

## DINÁMICA MORFOSEDIMENTARIA DE PLAYA CAIMANES, ESTADO MIRANDA, VENEZUELA

*Morphosedimentary dynamics of Caimanes Beach,  
Miranda States, Venezuela*

*Recibido: 25.11.2017  
Aprobado: 19.04.2018*

Franklin Núñez      Doctor en Educación Ambiental Universidad  
Pedagógica Experimental Libertador (UPEL-  
IPC).  
Correo electrónico: franklingeove@hotmail.com

Rossany Calderón      Profesora de Geografía e Historia (UPEL-IPC).  
Correo electrónico: rossany\_19@hotmail.com

Génesis Yépez      Profesora de Geografía e Historia (UPEL-IPC).  
Correo electrónico: genesis.heras@hotmail.com

Jesús Grimán      Profesor de Geografía e Historia (UPEL-IPC).  
Correo electrónico: jesusgriman17@gmail.com

**Resumen:** El propósito fue determinar los rasgos granulométricos y morfodinámicos de playa Caimanes, con el fin de explicar los procesos geomorfológicos que han incidido en su constitución. Se basó en una investigación de campo, ejecutada en tres fases: (1) *campo*: con el propósito de recolectar muestras de sedimentos superficiales y realizar mediciones de las condiciones morfodinámica; (2) *laboratorio*: permitió el tratamiento

de las muestras colectadas, a fin de determinar rasgos granulométricos, como el tamaño promedio y forma de los granos, así como el contenido de  $\text{CaCO}_3$ , y (3) *oficina*: con la intención de llevar a cabo el análisis estadístico. En la actualidad se trata de un depósito constituido por arenas gruesas en todo el perfil de playa, que hacia las zonas del vaivén y rompiente, tienden a estar moderadamente seleccionada, con una distribución asimétrica fina y leptocúrtica. El perfil de playa es reflectivo, lo que indica que el oleaje en la actualidad, toma partículas desde la barrera sumergida y las redistribuye hacia el interior de la playa.

**Palabras clave:** playa Caimanes, sedimentología, geomorfología, morfodinámica.

**Abstract:** The purpose was to determine the granulometric and morphodynamic features of Caimanes beach, in order to explain the geomorphological processes that have influenced its formation. It was based on a field investigation, executed in three phases: (1) *field*: for the purpose of collecting samples of surface sediments and making measurements of morphodynamic conditions; (2) *laboratory*: allowed the treatment of the collected samples, in order to determine granulometric features, such as the average size and shape of the grains, as well as the content of  $\text{CaCO}_3$ , and (3) *office*: with the intention of carrying out the statistical analysis. At present it is a deposit made up of thick sands in the entire beach profile, which towards the zones of the swaying and breaking, tend to be moderately selected, with a fine asymmetric and leptokurtic distribution. The beach profile is reflective, which indicates that the waves currently take particles from the submerged barrier and redistribute them towards the interior of the beach.

**Keywords:** Caymans beach, sedimentology, geomorphology, morphodynamics.

## Contextualización de la investigación

El territorio Venezolano exhibe un borde de aproximadamente 2718 km costas continentales en franco contacto con el Mar Caribe, las cuales han sido sectorizadas atendiendo a criterios sedimentológicos, litológicos y morfodinámicos (Maloney<sup>1</sup>, Piccard y Goddard<sup>2</sup>, Suárez<sup>3</sup>, Lara et. al.<sup>4</sup>; Urbani y Rodríguez<sup>5</sup>; Arismendi<sup>6</sup>)

En el caso particular del tramo costero que abarca desde Puerto Cabello hasta Cabo Codera, se caracteriza por ser una costa de acantilados, divididos en atención a los procesos geomorfológicos que la condicionan en: occidentales y orientales; el primer sector, se trata de frentes montañosos activos, con presencia de valles sumergidos que superan los 4 m de profundidad; mientras que para la zona este, generalmente se encuentran en franco retroceso, con presencia de plataformas de erosión, las cuales favorecen la acumulación de sedimentos en el borde costero (Piccard y Goddard<sup>7</sup>).

El área objeto de investigación, específicamente Playa Caimanes, se ubica en el sector de los acantilados orientales, específicamente en el tramo de los Caracas, el cual, según lo referido por Piccard y Goddard<sup>8</sup>, clasifica como una costa “casi rectilínea, orientada hacia el N-E y es caracteriza por una cadena montañosa que se levanta desde la playa”. Siendo así, se trata de una zona en donde la orografía se ubica próxima a la línea de costa, originando en algunos sectores el contacto directo con el mar, interrumpido ocasionalmente por áreas de sedimentación tipo playa.

En efecto, Playa Caimanes es depósito tipo playa, ubicado en la localidad de Chirimena, jurisdicción del Municipio Brión del Estado Miranda, que geoastronómicamente se circunscribe a lo 10° 36' 25" latitud norte y 66° 9' 23" longitud oeste; limitando al norte con el Mar Caribe, al oeste con Chirimena, al este con Playa Majagua, y al sur con

1 Maloney, N. Geomorfología de la costa central de Venezuela. Boletín del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente.4, 1965. 246-256.

2 Piccard, X. y Goddard, D.. Geomorfología y Sedimentación de la Costa entre Puerto Cabello y Cabo Codera. Asociación venezolana de geología, minería y petróleo. Vol 18, numero 1. 1975

3 Suárez, C. Costas de Venezuela. Colección “Difusión” Nº 4. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. 1991

4 Lara, S., Suárez, C. y Marcucci, E. Atlas Morfodinámico Costero de Venezuela. Caracas: UPEL-IPC- Subdirección de Investigación y Postgrado. 1997

5 Urbani, F. Geología del estado Vargas y las unidades ígneo-metamórficas de la Cordillera de la Costa. En Memorias del III Coloquio sobre Microzonificación Sísmica y III Jornadas de Sismología Histórica (Colección Serie Técnica Nº 2) (pp. 236-240). Caracas, Venezuela: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. 2002.

