

## **Análisis granulométrico y contenido de CaCO<sub>3</sub> del depósito tipo playa, localizado en la Ensenada de Puerto Cruz, estado Vargas, Venezuela**

Sieve analysis and content of CaCO<sub>3</sub> of deposit type beach, located in the inlet Puerto Cruz, Vargas state, Venezuela

**Franklin Núñez Ravelo** <sup>(1)</sup>

franklingeove@hotmail.com

**María Ugas Pérez** <sup>(2)</sup>

mariaeleneaugas\_88@hotmail.com

**Michel Hernández Labrador** <sup>(1)</sup>

michelahernandez@hotmail.com

**Gerardo Dieppa González** <sup>(3)</sup>

gerardodieppa@gmail.com

**(1)Universidad Pedagógica Experimental Libertador- Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela**

**(2)Liceo Nacional Gran Cacique Tiuna, Caracas, Venezuela**

**(3)Unidad Educativa San José de Tarbes, Caracas, Venezuela**

Artículo recibido en abril 2016 publicado en septiembre 2016

### **RESUMEN**

*El propósito fue identificar las características fisicoquímicas del material que constituye el depósito tipo playa, para lo cual se desarrollaron tres fases en el proceso de investigación: (a) Campo: colecta de sedimentos superficiales en la berma, mediante una transecta longitudinal y sobre esta, cada 20 metros, transectas trasversales hacia las zonas del vaivén y el rompiente, para un total de 45 muestras; (b) Laboratorio: análisis físico (granulometría y morfología de los granos) y químico (contenido de CaCO<sub>3</sub>), y (c) oficina o de procesamiento estadístico. El depósito está constituido por partículas de la talla de las arenas medias a gruesas, moderadamente seleccionadas y leptocúrticas, morfológicamente*

angulosos, con un porcentaje de CaCO<sub>3</sub> que varía según la posición. El material, tiene una fuente de origen predominantemente en las rocas metamórficas del Macizo del Ávila siendo transportados hacia su posición actual por el río Limón.

**Palabras clave:** Playa; estado Vargas; playa; Puerto Cruz; sedimentología

## **ABSTRACT**

*The purpose was identify the physicochemical characteristics of the material constituting the beach depot, to do field research is assumed, developed in three stages: (a) Field, allowing the collection of surface sediments into the berms by a longitudinal transect and this at 20 m, manner transverse to the reciprocating parts of the surf zone and to a total of 45 samples; (b) Laboratory physical and chemical analysis (particle size and morphology of the grains) and (CaCO<sub>3</sub> content), and (c) office or statistical processing. It is recognized that the deposit consists of particles of the size of the medium sands to coarse, moderately sorted and leptokurtic, morphologically angular, with a percentage of CaCO<sub>3</sub> that varies with the position. It is concluded that the material has a source of origin in metamorphic rocks that limits south, being transported to its current location by Limón River.*

**Key words:** Beach; Vargas state; Puerto Cruz; sedimentology

## **INTRODUCCIÓN**

La presente investigación, enmarcada en el campo de la Geografía Física y la Geomorfología Litoral, hace uso de las técnicas de análisis sedimentológico para caracterizar desde lo físico –mecánico y químico, el material que constituye el depósito de playa localizado en la ensenada de Puerto Cruz, con el fin de dilucidar la posible fuente de origen de las partículas que la constituye, así como el agente responsable de su transporte y los procesos geomorfológicos asociados.

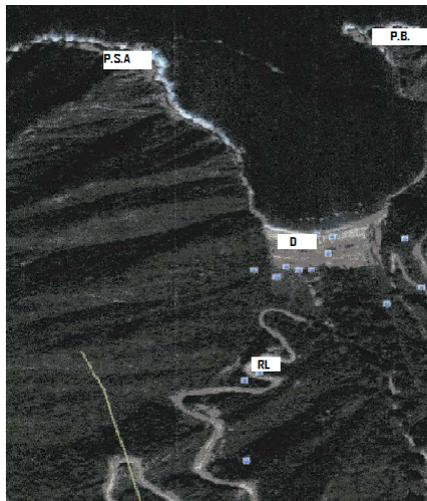
En el caso particular de este sector del borde litoral del tramo central de la Cordillera de la Costa, se trata de un antiguo valle fluvial inundado en una costa de hundimiento tectónico (Maloney, 1965; Picard y Goddard,

1975), localizado a los 10°32'17" N y 67°20'17" O, en el Municipio Vargas de la referida entidad Federal.

De acuerdo con Lara y González (1997) presenta profundidades promedios de 100 m, en las zonas próximas a los promontorios metamórficos de San Antonio y Punta Boquerón, quienes resguardan la playa de bolsillo en su interior.

Desde el punto de vista topográfico, se pueden distinguir, dos grandes unidades del relieve con características bien diferenciadas: (a) un área montañosa y (b) una zona de acumulación reciente de playa de fondo de bahía. En el primer caso, en el sector Sur de la ensenada de Puerto Cruz, el área montañosa alcanza alturas que sobrepasan los 2000 m. s. n. m, correspondientes al Macizo del Ávila, con pendientes promedio estimada de 32%, lo que según Henao (1998) se puede clasificar como fuerte.

Por su parte, la zona de playa de fondo de bahía, se encuentra aproximadamente entre los 0 y 5 m. s. n. m. con pendientes que no superan el 1.5% en la zona de la berma, lo que de acuerdo con Henao (ob. cit.) es catalogado como un relieve plano (ver gráfico 1).



