



Comportamiento de playa Los Pinos y Norte en Cayo Paredón Grande, Ciego de Ávila, Cuba.¹

Behavior of the Los Pinos and Norte beaches in Paredón Grande Key, Ciego de Avila, Cuba.

Yancel Rodríguez Quintana* y Yanquiel Martínez Martínez**.

*Instituto de Oceanología. Ave. 1ra No. 18406 e/ 184 y 186, Reparto Flores, Playa. Ciudad de La Habana, Cuba. CP: 12100. yansel@oceano.inf.cu

**Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cayo Coco, Ciego de Ávila, Cuba.

Resumen

En Cuba, el turismo es uno de los principales renglones económicos, desarrollándose fundamentalmente el turismo de sol y playa. Las playas mejor potenciadas para el desarrollo turístico se distribuyen a lo largo de las costas exteriores del Archipiélago cubano, dentro de las que destacan las existentes en la cayería norte de Ciego de Ávila, donde se encuentra Cayo Paredón Grande. El estudio de las playas en esta cayería se concentra fundamentalmente en Cayo Coco. En este trabajo se determina el comportamiento anual de variables morfológicas y sedimentológicas con el procesamiento de 140 muestras de arena y 144 perfiles de playa, para establecer patrones de funcionamiento de las playas Los Pinos y Norte. Las variaciones morfológicas anuales que sufren estas playas responden a un comportamiento cíclico pero no estacional, modificándose estas según las variaciones en el régimen de viento-oleaje.

Abstract

In Cuba, the tourism is one of the main economic lines; the main type of tourism that is developed is the one of sun and beach. The beaches better harnessed for the tourist development are distributed throughout the outer coasts of the Cuban Archipelago, within which are the existing ones in North cayería of Ciego de Ávila, where is Key Paredón Grande. The study of beaches in this cayería is concentrated fundamentally in Coco Key. In this work was determined the annual behaviour of morphologic and sedimentological variables with the processing of 140 sand samples and 144 beach profiles, as well as establishing operation of beaches the Pines and North. The annual morphologic variations that undergo these beaches respond to a cyclical but no seasonal behaviour, modifying these according to the variations in the wind-surge regime.

Palabras claves: comportamiento de playas, Cayo Paredón Grande.

Keywords: Beach behavior, Paredón Grande Key.

INTRODUCCIÓN

El estado de las playas de un sector de costa específico responde a la dinámica del medio, las características sedimentológicas, así como a las condiciones meteorológicas que actúan sobre el mismo. Las observaciones de campo permiten caracterizar dicho estado a partir de la nivelación topográfica de perfiles transversales trazados en la playa.

¹ Trabajo presentado en COLACMARCUBA celebrado en La Habana entre el 25 y 30 de octubre 2009



Sin embargo, para obtener una visión más clara del fenómeno no es suficiente el estudio morfológico por sí solo, sino es necesario contar con el análisis sedimentológico que incluyan tanto la naturaleza como el tamaño de los sedimentos. También se debe conocer las particularidades del viento que actúa sobre la masa de agua y por tanto características del oleaje inducido (King, 1973).

Es necesario tener presente que muchas costas arenosas del mundo están sujetas a la acción del oleaje y mareas. En áreas con tal comportamiento la morfodinámica determina la variedad de ambientes y procesos de playas que van desde las resguardadas estuarinas de baja energía hasta las oceánicas expuestas de alta energía (Komar, 1998; Short, 1999).

Numerosos autores se refieren al carácter estacional del comportamiento morfológico de las playas, donde en verano se acrecientan y se erosionan en invierno, siguiendo las ideas planteadas por Hayes y Boothroyd (1969) y Davis y Fox (1972), o cambios cíclicos provocados por eventos extremos (Nordstrom, 1980). Sin embargo, Clarke y Eliot (1983) encontraron que existen playas en las que el proceso se invierte.

En estudios de morfología de playas se hace indispensable conocer los aspectos que describen a los granos de sedimentos. La relación entre la granulometría y la morfología se puede apreciar si se lleva a cabo una observación de campo detallada. El conocimiento del tamaño medio de los granos de sedimentos en una playa es importante en el entendimiento del comportamiento de la misma. (Krumbein y Sloss, 1963).

El análisis del viento y del oleaje que este genera, así como su efecto en la zona costera ha constituido una herramienta inherente en los estudios de playas. La importancia que pueden tener los vientos predominantes y prevalecientes como modeladores de la zona costera en un sector específico dependerá en cierta medida de la configuración de la costa (Jacobsen y Schwartz, 1981; Juanes, Ramírez, Caballero, Medvediev y Yurkevich, 1986).