6 Arismendi, J. Presentación geográfica de las formas de relieve. En GeoVenezuela 2: Medio físico y recursos ambientales (pp. 128-182). Caracas, Venezuela: Fundación Empresas Polar. 2007.

7 Piccard, X. y Goddard, D.. Geomorfología y Sedimentación de la Costa entre Puerto Cabello y Cabo Codera. Asociación venezolana de geología, minería y petróleo. Vol 18, numero 1. 1975

8 Ob. cit.

las elevaciones de la Cordillera de la costa. (Gráfico 1)

Litológicamente, afloran en el sector, las rocas metamórficas del Complejo San Julián de la Asociación Metamórfica Ávila (Pzsj), conformado mayormente por rocas tales como esquistos y gneis cuarzo-plagioclásico-micáceo, con una predominante mineralogía de cuarzo, plagioclasas, moscovita, clorita, biotita, epidota, feldespato y granate.

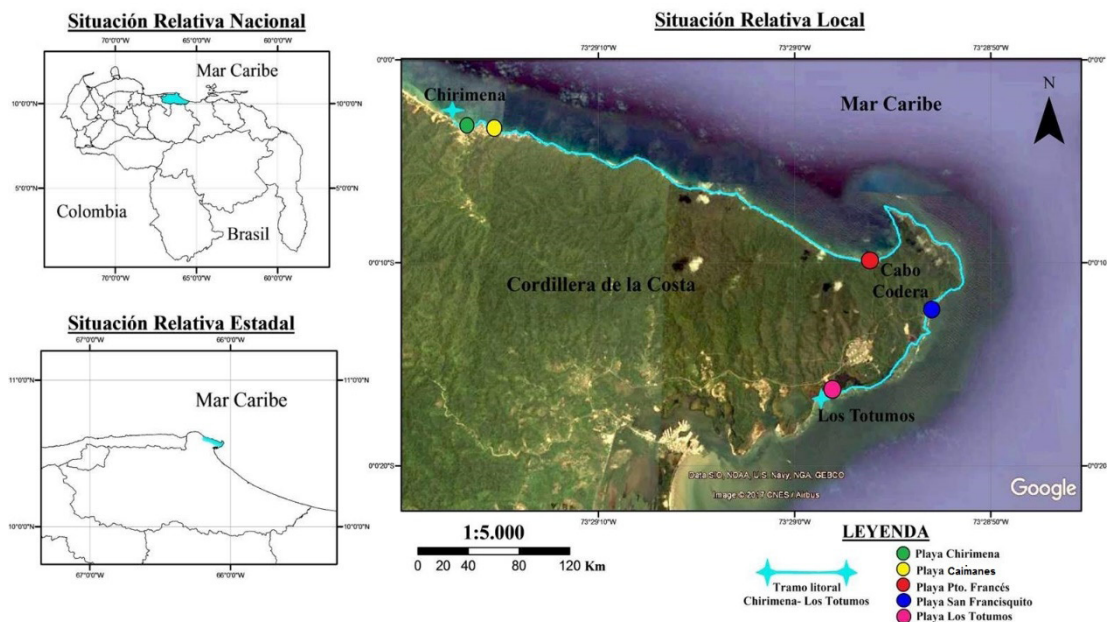


Gráfico 1. Localización del área de estudio en el contexto nacional, estatal y local. Adaptado de Garrido<sup>9</sup>

En este complejo, frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéisico (Urbani<sup>10</sup>).

En cuanto a los rasgos geomorfológicos del sector, Picard y Goddard<sup>11</sup>, advierten que en este trecho es notoria la presencia de acantilados en retroceso, con pendientes

9 Garrido, D. Geomorfología de los depósitos de playa ubicados en el tramo litoral Chirimena- Los Totumos, estado Miranda, Venezuela. Trabajo de Maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas. 2007

10 Urbani, F. Geología del estado Vargas y las unidades ígneo-metamórficas de la Cordillera de la Costa. En Memorias del III Coloquio sobre Microzonificación Sísmica y III Jornadas de Sismología Histórica (Colección Serie Técnica N° 2) Caracas, Venezuela: Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas. 2002. pp. 236-240.

11 Piccard, X. y Goddard, D.. Geomorfología y Sedimentación de la Costa entre Puerto Cabello y Cabo Codera. Asociación venezolana de geología, minería y petróleo. Vol 18, numero 1. 1975

abruptas donde los procesos erosivos predominan en el área, por lo que es común encontrar plataformas de erosión marina más o menos extensas y con frecuentes remanentes erosionales, lo cual permite la acumulación de sedimentos favoreciendo así la formación de playas, especialmente en los valles y entrantes (Gráfico 2)

Ahora bien, pese a que este sector ha sido caracterizado a partir de las evidencias morfológicas, no se han generado suficientes investigaciones que contribuyan a comprender su dinámica morfosedimentaria actual, y en particular, la vinculada a la constitución actual de playa Caimanes.

Adicionalmente, el estudio se justificó, ya que se atiende a lo establecido en la Propuesta del Plan de Ordenación del Territorio del Estado Bolivariano de Miranda<sup>12</sup>, en dónde se plantea como necesidad fundamental para la gestión apropiada de las zonas costeras, el reconocimiento de las condiciones físico-naturales, que permitan identificar las potencialidades y restricciones del espacio geográfico, los cuales conjuntamente con los resultados de análisis socioeconómicos servirán de base para, entre otros aspectos, jerarquizar prioridades que conlleven al aprovechamiento sostenible del litoral.

12 Propuesta del Plan de Ordenación del Territorio del Estado Bolivariano de Miranda. Diagnóstico actualizado y propuesta de uso. 2010.