**Gráfico 1.** Imagen Satelital de la Ensenada de Puerto Cruz. (Fuente P.S.A.= Punta San Antonio; P.B.= Punta Boquerón; D= Depósito tipo playa y R= Río El Limón)

Es importante señalar que en la parte interna de la ensenada, en su extremo oriental, desemboca el río El Limón, cuya cuenca tiene características propias de los ríos intramontañosos, con un trazado en sentido N-S, una longitud de 16 km y una cuenca que ocupa un área de 112 km<sup>2</sup>.

De allí, que se busque identificar elementos texturales (tendencia central, selección, asimetría, curtosis y morfología de los granos) y químicos (contenido de CaCO<sub>3</sub>), que permitan generar una aproximación geomorfológica referente a los agentes y procesos involucrados en la génesis y evolución del referido depósito de playa.

### **Acumulaciones tipo playa en los Fondos de Bahía: definición, origen del material y procesos involucrados**

Clasifican como tal, todos aquellos arenales que se encuentran confinados a la parte cóncava o el entrante de una ensenada o bahía, y que de acuerdo con Thornbury (1960), se denominan variadamente como playas de cabecera de bahía, playas de bolsillo o playas media luna. El origen del material que la constituye, va a depender de diversos factores físicos y antrópicos que actúen finalmente como agentes capaces de trasportar y acumular dicho material.

Es válido resaltar que dentro de los factores físicos se encuentran: (a) las condiciones climáticas y fundamentalmente de precipitación, que permitan la configuración del siguiente factor, (b) una red de drenaje capaz de erosionar material en la cuenca, para luego transportarlo hasta la zona de acumulación en la parte cóncava de la bahía, y (c) el aporte marino, asociado fundamentalmente al oleaje, a los procesos de refracción, difracción y a la deriva litoral.

En efecto los materiales que constituyen dichos depósitos provienen tanto del mar como de la zona continental y según Thornbury (ob. cit.), probablemente la mayor parte provenga de tierra firme, siendo aportados por los ríos, deslizamiento, meteorización de acantilados, etc. y su crecimiento está controlado fundamentalmente por las profundidades cercanas a la costa.

En este tipo de acumulaciones se evidencia un ángulo con la cresta de la ola refractada que va en franca disminución, y aumenta la distancia entre la fuente local de sedimentos, con la finalidad de redistribuir el “exceso” de material proveniente desde el río (Marcucci, 2002).

No obstante, otra parte del material proviene del mar, siendo el oleaje el agente responsable de su transporte y acumulación.

Este proceso, ha sido descrito por muchos investigadores y en términos generales puede señalarse que a medida que el oleaje penetra desde alta mar hacia el interior de una bahía o una ensenada, siendo que en estas las aguas suelen ser menos profundas, este tiende a disminuir su velocidad y con ella su capacidad de trasportar sedimentos, por lo que al interior de la bahía es propicia la acumulación de material.

Lo anterior es producto de un fenómeno conocido como *refracción del oleaje*, que supone que el frente de olas cambia de dirección a medida que se aproxima a una costa con acantilados y bahías, a medida que entra en contacto con la costa y se interna en la bahía o ensenada, se produce una disminución en la velocidad del tren de oleaje debido a la influencia de la poca profundidad y la fricción con el fondo, iniciando dicha disminución en las áreas cercanas a las puntas o promontorios. Como consecuencia de lo anterior, el frente de la ola refracta de acuerdo con la forma de la línea de costa. (Strahler 1981; Longwell y Flint, 1974).

Por su parte, Strahler (ob. cit.), sostiene que en los promontorios, se incrementa la altura del rompiente y de la ola, de manera que se concentra la mayor parte de la energía en un pequeño fragmento de la costa dando origen a la erosión de esta zona del acantilado; ya con menor intensidad, el tren de oleaje se gira hacia el interior de la bahía, consumiéndose en su paso hacia la zona interna, la energía disipada, lo que hace prácticamente nula la erosión y favorece a la acumulación de sedimentos.

La génesis de este depósito viene dada por el rompimiento de la ola y el traslado del agua con sedimentos en suspensión hacia el entrante de la bahía, esta pierde velocidad por fricción y efectos gravitacionales, por lo

que tiende a acumular la arena, formando la berma como un mecanismo progradante (Marcucci, 2002).

De lo señalado anteriormente y siguiendo el criterio propuesto por Holmes y Holmes(1980); Lefevre-Balleydier (2003) y Méndez (2006a), basado en la procedencia de los materiales dominantes, se pueden proponer al menos los siguientes tres tipos de playas de fondo de bahía:

**Depósitos terrígenos:** constituidos por una fracción dominante (> 50%) de fragmentos silíceos -cuarzos, feldespatos, así como otros minerales<sup>1</sup> - y cenizas volcánicas, transportadas hasta la zona cóncava de la bahía por ríos, el hielo glacial, las lluvias o el viento.

En cuanto a los minerales más comunes en los granos de origen clástico, el Cuarzo es el más abundante para las arenas y limos y su grado de redondez tiende a aumentar, mientras que su tamaño y sus eventuales características policristalinas tienden a disminuir a medida que el depósito adquiere mayor madurez.

Por su parte, los granos feldespáticos suelen ser más resistentes a la alteración, mientras que los minerales pesados, constituyen la menor parte del depósito (< 1%) y están constituido por minerales opacos (óxidos y sulfuros de Fe) o no opacos (silicatos) indicadores del tipo de fuente que ha proporcionado los sedimentos y del recorrido de estos últimos. (Marcucci, ob. cit.).