En la cayería norte de Ciego de Ávila se han realizado trabajos por Fernández y Chirino (1993), López, Amaro, Martínez, Cuesta, Fernández, Batista, Collazo y Maldonado (1994), Zúñiga y de la Paz, (1995), Chirino y Fernández (1996), Batista (2000), Zúñiga y Denia (2000, 2001) encaminados al análisis del funcionamiento dinámico y de restauración de las playas, así como al conocimiento de las variables meteorológicas y su influencia en esas playas. Sin embargo, existe un desconocimiento de la relación existente entre las características granulométricas, estados de las playas y régimen de oleaje.

Este trabajo ofrece un acercamiento a los procesos dinámicos de estas playas, al relacionar los cambios morfológicos y sedimentológicos del perfil de playa con las variaciones en el régimen de oleaje, lo cual aporta información básica a la gestión de la zona costera.

El objetivo del trabajo es realizar un análisis del comportamiento anual de las playas Los Pinos y Norte, en Cayo Paredón Grande situado en la cayería norte de Ciego de Ávila, durante el período 2001 - 2003.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio.

Las playas Los Pinos y Norte se ubican en Cayo Paredón Grande, perteneciente al Archipiélago Sabana- Camagüey, el cual forma parte de la cayería norte de Ciego de Ávila.

Cayo Paredón Grande tiene una superficie de 6 km² y se sitúa casi al borde del Canal Viejo de Bahamas. Presenta sistemas de barras de arena- dunas que generalmente alcanzan solo de 1 - 2 m de altura. La vegetación que las cubre está constituida por vegetación típica de dunas y matorral xeromorfo costero.

La mayor parte del litoral constituye una costa arenosa desarrollada como una llanura de origen marino abrasiva- acumulativa. Las rocas que forman el basamento son muy jóvenes, del Pleistoceno- Holoceno, fundamentalmente calizas y calcarenitas de origen marino o eólico- marino (Iturralde - Vinent, 1988).

Las playas que componen este cayo tienen una longitud total de 9 Km y están distribuidas hacia el suroeste, norte y sureste. En este trabajo se hace referencia sólo a las playas Los Pinos y Norte, orientadas hacia el NE y NNE, que tienen 4,3 y 2,2 kilómetros de longitud, respectivamente (Fig. 1).

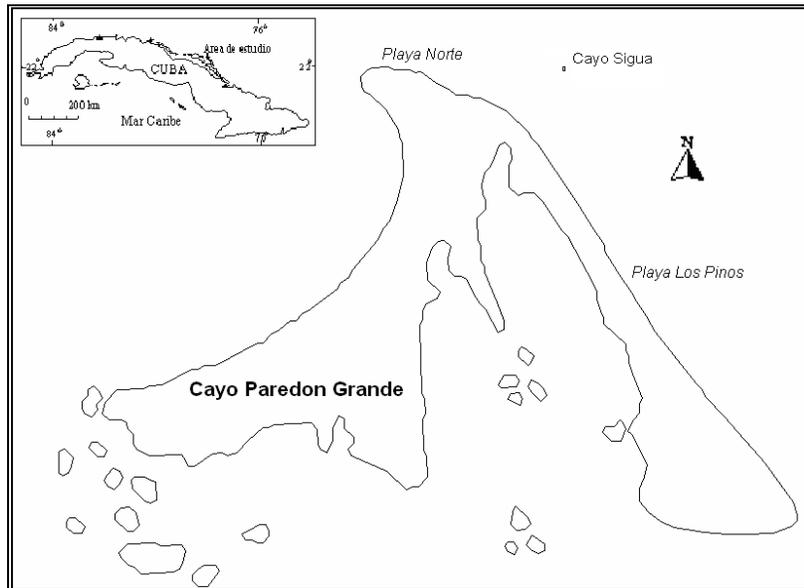


Figura 1. Ubicación de las Playas Norte y Los Pinos.

Figure 1. Location of Norte and Los Pinos beaches.

Para realizar este trabajo se obtuvieron, procesaron e interpretaron datos de vientos, morfología y granulometría de las dos playas en el período 2001 - 2003. De este modo, se completa un ciclo anual de dos años, que va desde mayo del 2001 hasta abril del 2002 y mayo del 2002 hasta abril del 2003.

Se realizaron mediciones topográficas de seis perfiles transversales a la línea de costa (Tabla 1, Fig. 2), dos en playa Norte y cuatro en playa Los Pinos. Las mediciones se realizaron con una frecuencia mensual, siguiendo la variabilidad morfológica del perfil de playa, hasta llegar a una profundidad del mar promedio de 1,5 m. Estos trabajos de campo fueron realizados por personal del Departamento de Dinámica costera del CIEC, en el período 2001 - 2003.

Tabla 1. Coordenadas geográficas de los perfiles de las playas Los Pinos y Norte.
 Table 1. Geographic coordinates of the profiles of Norte and Los Pinos beaches.