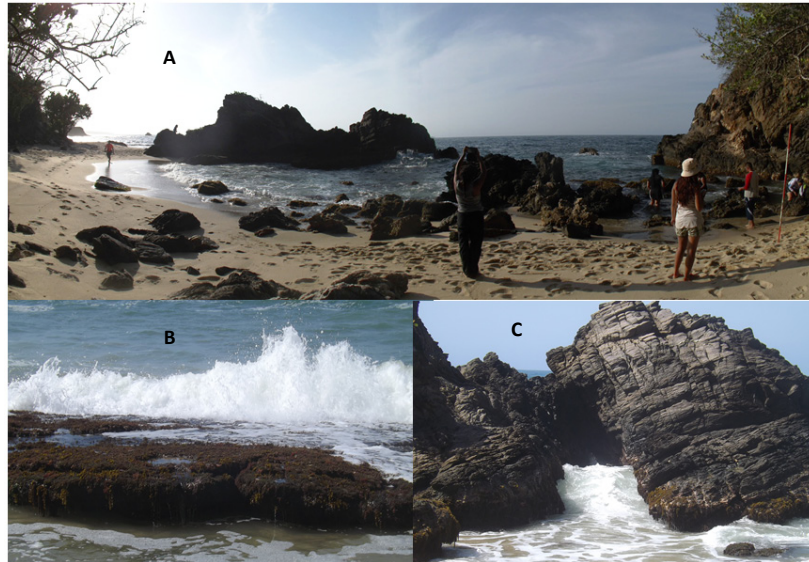


Gráfico 2. Playa Caimanes. Obsérvese en los detalles: (A) Vista panorámica en dirección SE-NW, en primer plano la berma del depósito tipo playa con algunos relictos del acantilado aflorando en superficie. En la margen derecha de la imagen, el acantilado en contacto directo con el mar. Hacia el extremo izquierdo y al fondo, el farallón evidencia la acción erosiva del oleaje sobre la base del acantilado; (B) Plataforma de abrasión o plataforma rocosa costera, al nivel de la marea baja, que aparece por delante del acantilado asociada a la erosión del oleaje sobre este; y (C) El agua del Mar Caribe, traspasando el arco generado en el farallón.

En este orden de ideas, es importante destacar que en el artículo 7 del Decreto con rango, valor y fuerza de Ley Orgánica de los Espacios Acuáticos<sup>13</sup>, se expresa que:

El Estado asegurará la ordenación y utilización sostenible de los recursos hídricos y de la biodiversidad asociada de su espacio acuático, insular y portuario. La promoción, investigación científica, ejecución y control de la clasificación de los recursos naturales, la navegación y otros usos de los recursos, así como todas las actividades relacionadas con la ordenación y su aprovechamiento sostenible (...)

Se incluye, como parte de la consideración anterior, lo referido en el Decreto con Fuerza de Ley de Zonas Costeras<sup>14</sup>, el cual indica en su Art. 6 que “se estimulará, orientará y promoverá la investigación científica y tecnológica dirigida a la administración de los recursos naturales y el desarrollo sustentable de las zonas costeras” (p. 11)

13 Ley Orgánica de Espacios Acuáticos (2014, noviembre 17). Gaceta oficial N° 6.153 (Extraordinario).

14 Ley de Zonas Costeras (2001, noviembre 07). Gaceta Oficial N° 37.319.

En este contexto, se planteó como propósito de la presente investigación, determinar los rasgos granulométricos y morfodinámicos de playa Caimanes, con el fin de explicar los procesos morfosedimentarios que han incidido en su constitución.

## Materiales y métodos

La investigación, atendiendo a su propósito, se circunscribe dentro del paradigma cuantitativo, en el marco de la investigación explicativa, con un diseño de campo, multivariable y no experimental, en un nivel explicativo, para lo cual se ejecutaron tres fases: Campo, laboratorio y oficina.

*Fase de campo:* El Trabajo de campo se desarrolló entre el 30 de junio y el 02 de julio de 2016, Con el doble propósito de: (a) coleccionar muestras de sedimentos superficiales en el perfil de la playa, y (b) registrar las condiciones morfodinámicas del oleaje para el sector.

En atención al primero de los propósitos referidos, y atendiendo a la longitud superficial de la berma de aproximadamente 150 m. Se llevó a cabo un muestreo sistemático, que permitió coleccionar los sedimentos, de manera longitudinal en sentido SE-NW cada 50 m en la zona de la berma.

En los puntos de muestreo, se coleccionó de manera transversal las partículas correspondientes a las zonas de vaivén y rompiente. Esto permitió coleccionar un total de 4 muestras en cada sector, para un total de 12. Las muestras fueron preservadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio, e identificadas con datos correspondientes al punto de muestreo.

En relación con el segundo de los propósitos establecidos para esta fase, una vez identificado los puntos de muestreos, se procedió a registrar el ángulo de inclinación en la zona intermareal, así como las condiciones de altura, longitud y tiempo del oleaje cada 6 horas.

*Fase de laboratorio:* Las muestras de sedimentos superficiales coleccionadas en campo, fueron tratadas en laboratorio a fin de precisar las características físicas y químicas del material que constituye el depósito. En tal sentido, se consideró:

*Análisis granulométrico de las arenas.* Siguiendo el protocolo para el Método de tamizado en seco reportado por Koster y Leser<sup>15</sup>, empleándose para tal fin, la tamizadora Sievefester, Modelo SS-15, serial 4921 y 4922 Gison Company, INC. Luego se tabularon los resultados para calcular el peso de la arena en gramos, la frecuencia acumulada, frecuencia porcentual y porcentaje de frecuencia acumulada.

*Determinación del Contenido de  $\text{CaCO}_3$ .* A partir del método de digestión de Carbonatos, con apoyo en el protocolo reportado por Twenhofel y Tyler<sup>16</sup>. Para conocer el contenido de carbonato se empleó la siguiente ecuación:

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

Para representar el resultado en porcentaje se procedió mediante la siguiente ecuación:

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

*Determinación de la angulosidad de los cuarzos.* Con base en el método morfoscópico, atendiendo al protocolo descrito por Roa y Berthois<sup>17</sup> y con apoyo de una lupa estereoscópica modelo Leica Zoom 2000.

*Fase de oficina:* En esta fase, permitió:

*Construcción de las curvas granulométricas semilogarítmicas,* a partir de los valores obtenidos en el tamizado en seco de las particular, asumiendo para su construcción los lineamientos referidos por Roa y Berthois<sup>18</sup>.