**Depósitos biógenos:** ambientes constituido por una fracción dominante (> 50%) de carbonatos fragmentados, triturados, asociados a restos de organismos marinos (algas calcáreas, valvas o conchas de animales y esqueletos o fragmentos de corales).

Al respecto, según Marcucci (ob. cit.) la mayor parte de los granos de CaCO<sub>3</sub> que se encuentran en las zonas costeras están asociados a precipitaciones orgánicas e inorgánicas, depositados en la misma cuenca en donde se encuentran y en ambientes generalmente marinos.

En efecto, Méndez (2006b), afirma que los ambientes marinos donde la temperatura oscila entre 24°C y 28°C, hay escasa turbidez, buena oxigenación, salinidad adecuada, niveles altos de pH y con presiones parciales bajas de dióxido de carbono, resultan ideales para la formación de sedimentos de carbonatos. Siendo los más importantes los denominados polimorfos (Calcita y Aragonita) en los depósitos de aguas someras tropicales y subtropicales.

Es importante destacar que el material calcáreo también puede tener un origen terrígeno, derivado de la disgregación de rocas sedimentarias carbonáticas pre-existentes.

**Depósitos mixtos o transicionales:** poseen una composición proporcional de aportes continentales y marinos, ninguno de los aportes deberá superar en 5% al otro.

## **MÉTODO**

Se asumió como eje para el desarrollo de la presente investigación el modelo de campo, bajo un enfoque descriptivo, que buscó especificar las propiedades más importantes del fenómeno que es sometido al análisis investigativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2004). El trabajo se realizó en tres fases: (a) Campo, (b) Laboratorio y (c) Oficina.

### **Fase de campo**

El trabajo de campo, se efectuó a inicios de noviembre, coincidiendo con el cierre del período seco e inicio del período lluvioso, toda vez que se planteó como propósito la colecta de muestras de sedimentos de la zona superficial pues hacerlo en un mes lluvioso, sería irrelevante para este tipo de investigación, dada las características de la zona predominantemente semiárida.

Se efectuó un muestreo probabilístico de tipo sistemático, el cual supuso conocer la totalidad de la población, se le asignó un código y se escogió 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 esta, se recolectaron muestras de sedimentos cada veinte metros: el punto de partida (0 metro) de la transecta se ubicó al inicio del depósito de playa, próximo al saliente Oeste (Punta San Antonio), seleccionando progresivamente la muestra hasta llegar al punto final -280 metros- cercano al extremo correspondiente al saliente Este (Punta Boquerón).

Sobre la transecta anterior, se trazaron líneas perpendiculares (cada veinte metros) con el fin de recolectar sedimentos de las zonas de vaivén y rompiente.

Bajo el procedimiento descrito, se colectó un total de 45 muestras: 15 para cada zona referida del perfil de playa, que fueron almacenadas en bolsas de polietileno con capacidad de 250 gr., con cierre hermético. Se rotularon atendiendo al punto de muestro.

### **Fase de Laboratorio**

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

Para el estudio de las características física-mecánicas de los sedimentos, se determinó: (a) Análisis granulométrico de las partículas (método de Tamizado en seco, reportado por Köster y Leser, 1976; Ugas, 1997) cuyos valores obtenidos permitió diseñar la curva granulométrica (semilogarítmica) y con ella, precisar los patrones estadísticos: tendencia central, asimetría, curtosis y selección (Roa y Berthois, 1975; Lara y González, 1979), y (b) Análisis morfosκόpico de las partículas (Lara y González, ob. cit..).

## **Análisis granulométrico de las partículas (método de Tamizado en seco, reportado por Köster y Leser, 1976; Ugas, 1997)**

Las muestras recolectadas en campo fueron secadas a temperatura ambiente durante 48 horas. Del material seco se tomaron 200 gramos de cada muestra por separado, se pasaron por el tamiz 10 y la fracción resultante se vertió en un vaso de precipitado de 500 ml.

Se seleccionaron los tamices a emplear en atención a la capacidad de la Tamizadora Sievefester, Modelo SS-15, serial 4921 y 4922 (Gilson Company, INC) la cual solo permite hasta 6 bandejas, de allí que fuesen escogidos (por representar el límite entre las fracciones) y ordenados de base a tope, los siguientes platos: Bandeja, 230, 120, 60, 35, 18 y tapa. Se registraron las unidades en diámetro  $\emptyset$  de cada tamiz.

De la fracción que se coló del tamiz N° 10 se pesaron 40 gramos en la balanza analítica, se vertieron en el tamiz 18 y se tapó el juego de tamices, estos se trasladaron hasta la tamizadora, dejándola vibrar por un período de 15 minutos.

Trascurrido el tiempo, la fracción de la muestra que fue retenida en cada bandeja se peso por separado, se registraron los valores para cada bandeja y posteriormente se procedió a estimar el peso acumulado, el porcentaje retenido en cada bandeja y el porcentaje acumulativo.

### **Curva acumulativa semilogarítmica (curva granulométrica)**

A partir de los valores de porcentaje acumulativo y la medida en  $\emptyset$  del tamiz correspondiente, se procedió a realizar las curvas granulométricas en papel semi logarítmico. En el eje de las abscisas se graficaron los valores correspondientes a la variable del diámetro  $\emptyset$ , mientras que en el eje de las ordenadas se representaron los valores correspondiente al porcentaje acumulativo.

