelen variar, las tendencias en cuanto al tipo de mineral se mantienen: (1) carbonato de calcio, (2) minerales ligeros (cuarzo, feldspatos, plagioclasas, etc.) y (3) minerales pesados.

En el caso de la berma, se puede aseverar que la fracción orgánica, tal como ya se reportó en párrafos anteriores, alcanza en promedio hasta 63,31%, con una mínima observada de 60,8% y una máxima de 69,2%; la fracción de minerales ligeros estimada es de 32,22% y los minerales pesados representan el 2,46%.

Por su parte, en la zona del vaivén el material de origen orgánico representa en promedio el 70,14%, seguido de los minerales ligeros con el 27,81% y finalmente la fracción pesada con el 2,08%.

Las fracciones en la distribución advierten del importante aporte de material bioclástico que llega hasta la zona de la berma. Cabe destacar que en condiciones normales, el oleaje no permite la acumulación de este material en cantidades considerables por ser predominantemente tranquilo, se cree que debió ocurrir durante eventos de perturbación del patrón normal de circulación del oleaje,

como los episodios de mar de fondo registrados en diciembre de 1999 y otros más recientes.

#### 4. Conclusiones

Una vez culminada la investigación y atendiendo a los objetivos planteados para la misma, se concluye que:

1. La ensenada de Cautaro forma parte de un conjunto de pequeñas escotaduras circunscritas a la zona costera al Este de la península de Manare, ubicada en plena boca de la bahía.
2. En cuanto a sus rasgos morfométricos, la ensenada de Cautaro es más ancha en la zona central y más angosta hacia los extremos y se encuentran confinada a los relieves escarpados de la serranía del Interior, que en su contacto con el mar, se impone en abruptas colinas de areniscas silíceas pertenecientes al período Cretácico de la era Mesozoica.
3. Se diferencia a lo reportado por otras investigaciones para la bahía de Mochima, a la cual se vinculan, ya que esta última alberga en su interior una angosta faja de sedimentos clásticos, aportados por el río principal. Contrario a lo anterior, la ensenada de Cautaro está constituida por partículas calcáreas, cuyo análisis sedimentológico advierte que el agente responsable del transporte de los granos que constituyen los depósitos, no es precisamente un río o quebrada. En efecto, se considera que el oleaje es el agente responsable del traspor-

te y acumulación del material, pero no en sus facultades cotidianas, ya que por su condición al interior de la ensenada, éste tiende a ser de menor magnitud que en costas abiertas.

4. El material que constituye la ensenada presenta un alto contenido de Carbonato de Calcio lo cual puede estar vinculado a variada biota marina reportada en la actualidad para las proximidades de la bahía de Mochima, la cual abarca amplias gamas de especies de gasterópodos, bivalvos, celenterados, algas calcáreas, etc., que hoy por hoy siguen constituyendo gran fuente de material bioclástico para las playas que se localizan al interior de las ensenadas.
5. Evidencias de fragmentos bioclásticos de distintas especies han sido encontrados entremezclados con las arenas, y quizás por lo reciente del fenómeno que los puso en su posición actual, no han tenido tiempo de ser triturados y reducidos a la talla de arenas medias que prevalece en el depósito.
6. La fracción de minerales terrígenos constituye aproximadamente el 35% de material sedimentario, distribuidos en ~33% de minerales livianos (con predominio del cuarzo) y ~2% minerales pesados, en estos últimos predominan la Turmalina, Rutilo, Magnetita y Limonita. Se asume que el origen de esta fracción esté en las areniscas silíceas de la Formación Barranquín, que aflora en la zona montañosa, dado el grado subangular de los cuarzos que revela el poco transporte al cual han estado sometidos.

## 5. Referencias citadas

- ANDRESSEN, R. 2007. Circulación atmosférica y tipos de clima. En: **GeoVenezuela, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales**. 238-329. Fundación Empresas Polar. Caracas-Venezuela.
- BAUTISTA, M. E. 2006. **Manual de Metodología de Investigación**. Talitip. Caracas-Venezuela.
- FOGHIN, S. 2002. **Tiempo y clima en Venezuela: Aproximación a una geografía climática del territorio venezolano**. UPEL-IPMJMSM Colección clase magistral. Estado Miranda-Venezuela.
- GONZÁLEZ, C.; ITURRALDE, J. y X. PICARD. 1980. **Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas**. Ediciones FONIN-VES. Caracas-Venezuela.
- HENAO, J. 1998. **Introducción al manejo de cuencas hidrográficas** Universidad Santo Tomás. Santa Fe de Bogotá-Colombia.
- HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C. y P. BAPTISTA. 2004. **Metodología de la investigación**. Chile, McGraw-Hill. Disponible en: Disponible en: <http://www.igd.fhg.de/www/www95/papers/89/paper.html>. [Citado el 21/08/2008].
- KÖSTER, E. y H. LESER. 1976. **Trabajos Prácticos de Geomorfología**. Valencia-España.
- KRUMBEIN, W. & F. PETTIJOHN. 1938. **Manual of sedimentary petrology**. Appleton-Century- Crofts Ed. 549 p.
- LARA, S. y L. GONZÁLEZ. 1979. *Seminario II de Geografía (física) compilación de recursos utilizados*. UPEL-IPC. Caracas-Venezuela.
- LARA, S.; SUÁREZ, C. y E. MARCUCCI. 1997. **Atlas morfodinámico costero de Venezuela**. UPEL-IPC-Subdirección de Investigación y Postgrado. Caracas- Venezuela. 72 p.
- MÉNDEZ, J. 2007. *Costas litorales del Caribe y del Atlántico, islas y archipiélagos. Las profundidades marinas*. En: **GeoVenezuela, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales**. 184-237. Fundación Empresas Polar. Caracas-Venezuela.
- PDVSA-INTEVEP. 1996. Código Estratigráfico de Venezuela: Grupo Sucre. En: **Petróleos de Venezuela y el Instituto de Tecnología Venezolana para el Petróleo**. Disponible en: Disponible: <http://www.pdvsa.com/lexico/s69w.htm>. [Citado el 16/08/2009].
- ROA, P. y L. BERTHOIS. 1975. **Manual de Sedimentología**. Ed. Sorocaima. Caracas-Venezuela. 303 p.
- SANT, S.; MÉNDEZ, E. y A. PRIETO. 2001. Comparación de la composición y estructura de una comunidad coralina después del fenómeno de mar de fondo en el Parque Nacional Mochima, estado Sucre, Venezuela. *IX Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar*, Isla de San Andrés-Colombia. Disponible en: <http://www.alicmar.org/congresos/documentos/noveno/Biodiversidad/Arrecifes%20coralinos/341.PDF>. [Citado el 07/02/2009]
- UGAS, C. 1997. **Ensayos de laboratorio en mecánica del suelo. Discusión-evaluación crítica y procedimientos**. Editorial Provenca. Caracas-Venezuela. 275 p.