*Estimación de Parámetros texturales:* para ello se programó una hoja de cálculo que permitió determinar la tendencia central a fin de conocer el tamaño promedio de los granos, la dispersión o selección, la tendencia hacia la cola o asimetría y la concentración

15 Köster, E y Leser, H. 1976. Trabajos Prácticos de Geomorfología. Valencia, España

16 Twenhofel, W. y Tyler, S. (1941). Methods of Sediments, Editory Hardcover. United States of America.

17 Roa, P. y Berthois, L. Manual de sedimentología. Editorial Sorocaima. Caracas, Venezuela. 1975.

18 Ob. Cit.

hacia los valores centrales de la distribución o Curtósis.

*Estimación de indicadores de la morfodinámica del oleaje:* Se consideró en esta fase la estimación de valores promedios referentes a las características del oleaje: altura, periodo y longitud del oleaje (Tovar y Álvarez<sup>19</sup>) así como el número Deam. (Jiménez y Ávila<sup>20</sup>)

## Discusión de los resultados

### Rasgos morfodinámicos de la playa

Las condiciones del oleaje en el sector objeto de investigación, reflejan que en general, presenta una altura promedio de ola de 102,25 centímetros, lo que la clasifica en el grado 3 de marejada, de acuerdo con la escala de Douglas<sup>21</sup>, caracterizadas por olas largas con crestas de espuma blanca bien definidas, que al romper producen liberación de la energía contenida. La velocidad promedio estimada es de 8,5 cm/s (Cuadro 1), lo que coincide con lo reportado por Méndez,<sup>22</sup> quien señala que en las costas de Venezuela, las olas presentan velocidades de aproximadamente 9cm/s.

| Punto de muestreo | Pen-diente (°) | Pen-diente (%) | Altura Promedio (cm) | Velocidad Promedio (cm/s) | Número de Deam ( $\Omega$ ) |
|-------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 1                 | 7              | 12,25          | 106                  | 8,00                      | 0,94                        |
| 2                 | 6              | 10,50          | 101                  | 9,00                      | 0,99                        |
| 3                 | 7              | 12,25          | 101                  | 8,00                      | 0,99                        |
| 4                 | 7              | 12,25          | 101                  | 9,00                      | 0,97                        |
| Promedio          | <b>6,75</b>    | <b>11,81</b>   | <b>102,25</b>        | <b>8,50</b>               | <b>0,97</b>                 |

**Cuadro 1.** Valores promedio de las condiciones del oleaje incidente en la playa Caimanes.

19 Tovar, L. y Álvarez, S. Manual de prácticas de oceanografía física y química. 2005. [Documento en línea] Disponible: <http://biblio.uabcs.mx/tesis/te1634.pdf>

20 Jiménez, C. y Ávila, E. Morfodinámica del perfil de playa con sedimentos carbonatados en la península de Yucatán. Ciencias Marinas, 35 2010. pp. 307-319.

21 Douglas, H. Escala Douglas. Servicio Meteorológico de la Armada Británica. 1917

22 Méndez, J. Costas, litorales del Caribe y del Atlántico, islas y archipiélagos. Las profundidades marinas. GeoVenezuela, Tomo II: Medios Físicos y recursos ambientales Fundación Empresas Polar. Caracas. 2007. pp 184-237.

El número Deam estimado para la zona (Cuadro 1), presenta valores típicos de playas con perfil reflectivo ( $\Omega < 1$ ), lo que indica que el oleaje rompe próximo a la línea de costa. De acuerdo con lo referido por Sánchez y Jiménez<sup>23</sup>, este tipo de perfil se produce bajo la acción del oleaje de acumulación, y, generalmente está asociado a su potencialidad en el momento de llenado. En estas condiciones, el material almacenado en las barras ubicadas en la zona submareal, es transportado hacia el interior de la costa, aportando sedimentos a la berma y haciendo avanzar la línea de orilla, propiciando un aumento en la pendiente del perfil.

En efecto, la pendiente estimada para la zona intermareal es en promedio de 11,81% (Cuadro 1), clasificando como un relieve medio, de acuerdo con el criterio de Henao<sup>24</sup>. Esta se produce como consecuencia de la acción del oleaje en el fondo, el cual actúa sobre los depósitos sumergidos y los lleva hacia la línea de orilla, haciéndola avanzar en espesor y extensión (Van Rijn<sup>25</sup>)

### Características texturales de los sedimentos en Playa Caimanes

En el Cuadro 2, se muestra la tendencia central y selección de los granos por posición en el perfil de playa. En general, el tamaño promedio de los granos en los distintos sectores del depósito, corresponde a la talla de las arenas gruesas (diámetro  $\phi$  entre 0,25 y 1.25), lo que permite suponer que las partículas han tenido un poco transporte desde la fuente de origen hasta el área de acumulación actual (Krumbein<sup>26</sup>; Bascom<sup>27</sup> y Moutzouris<sup>28</sup>).

En los Gráficos 3, 4 y 5, se muestran curvas bien gradadas correspondientes a la ber-

23 Sánchez, A. y Jiménez, J. Evolución en planta/perfil de una playa. Métodos predictivos. Ingeniería del Agua 2. 1995. Pp.121-136.

24 Henao, J. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Santa Fe de Bogotá, Colombia, Universidad Santo Tomás. 1998.

25 Van Rijn, L. The effect of sediment composition on cross-shore bed profiles. Proc. 26th ICCE. Copenhagen, Denmark. 1998

26 Krumbein W. Local Aerial Variation of Beach Sands. Geological society american bull 49. 1938. pp. 653-658.

27 Bascom W. The relationship between sand size and beach-face slope, Transactions, American Geophysical Union, 32, 6. 1951 pp. 866-874.

28 Moutzouris, C. Beach Profiles vs cross-shore distributions of sediment grain sizes. Proceedings of the Coastal Sediments 91. ASCE. 1991 pp. 860-874

ma, vaivén y rompiente. Por lo general, evidencian la distribución de los granos hacia los rangos de mayores tamaños, con tendencia hacia las arenas gruesas.