Una vez trazada la curva, se procedió a extraer de esta los valores correspondientes a los percentiles:  $\emptyset 5$ ,  $\emptyset 16$ ,  $\emptyset 25$ ,  $\emptyset 50$ ,  $\emptyset 75$ ,  $\emptyset 84$  y  $\emptyset 95$ .

Los mismos fueron empleados para la estimación de parámetros estadísticos tales como tendencia central, selección y curtosis (Lara y González, 1979).

### **Análisis morfosκόpico de las partículas**

Este análisis busca determinar el nivel de desgaste de los granos de cuarzo, asociándolos a su grado de evolución, al tiempo de transporte y al agente responsable. Consiste en analizar el contorno de las partículas de cuarzo que constituyen la muestra bajo el binocular, a fin de considerar si estos han sido desgastados (contorno redondeado) o no (contorno anguloso) (Roa y Berthois, 1975).

Es recomendable que la muestra a observar sea lavada de carbonatos, a fin de reconocer los granos de cuarzo y otros minerales. Bajo el binocular, se procedió a la captura de imágenes fotográficas de la muestra, las cuales fueron posteriormente cotejadas con la escala propuesta por Cailleux, A. (citado en Roa y Berthois, 1975).

Ahora bien, en cuanto al análisis químicos, se identificó el contenido de CaCO<sub>3</sub> (Método de digestión de Carbonato), descrito por Lara y González (ob. cit.).

#### *Contenido de CaCO<sub>3</sub> (Método de digestión de Carbonato)*

Por lo general el Carbonato de Calcio en los depósitos de sedimentos, tienen su génesis en los procesos sedimentarios y biológicos (caparazones de moluscos, corales, entre otras) y al cristalizar a manera de calcita, pasa a constituir después del cuarzo, el mineral más abundante de la naturaleza, considerándose que cerca del 40% de las rocas superficiales tienen una composición carbonatada.

El análisis consiste en una valoración por retroceso en la que se hace reaccionar la muestra en un proceso de digestión con Ácido Clorhídrico (HCl) y cuyo propósito es determinar de manera indirecta contenido de

CaCO<sub>3</sub> en una muestra, según la proporción de Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y el origen del material que constituye la muestra.

Para su determinación, se pesaron cinco (5) gramos de la muestra previamente secada a temperatura ambiente y se depositan en un vaso precipitado, posteriormente se añadió cuatro (4) gotas de HCl (ácido clorhídrico) al 15% y se agitó hasta que se logró el cese de la reacción por agotamiento de los carbonatos.

Se lavó la muestra con agua destilada y se escurrió, cuidando no perder partículas. Nuevamente se le añadieron cuatro (4) gotas de HCl y se agitó. Este paso se repitió, alternándolo con el lavado hasta que no se obtuvo reacción ante el HCl.

Finalmente las muestras fueron lavadas, escurridas y secadas a temperatura ambiente por un período no menor a las 48 horas; transcurrido el tiempo, se pesaron y se registró el valor final.

Para conocer el contenido de CaCO<sub>3</sub> presente en la muestra se procedió bajo la siguiente ecuación:

$$\text{CaCO}_3 = 5 \text{ gr} \text{ — peso final}$$

Para expresar la porción en porcentaje (%) se desarrolló la siguiente ecuación:

$$\% \text{ CaCO}_3 = (\text{CaCO}_3 \times 100) / 5$$

## **Fase de oficina**

Permitió estimar parámetros descriptivos o de posición (media) mediante el paquete estadístico SPSS para Windows, así como, el análisis de varianza de las muestras según la posición de recolección.

## RESULTADOS

El análisis sedimentológico textural, reveló, en cuanto a la tendencia central, que existen diferencias significativas de acuerdo a la posición, siendo que en las zonas de supra playa (berma) y meso playa (vaivén) predominan partículas cuyo diámetro phi ( $\phi$ ) oscila entre 1,32 y 1,36 respectivamente, lo que se corresponde de acuerdo con la escala propuesta por Krumbein y Pettijohn (1938), con la talla de las arenas medias, mientras que en la zona de rompiente la media de la tendencia central estimada es de 0,53  $\phi$  por lo que predominan las arenas gruesas (ver los cuadros 1, 2 y 3)

El análisis de selección indica que existen diferencias significativas por posición en el perfil de playa, siendo que las muestras de la berma ( $I=0,57$ ) y del vaivén ( $I=0,58$ ), han sido moderadamente seleccionadas, mientras que las partículas correspondiente al rompiente ( $I=0,45$ ) están aparentemente bien seleccionadas por el agente responsable de su transporte, desde su lugar de origen hasta su posición en la playa (ver cuadros 4, 5 y 6).

En el caso particular del rompiente, es importante destacar que la aparente selección del material se deba a que por ser está justamente la zona en donde estalla la ola, posiblemente sea mayor su capacidad de arrastrar hasta este sector las partículas más gruesas, favoreciendo la dominancia de esta talla por sobre las otras.

**Cuadro 1.** Tendencia central de las arenas localizadas en la zona de la berma en la Ensenada de Puerto Cruz.

Muestra N°	Posición	$\phi$ 16	$\phi$ 50	$\phi$ 84	Mz	Tendencia Central
1	Berma	1	1,6	2	1,53	Arena Media
2	Berma	1,25	1,7	2	1,65	Arena Media
3	Berma	1,1	1,5	1,7	1,43	Arena Media
4	Berma	1	1,2	1,7	1,30	Arena Media
5	Berma	0,8	1,3	1,7	1,27	Arena Media

Muestra N°	Posición	φ 16	φ 50	φ 84	Mz	Tendencia Central
6	Berma	0,8	1,4	1,6	1,27	Arena Media
7	Berma	1	1,3	1,7	1,33	Arena Media
8	Berma	1,2	1,5	1,7	1,47	Arena Media
9	Berma	1	1,4	1,8	1,40	Arena Media
10	Berma	0,6	1,2	1,5	1,10	Arena Gruesa
11	Berma	0,8	1,4	1,8	1,33	Arena Media
12	Berma	0,8	1,2	1,8	1,27	Arena Media
13	Berma	0,6	1,2	1,8	1,20	Arena Gruesa
14	Berma	0,6	1,4	1,8	1,27	Arena Media
15	Berma	0,6	1	1,5	1,03	Arena Gruesa
<b>Media</b>					<b>1,32</b>	<b>Arena Media</b>

**Cuadro 2.** Tendencia central de las arenas localizadas en la zona de Vaivén en la Ensenada de Puerto Cruz.

Muestra N°	Posición	φ 16	φ 50	φ 84	Mz	Tendencia Central
1	Vaivén	1	1,8	2,2	1,67	Arena Media
2	Vaivén	1	1,7	2,1	1,60	Arena Media
3	Vaivén	1,2	1,5	1,9	1,53	Arena Media
4	Vaivén	0,8	1,2	1,8	1,27	Arena Media
5	Vaivén	0,8	1,5	1,8	1,37	Arena Media
6	Vaivén	0,8	1,5	1,8	1,37	Arena Media
7	Vaivén	1	1,3	1,8	1,37	Arena Media
8	Vaivén	1	1,6	2	1,53	Arena Media
9	Vaivén	1	1,4	2	1,47	Arena Media
10	Vaivén	0,6	1	1,4	1,00	Arena Gruesa
11	Vaivén	0,8	1,2	1,8	1,27	Arena Media
12	Vaivén	0,8	1,2	1,8	1,27	Arena Media
13	Vaivén	0,8	1,2	1,8	1,27	Arena Media
14	Vaivén	0,8	1,2	1,8	1,27	Arena Media
15	Vaivén	0,8	1	1,6	1,13	Arena Gruesa
<b>Media</b>					<b>1,36</b>	<b>Arena Media</b>

**Cuadro 3.** Tendencia central de las arenas localizadas en la zona de rompiente en la Ensenada de Puerto Cruz.

<b>Muestra N°</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 16	$\phi$ 50	$\phi$ 84	<b>Mz</b>	<b>Tendencia Central</b>
1	Rompiente	0,2	0,5	0,8	0,50	Arena Gruesa
2	Rompiente	0	0,4	1	0,47	Arena Gruesa
3	Rompiente	0	0,6	1,2	0,60	Arena Gruesa
4	Rompiente	0,2	0,4	0,8	0,47	Arena Gruesa
5	Rompiente	0	0,4	1	0,47	Arena Gruesa
6	Rompiente	0	0,6	1,4	0,67	Arena Gruesa
7	Rompiente	0	0,4	1,4	0,60	Arena Gruesa
8	Rompiente	0	0,4	1	0,47	Arena Gruesa
9	Rompiente	0	0,8	1	0,60	Arena Gruesa
10	Rompiente	0	0,6	1	0,53	Arena Gruesa
11	Rompiente	0	0,6	1	0,53	Arena Gruesa
12	Rompiente	0	0,4	1	0,47	Arena Gruesa
13	Rompiente	0	0,6	1	0,53	Arena Gruesa
14	Rompiente	0,2	0,6	1	0,60	Arena Gruesa
15	Rompiente	0	0,4	1	0,47	Arena Gruesa
<b>Media</b>					<b>0,53</b>	<b>Arena Gruesa</b>

**Cuadro 4.** Selección de las arenas localizadas en la zona de Berma en la Ensenada de Puerto Cruz.

<b>Muestra N°</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 5	$\phi$ 16	$\phi$ 84	$\phi$ 95	<b>I</b>	<b>Selección</b>
1	Berma	0,4	1	2	3	0,644	Moderada
2	Berma	0,6	1,25	2	2,8	0,521	Moderada
3	Berma	0,5	1,1	1,7	2	0,377	Bien
4	Berma	0,5	1	1,7	2	0,402	Bien
5	Berma	0	0,8	1,7	2,2	0,558	Moderada
6	Berma	0	0,8	1,6	2,4	0,564	Moderada
7	Berma	0,4	1	1,7	2,6	0,508	Moderada
8	Berma	0,6	1,2	1,7	2,8	0,458	Bien
9	Berma	0,4	1	1,8	3	0,594	Moderada
10	Berma	0	0,6	1,5	2,8	0,649	Moderada

<b>Muestra</b>							
<b>Nº</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 5	$\phi$ 16	$\phi$ 84	$\phi$ 95	<b>I</b>	<b>Selección</b>
11	Berma	0,2	0,8	1,8	3	0,674	Moderada
12	Berma	0	0,8	1,8	3	0,705	Moderada
13	Berma	0	0,6	1,8	2,8	0,724	Moderada
14	Berma	0	0,6	1,8	2,6	0,694	Moderada
15	Berma	0	0,6	1,5	2,6	0,619	Moderada
<b>Media</b>						<b>0,579</b>	<b>Moderada</b>