La referida tendencia hacia la acumulación de arenas gruesas, está vinculado con el perfil reflectivo de la playa. En efecto, en playas arenosas el tamaño del grano tiende a incrementar con el aumento de la energía, siendo así, en la zona de rompiente con elevada energía existen granos gruesos (Ríos y Cisternas<sup>29</sup>). En condición de reflectividad, el material grueso que se encuentra en la zona de rompiente, es redistribuido hacia el interior de la costa.

El análisis de selección, presenta diferencias por posición en el perfil de playa, ya que hacia la zona de la berma, el material por estar emergido no presenta variaciones en el patrón de dispersión, lo que permite suponer que la acumulación se origina fundamentalmente, como consecuencia de la meteorización del sustrato aflorante, con un reducido transporte del material. No obstante, hacia las zonas del vaivén y rompiente, la selección se hace moderada, típica de ambientes marino costeros, en dónde la acción del oleaje favorece la diversidad del tamaño de los granos en función de su origen y transporte. (Folk<sup>30</sup>; Freile<sup>31</sup>)

En relación con la asimetría, la distribución de las partículas para la zona de la berma se presenta cerca a la simetría, lo que permite asumir que existe el mismo número de desviaciones con signo positivo que con signo negativo (Cuadro 3). No obstante, hacia las zonas del vaivén y la rompiente, la asimetría es positiva, lo que significa que para ambas áreas, la cola de la distribución tiende hacia las partículas de grano fino (Folk<sup>32</sup>). (Cuadro 3)

El indicador de Curtósis, demuestra la preponderancia de la distribución de los granos hacia el centro de la distribución, al presentar valores promedios de 0,86; 1,13 y 1,6 Ø para la zona de la berma, vaivén y rompiente, respectivamente. En efecto, estos valores clasifican la distribución como leptocúrtica, representando un elevado grado de concentración alrededor de los valores centrales, en este caso, hacia las arenas gruesas, con una cola poco extendida hacia la talla de las arenas medias y finas.(Cuadro 3).

Lo anterior corrobora lo referido para la tendencia central y el índice de selección, al referir que el material que constituye el depósito presenta un tamaño promedio de la talla de las arenas gruesas en las tres posiciones del perfil de playa, con diferencias en el

29 Ríos, F. y Cisternas, M. Uso de parámetros sedimentológicos en el reconocimiento de ambientes hidrodinámicos en los canales y fiordos adyacentes a Campos de Hielo Sur. Investigaciones Marinas. 26: 1998. Pp 21-30.

30 Folk, R. Petrology of sedimentary rocks. Austin, United States: Hemphill Publishing Co. 1974.

31 Freire, D. Terrigenous Sediments. [Documento en línea]. Disponible: [http://web.njcu.edu/sites/faculty/dfreile/content/geos\\_334.asp](http://web.njcu.edu/sites/faculty/dfreile/content/geos_334.asp) 2018.

32 Ob. Cit.

patrón de selección entre la berma y las zonas de vaivén y rompiente, generado en estas últimas por la influencia del transporte asociado al oleaje.

| Posición en el perfil de playa | Muestra | distancia (m) | Mz   | Tamaño del grano (Krumbein y Pettijohn <sup>1</sup> ) | Promedio | Tamaño Promedio de los granos | I    | Selección (Folk <sup>2</sup> ) | Promedio | Selección Promedio |
|--------------------------------|---------|---------------|------|-------------------------------------------------------|----------|-------------------------------|------|--------------------------------|----------|--------------------|
| Berma                          | 1       | 0             | 0,65 | Arena gruesa                                          | 0,81     | Arena                         | 0,36 | Buena                          | 0,38     | Buena              |
|                                | 2       | 50            | 0,85 | Arena gruesa                                          |          | gruesa                        | 0,35 | Buena                          |          |                    |
|                                | 3       | 100           | 0,70 | Arena gruesa                                          |          |                               | 0,41 | Buena                          |          |                    |
|                                | 4       | 150           | 1,05 | Arena gruesa                                          |          |                               | 0,40 | Buena                          |          |                    |
| Vaivén                         | 1       | 0             | 0,53 | Arena gruesa                                          | 0,78     | Arena                         | 0,52 | Moderada                       | 0,58     | Moderada           |
|                                | 2       | 50            | 0,93 | Arena gruesa                                          |          | gruesa                        | 0,61 | Moderada                       |          |                    |
|                                | 3       | 100           | 0,95 | Arena gruesa                                          |          |                               | 0,62 | Moderada                       |          |                    |
|                                | 4       | 150           | 0,68 | Arena gruesa                                          |          |                               | 0,56 | Moderada                       |          |                    |
| Rompiente                      | 1       | 0             | 0,45 | Arena gruesa                                          | 0,44     | Arena                         | 0,56 | Moderada                       | 0,54     | Moderada           |
|                                | 2       | 50            | 0,33 | Arena gruesa                                          |          | gruesa                        | 0,53 | Moderada                       |          |                    |
|                                | 3       | 100           | 0,85 | Arena gruesa                                          |          |                               | 0,53 | Moderada                       |          |                    |
|                                | 4       | 150           | 0,13 | Arena muy gruesa                                      |          |                               | 0,54 | Moderada                       |          |                    |

Cuadro 2. Tendencia Central y Selección de los sedimentos superficiales en Playa Caimanes.

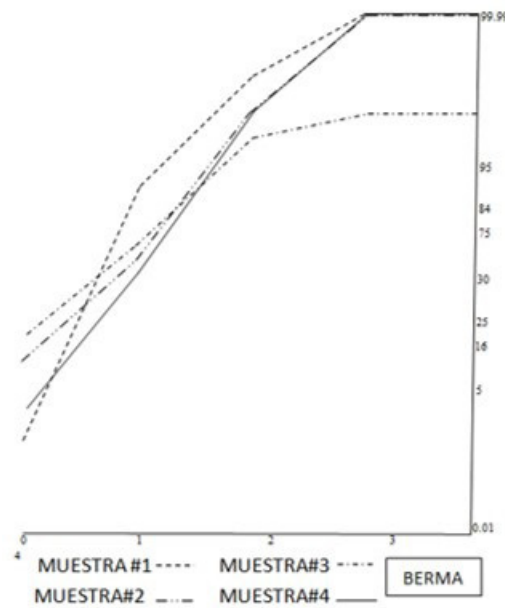


Gráfico 3. Curvas semilogarítmicas correspondientes a la zona de berma.

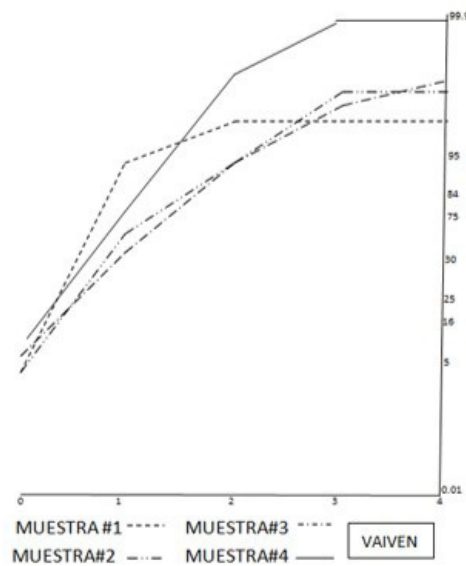


Gráfico 4. Curvas semilogarítmicas correspondientes a la zona de vaivén.



| Posición en el perfil de playa | Muestra | distancia (m) | SK    | Asimetría (Boggs <sup>3</sup> ) | Promedio | Asimetría Promedio    | K    | Curtosis (Folk y Ward <sup>4</sup> ) | Promedio | Curtosis Promedio |
|--------------------------------|---------|---------------|-------|---------------------------------|----------|-----------------------|------|--------------------------------------|----------|-------------------|
| Berma                          | 1       | 0             | 0,046 | Cercana a la simetría           | 0,054    | Cercana a la simetría | 1,23 | Leptocúrtica                         | 0,86     | Leptocúrtica      |
|                                | 2       | 50            | 0,042 | Cercana a la simetría           |          |                       | 0,82 | Leptocúrtica                         |          |                   |
|                                | 3       | 100           | 0,088 | Cercana a la simetría           |          |                       | 0,73 | Leptocúrtica                         |          |                   |
|                                | 4       | 150           | 0,040 | Cercana a la simetría           |          |                       | 0,66 | Leptocúrtica                         |          |                   |
| Vaivén                         | 1       | 0             | 0,279 | Asimetría Fina                  | 0,167    | Asimetría Fina        | 1,41 | Leptocúrtica                         | 1,13     | Leptocúrtica      |
|                                | 2       | 50            | 0,225 | Asimetría Fina                  |          |                       | 1,12 | Leptocúrtica                         |          |                   |
|                                | 3       | 100           | 0,156 | Asimetría Fina                  |          |                       | 1,06 | Leptocúrtica                         |          |                   |
|                                | 4       | 150           | 0,009 | Cercana a la simetría           |          |                       | 0,91 | Leptocúrtica                         |          |                   |
| Rompiente                      | 1       | 0             | 0,050 | Cercana a la simetría           | 0,182    | Asimetría Fina        | 0,91 | Leptocúrtica                         | 1,60     | Leptocúrtica      |
|                                | 2       | 50            | 0,256 | Asimetría Fina                  |          |                       | 0,78 | Leptocúrtica                         |          |                   |
|                                | 3       | 100           | 0,143 | Asimetría Fina                  |          |                       | 1,02 | Leptocúrtica                         |          |                   |
|                                | 4       | 150           | 0,281 | Asimetría Fina                  |          |                       | 3,69 | Leptocúrtica                         |          |                   |

Cuadro 3. Índices de asimetría y Curtosis para los sedimentos superficiales en Playa Caimanes.

## Contenido de $\text{CaCO}_3$

El análisis de digestión de carbonatos mediante HCL, permitió evidenciar que las muestras de la berma están constituidas en un promedio de 11,8% de  $\text{CaCO}_3$  y 88,2% de partículas siliciclásticas (Cuadro 4). El conjunto de partículas aloquímicas provienen fundamentalmente del aporte marino en períodos de marea alta, mientras que los clastos terrígenos están asociados a los afloramientos de esquistos y gneis cuarzo-plagioclásico-micáceo del Complejo San Julián.

Para los sectores de vaivén y rompiente, si bien se mantiene la preponderancia de las partículas terrígenas con promedios de 68,06% y 67,82% respectivamente, el contenido de las partículas biogénicas, es aproximadamente tres veces más elevado que el referido para la zona de la berma, alcanzando valores promedios de 31,93% y 32,18% respectivamente (Cuadro 4), lo que evidencia el aporte de sedimentos de origen marino en este sector del perfil de playa.

| Posición en el perfil de playa | Muestra | distancia (m) | %CaCO <sub>3</sub> | %CaCO <sub>3</sub> Promedio | % Siliciclastos | % Siliciclastos promedio |
|--------------------------------|---------|---------------|--------------------|-----------------------------|-----------------|--------------------------|
| Berma                          | 1       | 0             | 12,6               | 11,8                        | 87,4            | 88,20                    |
|                                | 2       | 50            | 11,1               |                             | 88,9            |                          |
|                                | 3       | 100           | 8,5                |                             | 91,5            |                          |
|                                | 4       | 150           | 15                 |                             | 85              |                          |
| Vaivén                         | 1       | 0             | 26                 | 31,93                       | 74              | 68,06                    |
|                                | 2       | 50            | 32,2               |                             | 67,8            |                          |
|                                | 3       | 100           | 25,12              |                             | 74,88           |                          |
|                                | 4       | 150           | 44,42              |                             | 55,58           |                          |
| Rompiente                      | 1       | 0             | 22,26              | 32,18                       | 77,74           | 67,82                    |
|                                | 2       | 50            | 28,52              |                             | 71,48           |                          |
|                                | 3       | 100           | 37,42              |                             | 62,58           |                          |
|                                | 4       | 150           | 40,55              |                             | 59,5            |                          |

Cuadro 4. Distribución de las partículas aloclásticas y siliciclásticas por posición en el perfil de playa.