**Cuadro 5.** Selección de las arenas localizadas en la zona de Vaivén en la Ensenada de Puerto Cruz.

<b>Muestra</b>							
<b>Nº</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 5	$\phi$ 16	$\phi$ 84	$\phi$ 95	<b>i</b>	<b>Selección</b>
1	Vaivén	0,5	1	2,2	3	0,679	Moderada
2	Vaivén	0,4	1	2,1	2,8	0,639	Moderada
3	Vaivén	0,4	1,2	1,9	2,7	0,523	Moderada
4	Vaivén	0,4	0,8	1,8	2,6	0,583	Moderada
5	Vaivén	0,2	0,8	1,8	2,4	0,583	Moderada
6	Vaivén	0,4	0,8	1,8	2,6	0,583	Moderada
7	Vaivén	0,4	1	1,8	2,4	0,503	Moderada
8	Vaivén	0,2	1	2	2,2	0,553	Moderada
9	Vaivén	0,2	1	2	2,6	0,614	Moderada
10	Vaivén	0,2	0,6	1,4	2,4	0,533	Moderada
11	Vaivén	0,2	0,8	1,8	2,4	0,583	Moderada
12	Vaivén	0,2	0,8	1,8	2,6	0,614	Moderada
13	Vaivén	0,2	0,8	1,8	2,8	0,644	Moderada
14	Vaivén	0,2	0,8	1,8	2,4	0,583	Moderada
15	Vaivén	0,2	0,8	1,6	2,6	0,564	Moderada
<b>Media</b>						<b>0,585</b>	<b>Moderada</b>

**Cuadro 6.** Selección de las arenas localizadas en la zona de rompiente en la Ensenada de Puerto Cruz.

<b>Muestra Nº</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 5	$\phi$ 16	$\phi$ 84	$\phi$ 95	<b>i</b>	<b>Selección</b>
1	Rompiente	0	0,2	0,8	1,5	0,377	Bien
2	Rompiente	0	0	1	1,6	0,492	Bien
3	Rompiente	0	0	1,2	1,4	0,512	Bien
4	Rompiente	0	0,2	0,8	1,5	0,377	Bien
5	Rompiente	0	0	1	1,5	0,477	Bien
6	Rompiente	0	0	1,4	1,6	0,592	Moderada
7	Rompiente	0	0	1,4	1,6	0,592	Moderada
8	Rompiente	0	0	1	1,2	0,432	Bien
9	Rompiente	0	0	1	1,2	0,432	Bien
10	Rompiente	0	0	1	1,2	0,432	Bien
11	Rompiente	0	0	1	1,2	0,432	Bien
12	Rompiente	0	0	1	1,2	0,432	Bien
13	Rompiente	0	0	1	1,2	0,432	Bien
14	Rompiente	0	0,2	1	1,3	0,397	Bien
15	Rompiente	0	0	1	1,4	0,462	Bien
<b>Media</b>						<b>0,458</b>	<b>Bien</b>

El análisis de curtosis muestra que la distribución de las partículas suelen ser leptocúrtica (berma = K 2,5; vaivén = K 0,54 y rompiente = K 1,19), es decir, que están mejor seleccionadas en la fracción de las arenas medias que hacia los extremos finos o gruesos (ver cuadros 7,8 y 9).

**Cuadro 7.** Curtosis de las arenas localizadas en la zona de rompiente en la Ensenada de Puerto Cruz.

<b>Muestra Nº</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 5	$\phi$ 25	$\phi$ 75	$\phi$ 95	<b>K</b>	<b>Curtosis</b>
1	Berma	0,4	1,4	1,8	3	2,664	Leptocúrtico
2	Berma	0,6	1,5	1,9	2,8	2,254	Leptocúrtico
3	Berma	0,5	1,4	1,6	2	3,074	Leptocúrtico

Muestra N°	Posición	φ 5	φ 25	φ 75	φ 95	K	Curtosis
4	Berma	0,5	1,1	1,5	2	1,537	Leptocúrtico
5	Berma	0	1	1,5	2,2	1,803	Leptocúrtico
6	Berma	0	1,1	1,5	2,4	2,459	Leptocúrtico
7	Berma	0,4	1,1	1,4	2,6	3,005	Leptocúrtico
8	Berma	0,6	1,3	1,5	2,8	4,508	Leptocúrtico
9	Berma	0,4	1,2	1,6	3	2,664	Leptocúrtico
10	Berma	0	0,8	1,3	2,8	2,295	Leptocúrtico
11	Berma	0,2	1	1,5	3	2,295	Leptocúrtico
12	Berma	0	1	1,5	3	2,459	Leptocúrtico
13	Berma	0	1	1,5	2,8	2,295	Leptocúrtico
14	Berma	0	1,1	1,6	2,6	2,131	Leptocúrtico
15	Berma	0	0,8	1,3	2,6	2,131	Leptocúrtico
<b>Media</b>						<b>2,505</b>	<b>Leptocúrtico</b>

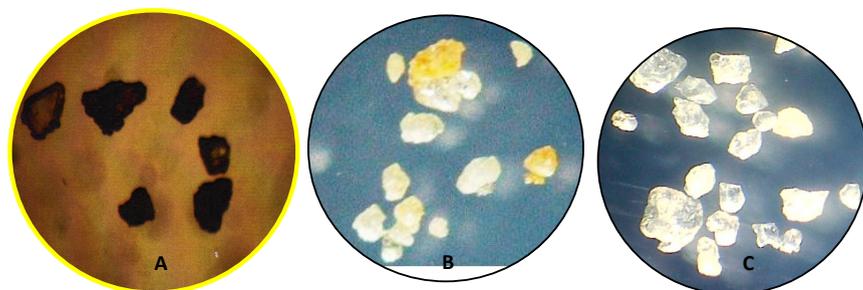
**Cuadro 8.** Curtosis de las arenas localizadas en la zona de Vaivén en la Ensenada de Puerto Cruz.

Muestra N°	Posición	φ 5	φ 25	φ 75	φ 95	k	Curtosis
1	Vaivén	0,5	1,2	1,9	3	0,527	Leptocúrtico
2	Vaivén	0,4	1,1	2	2,8	0,435	Leptocúrtico
3	Vaivén	0,4	1,3	1,8	2,7	0,410	Leptocúrtico
4	Vaivén	0,4	0,9	1,5	2,6	0,633	Leptocúrtico
5	Vaivén	0,2	1	1,6	2,4	0,410	Leptocúrtico
6	Vaivén	0,4	1	1,6	2,6	0,546	Leptocúrtico
7	Vaivén	0,4	1,1	1,4	2,4	0,533	Leptocúrtico
8	Vaivén	0,2	1,1	1,7	2,2	0,301	Leptocúrtico
9	Vaivén	0,2	1,1	1,5	2,6	0,473	Leptocúrtico
10	Vaivén	0,2	0,7	1,2	2,4	0,697	Leptocúrtico
11	Vaivén	0,2	0,9	1,4	2,4	0,512	Leptocúrtico
12	Vaivén	0,2	0,9	1,3	2,6	0,633	Leptocúrtico
13	Vaivén	0,2	0,9	1,3	2,8	0,708	Leptocúrtico
14	Vaivén	0,2	0,9	1,4	2,4	0,512	Leptocúrtico
15	Vaivén	0,2	0,9	1,1	2,6	0,774	Leptocúrtico
<b>Media</b>						<b>0,540</b>	<b>Leptocúrtico</b>

**Cuadro 9.** Curtosis de las arenas localizadas en la zona de Rompiente en la Ensenada de Puerto Cruz.

<b>Mues- tra N°</b>	<b>Posición</b>	$\phi$ 5	$\phi$ 25	$\phi$ 75	$\phi$ 95	<b>k</b>	<b>Curtosis</b>
1	Rompiente	0	0,3	0,6	1,5	2,049	Leptocúrtico
2	Rompiente	0	0,2	0,6	1,6	1,639	Leptocúrtico
3	Rompiente	0	0,4	0,8	1,4	1,434	Leptocúrtico
4	Rompiente	0	0,3	0,6	1,5	2,049	Leptocúrtico
5	Rompiente	0	0,2	0,8	1,5	1,025	Leptocúrtico
6	Rompiente	0	0,2	1	1,6	0,820	Leptocúrtico
7	Rompiente	0	0,2	0,8	1,6	1,093	Leptocúrtico
8	Rompiente	0	0,2	0,8	1,2	0,820	Leptocúrtico
9	Rompiente	0	0,4	0,9	1,2	0,984	Leptocúrtico
10	Rompiente	0	0,3	0,8	1,2	0,984	Leptocúrtico
11	Rompiente	0	0,3	0,8	1,2	0,984	Leptocúrtico
12	Rompiente	0	0,2	0,7	1,2	0,984	Leptocúrtico
13	Rompiente	0	0,3	0,9	1,2	0,820	Leptocúrtico
14	Rompiente	0	0,4	0,8	1,3	1,332	Leptocúrtico
15	Rompiente	0	0,2	0,8	1,4	0,956	Leptocúrtico
<b>Media</b>						<b>1,198</b>	<b>Leptocúrtico</b>

En cuanto a su morfología, por lo general estas partículas, vistas ante la lupa microscópica presentan aristas subangulosas (ver gráfico 2), lo que indica que el tiempo y la longitud del transporte del material por parte del agente responsable, no ha sido lo suficientemente amplio como para desgastarlos y generar bordes más redondeados.



**Gráfico 2.** Visión micrografía de las partículas de cuarzo ubicadas en la berma (A), Vaivén (B) y Rompiente (C).

De lo anterior, se asume que la fuente de origen del material es próxima a la zona de acumulación, por lo que el desgaste de las partículas y su reducción a tallas más finas, se ve limitado, favoreciendo un depósito heterométrico con predominio de las tallas medias-gruesas.

En cuanto a la calcimetría, los resultados de las determinaciones indican que las muestras tienden a ser más calcáreas en la zona de rompiente (la media estimada es de 12%), que en la zona del vaivén (promedio de 8,8%) y la berma (promedio de 2%) (Ver cuadro 10).