Para los sectores de vaivén y rompiente, si bien se mantiene la preponderancia de las partículas terrígenas con promedios de 68,06% y 67,82% respectivamente, el contenido de las partículas biogénicas, es aproximadamente tres veces más elevado que el referido para la zona de la berma, alcanzando valores promedios de 31,93% y 32,18% respectivamente (Cuadro 4), lo que evidencia el aporte de sedimentos de origen marino en este sector del perfil de playa.

## Angulosidad de los cuarzos

El resultado del análisis morfoscóptico de los granos de cuarzo permite afirmar que hacia la berma, estos se presentan en 66,41% subanguloso, 24,62% angulosos y 8,97% redondeados (Gráfico 6). El poco desgaste de las aristas, evidencia el limitado transporte al que han sido sometidos los clastos, desde su zona de origen hacia la zona de acumulación, confirmando su vinculación con los afloramientos metamórficos del complejo San Julián.

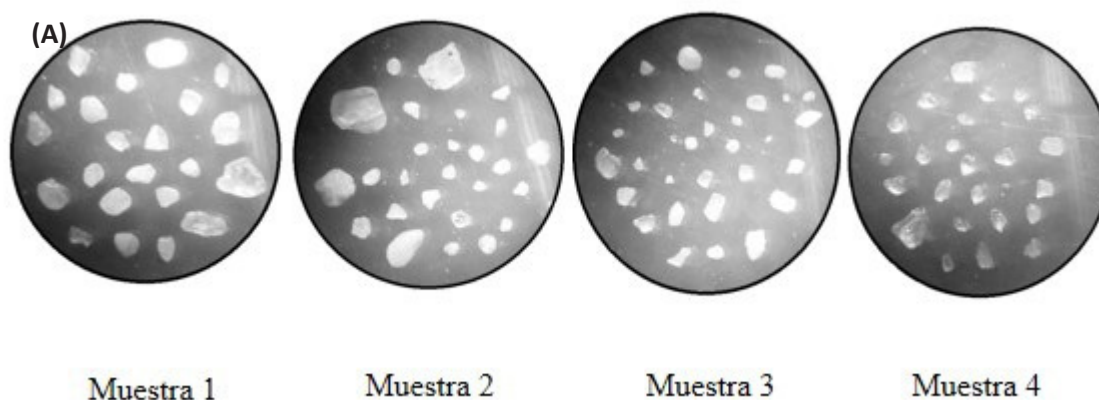


Gráfico 6. Micrografía (x20) de los cuarzos colectados en la zona de berma en Playa Caimanes.

Por su parte, la zona del vaivén presenta una preponderancia de granos con aristas 58,75% subangulosas; 23,82% redondeadas, 16,76% hacia los angulosas y 0,68% muy redondeadas. En comparación a los resultados estimados para la berma, se mantiene la tendencia hacia los cuarzos con bordes subangulosos; no obstante, aumenta el porcentaje en los granos con bordes redondeados y disminuyen los de aristas angulosas. Lo cual constituye un indicador del trabajo que realiza en esta zona, el oleaje y las corrientes como agentes de transporte y desgaste del material. (Gráfico 7)

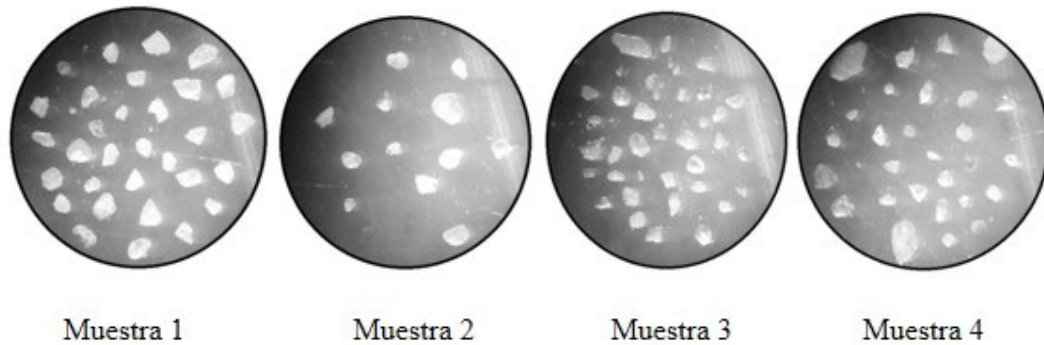


Gráfico 7. Micrografía (x20) de los cuarzos colectados en la zona de vaivén en Playa Caimanes.

Para la zona de rompiente, los granos presentan una distribución de 66,41% de con bordes en los subangulosos, redondeados con 24,62% y un 8,97% en angulosos. Manteniéndose la tendencia de la zona del vaivén. (Gráfico 8)

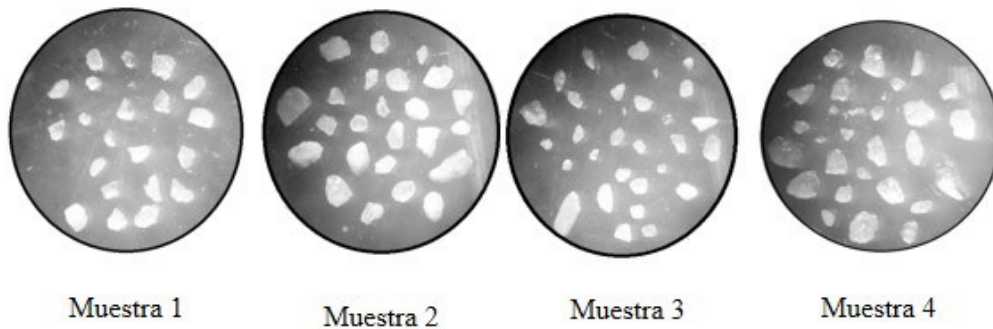


Gráfico 8. Micrografía (x20) de los cuarzos colectados en la zona de rompiente en Playa Caimanes

## Dinámica morfosedimentaria de Playa Caimanes

La fuente de origen de las arenas gruesas que constituyen el depósito tipo playa, está en mayor proporción en los afloramientos metamórficos del Complejo San Julián, que constituyen la estructura de los acantilados presentes en todo el borde costero. Los cuales, en una primera fase, han sido erosionados, por la acción abrasiva del fuerte oleaje incidente, evidenciado en las numerosas geoformas presente en el paisaje, tales como: arco, cueva, farallones y la plataforma de abrasión (Gráfico 9).

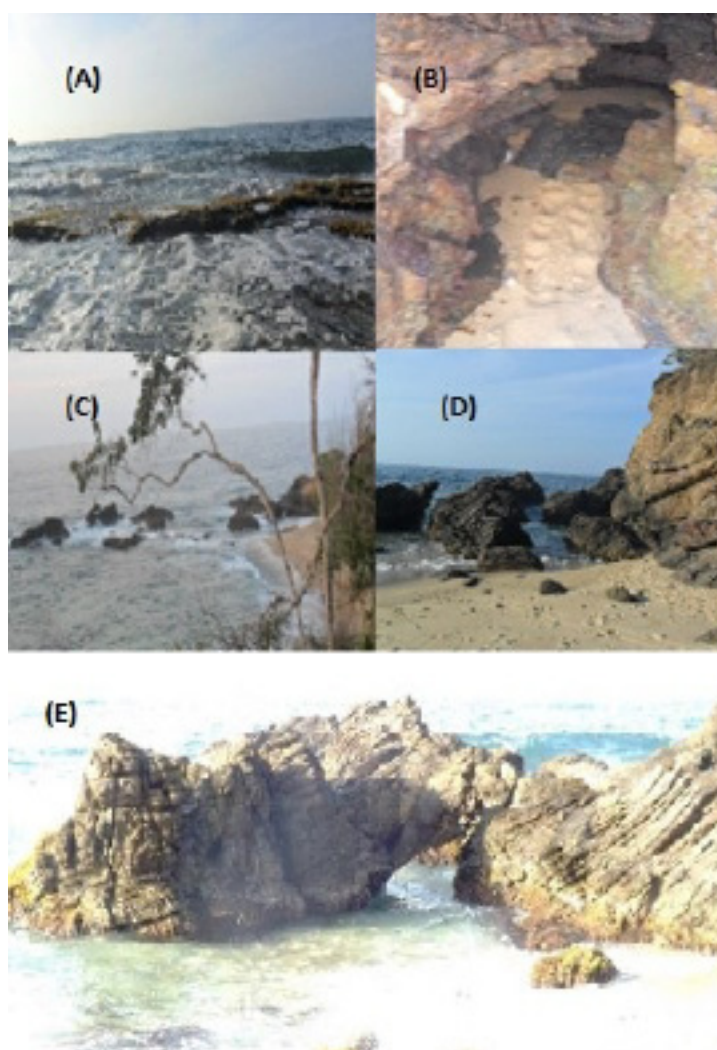


Gráfico 9. Geoformas de erosión en Playa Caimanes. Obsérvese en los detalles: (A) plataforma de abrasión, (B) Cueva submarina, (C) Vista de planta de los farallones, evidenciando hasta donde llegaba el acantilado, (D) Vista de perfil de los farallones, y (E) Arco marino. Nótese en el promontorio ubicado en el extremo inferior derecho de la imagen, los planos de esquistosidad.

En una segunda fase, parte de este material pudo haber quedado depositado sobre las plataformas de abrasión generando depósitos de arena gruesa, mientras que otra parte fue transportada hacia la zona submareal, constituyendo barreras submarinas. Aquí, las partículas han sido parcialmente retrabajadas, generando bordes de subangulosos a redondeados y produciéndose la mezcla con el material bioclástico de origen marino.

En una tercera fase, en condiciones climáticas y marítimas actuales, parte del material que se encontraba depositado en la barrera submarina, ha sido redistribuido a lo largo del perfil de playa por la acción del oleaje, el cual al entrar en contacto con el fondo, empuja las partículas hacia la zona superficial, depositándolas incluso hasta en la berma, posiblemente en períodos de marea alta.

Estos procesos son típicos de ambientes tipo playa de granulometría arenosa poco consolidadas. En efecto, este tipo de depósitos tienden permanente a estar incididos por condiciones de erosión o sedimentación, en búsqueda del perfil de equilibrio. En todo caso, el proceso dominante dependerá de las condiciones climáticas imperantes en combinación con los rasgos morfológicos del borde costero.

## Conclusiones

Se asume como parte de los hallazgos obtenidos como parte de la investigación que:

1.La presencia de geoformas como arco, cueva, farallones y plataforma de abrasión, evidencian que este sector de la costa venezolana, ha experimentado profundos procesos de erosión, asociados a la acción del oleaje incidente.

2.El material presente posee una tendencia hacia la arena gruesas, con una selección del material moderada hacia las zonas de vaivén y rompiente, y una asimetría fina.

3.La dominancia de los Siliciclastos es notoria en todo el perfil de playa, lo cual indica la preponderancia de la litología aflorante como fuente de suministro de arenas para el depósito. El aporte de bioclastos es mayor hacia las zonas de vaivén y rompiente, evidenciando un mayor aporte de sedimentos de origen marino hacia estas zonas.

4.La presencia de partículas de cuarzos con bordes subangulosos a redondeados en la zona del vaivén y rompiente, evidencia el desgaste de las aristas como consecuencia de la acción abrasiva del oleaje y las corrientes, en estas zonas del perfil de playa.

5.El actual perfil reflectivo de la playa, sugiere que parte de los sedimentos proveniente de la erosión de los acantilados, que fueron depositados en la barrera submarina, están siendo redistribuidos por la acción del oleaje, hacia el interior de la costa.