**Cuadro 10.** Porcentaje de  $\text{CaCO}_3$  presente en las arenas por posición topográfica.

Muestra N°	% $\text{CaCO}_3$		
	Berma	Vaivén	Rompiente
1	0,5	6	14
2	1,5	8	11
3	2,5	9	10
4	1,5	8	15
5	2,5	8	13
6	3	9	14
7	2,5	9	11
8	2,5	10	10
9	1,7	8	11
10	1,5	9	12

Muestra N°	%CaCO <sub>3</sub>		
	Berma	Vaivén	Rompiente
11	2,5	10	13
12	1,5	10	11
13	2	9	10
14	1,8	9	12
15	2,5	10	13
<b>Media</b>	<b>2</b>	<b>8,8</b>	<b>12</b>

Los resultados anteriores evidenciaron: (a) un aporte mayoritariamente detrítico en todo el perfil de playa, con partículas morfológicamente subangulosas, dominadas por la presencia de la talla de las arenas medias a gruesas y con bajo contenido de Carbonato de Calcio en la supra playa y en la meso playa, por lo que se puede inferir que la fuente de material principal para este depósito, está en las rocas meteorizadas de los relieves del macizo del Ávila que flanquean la ensenada y que forman parte de la cuenca del río Limón; (b) el moderado a bajo aporte de carbonatos a la parte alta y media del depósito (berma y vaivén), posiblemente se produzca en episodios de marea alta, cuando el nivel medio del mar aumenta ligeramente para la zona, llevando hasta el área de supra playa, algunos bioclastos.

El aporte de estos últimos a la playa, probablemente se ve limitado por las profundidades próximas a la línea de costa, las cuales inciden en su precaria acumulación en la zona ya que se depositan en los valles sumergidos.

## **CONCLUSIONES**

El material de playa, localizado en la ensenada de Puerto Cruz, está constituido mayoritariamente por detritos, cuya fuente de origen se encuentra en las rocas metamórficas meteorizadas del macizo del Ávila, que afloran en la cuenca del río Limón, cuyo río, no es solo la principal fuente de erosión y posterior transporte de partículas en la cuenca, sino que además es el responsable de los aportes sedimentarios a la playa, de

allí que atendiendo a los criterios expuestos por Holmes y Holmes (1980), Lefevre-Balleydier (2003) y Méndez (2006a), y con base en los resultados de esta investigación, este se corresponde a un depósito terrígeno.

Ahora bien, los 16 km de longitud del río Limón, en un relieve de más del 30% de pendiente, a pesar de generar condiciones de torrencialidad en la cuenca alta y media, no parecen ser suficiente como para favorecer los procesos responsables del desgaste de las partículas, propiciando un depósito de la talla de las arenas medias a gruesas.

La tendencia a las arenas gruesas, bien seleccionadas en la zona del rompiente, puede indicar, por un lado, el potencial de las corrientes para favorecer la acumulación de esta talla, y por otro que una fase original de deposición de las partículas a lo largo del perfil de playa, esta pudo haber sido la talla que predominaba, pero que el desgaste de los granos sometidos al constante vaivén así como la ocurrencia de procesos de trituración generado por la intensa actividad antrópica en la zona, han contribuido con la reducción de la talla de las partículas en la berma y el vaivén.

La disminución progresiva del contenido de  $\text{CaCO}_3$  desde el rompiente hacia la berma indica que el aporte de este mineral al depósito en la meso playa y supra playa, se ve influenciado por los episodios de marea alta.

En condiciones de normalidad, el oleaje no tiene mayor capacidad de arrastre de material, por lo que su acción se limita a la redistribución de los sedimentos desde la desembocadura del río El Limón, al Este de la ensenada, hacia el extremo correspondiente a Punta San Antonio en el Oeste.

## REFERENCIAS

- Bautista, M., (2006). *Manual de Metodología de Investigación*. Caracas: Talitip
- Henao, J. (1998). *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Santa Fe de Bogotá, Colombia. Universidad Santo Tomás

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2004). *Metodología de la Investigación*. Chile, McGraw – Hill
- Holmes, A. y Holmes, D. (1980). *Geología Física*. Barcelona-España: Omega
- Krumbein, W. y Pettijhon, F. (1938). *Manual of sedimentary petrology*, Appleton – century- crofts Ed., pp. 549
- Lara, S., y González, L. (1979). *Seminario II de Geografía (física) compilación de recursos utilizados*. Caracas: Autor
- Lara, S, y González, L. (1997), Balance Sedimentológico y diferencias granulométricas entre las Playas de Puerto Cruz (D. F.) y Puerto Maya (Estado Aragua). Universidad Pedagógica Experimental Libertador
- Lefevre-Balleydier, A. (2003). *Mares y océanos, ¿El planeta líquido?* México: Editorial LAROUSSE
- Longwell, Ch. y Flint, R. (1974). *Geología Física*. México: Limusa
- Köster, E. y Leser, H. (1976). *Trabajos Prácticos de Geomorfología*. Valencia, España
- Maloney, N. (1965). *Geomorphology of the Central Coast of Venezuela*. Boletín Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente. Volumen IV, N° 2, pp. 246-266. Cumaná, Venezuela
- Marcucci, E. (2002), *Dinámica sedimentaria en la zona costera*. Trabajo no publicado
- Méndez, J. (2006a). *Petrología*. Caracas: PDVSA-INTEVEP
- Méndez, J. (2006b). *Geología Física*. Caracas: PDVSA-INTEVEP
- Picard, X. y Goddard, D. (1975). *Geomorfología y sedimentología de la Costa entre Cabo Codera y Puerto Cabello*. Asociación venezolana de Geología, Minería y Petróleo. Boletín Informativo volumen 18, N° 1. Caracas. pp. 39
- Thornbury, W. (1960). *Principios de geomorfología*. Buenos Aires, Argentina: Kapelusz.
- Ugas, C. (1997) *Ensayos de laboratorio en mecánica del suelo*. Discusión-evaluación crítica y procedimientos. Caracas
- Roa, P. y Berthois, L. (1975). *Manual de Sedimentología*
- Strahler, A. (1981). *Geografía Física*. Barcelona–España: Omega