Perfil	Latitud	Longitud	Altura (m)
Los Pinos 1	796 009,262	293 073,501	1,033
Los Pinos 2	794 840,200	294 658,404	1,499
Los Pinos 3	794 244,104	295 513,961	1,446
Los Pinos 4	793 449,834	296 669,004	2,970
Norte 1	793 007,399	297 166,187	2,201
Norte 2	792 731,359	297 240,906	4,864

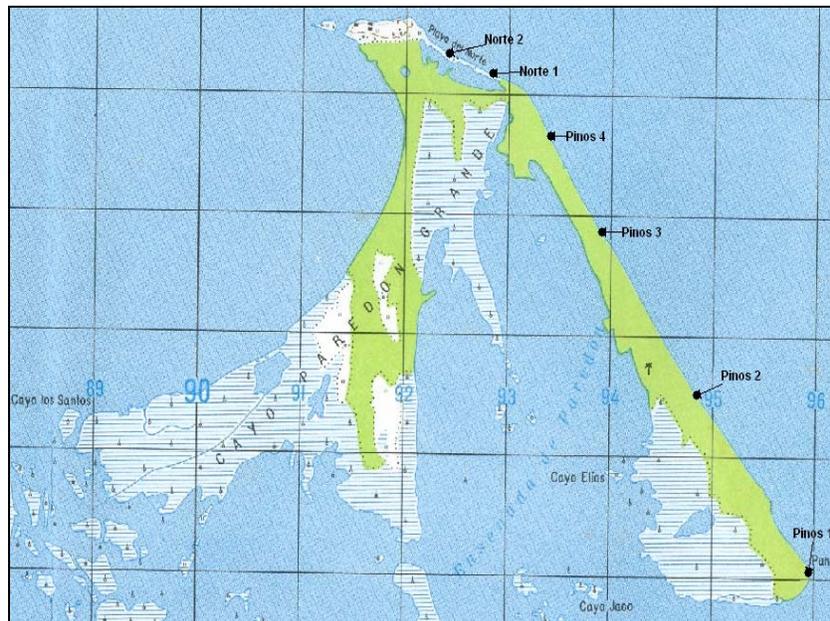


Figura 2. Ubicación de los perfiles de las playas Norte y Los Pinos.
 Figure 2. Location of profiles at Norte and Los Pinos beaches.

Las muestras de sedimentos se tomaron en la anteplaya del perfil. El muestreo sedimentológico se realizó a intervalos mensuales, coincidiendo con el levantamiento topográfico. Se colectaron de forma manual un total de 140 muestras de sedimento superficial, de las cuales 95 corresponden a los perfiles de Los Pinos y 45 al Norte.

El procesamiento granulométrico se realizó atendiendo a la metodología propuesta por Petelín (1967) para el estudio y caracterización de los sedimentos marinos. Para ello se empleó una tamizadora analítica *Restsh As 200 Basic* y, un juego de tamices con mayas



de 0,062, 0,125, 0,25, 0,50, 1,2 y 4 mm. Dada la naturaleza de las muestras, arenas en su totalidad, se empleó el método seco de tamizaje.

Procesamiento de datos.

Los datos de peso por tamiz fueron procesados mediante el software GRADISTAT 4.0 (Blott y Pye, 2001), obteniéndose el diámetro medio de la partícula en mm y en unidades Φ y la desviación estándar (σ). La clasificación del sedimento se determinó siguiendo los criterios de Wentworth (1922) planteados por Krumbien y Sloss (1963) citados por SPM (1984) y Larson y Kraus (1989).

Los datos topográficos fueron procesados con el software Topocar, elaborado por especialistas del Instituto de Oceanología. Los datos de volumen de arena fueron estandarizados para facilitar la comparación entre diferentes localidades.

Las lecturas de dirección y velocidad del viento fueron obtenidas de la base de datos del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros. En el procesamiento de estas lecturas se utilizó el programa Excel. Asimismo, se confeccionó la rosa de los vientos anuales para lo cual, se tomaron las velocidades de vientos mayores e iguales a 20 km/h, teniendo en cuenta que son éstas las que pueden inducir oleajes capaces de mover el sedimento de una playa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción las variaciones granulométricas y morfológicas.

Sedimentología del material de la playa.

El análisis de las 140 muestras colectadas mostró que existe un predominio de arena fina con un 47.14 %. La arena media tiene una representación de un 45.71%, mientras que el 7.14 % corresponde a la arena gruesa (Tabla 2). En ambos años se observa un predominio de los tipos texturales arena fina y media, que de conjunto, se encontraban representadas en un 92.85% del total de muestras analizadas, y en el caso de las gruesas constituyó el tipo textural menos representado, apenas llegando a alcanzar el 13.24% en el segundo año.

*Tabla 2. Representación de los tipos texturales en playa Los Pinos y Norte.
Table 2. Representation of the texture types in Norte and Los Pinos beaches.*

	Frecuencias % (2001-2002)	Frecuencias % (2002-2003)	Frecuencias % (total de muestras)
Arena Fina	58,33	35,29	47,14
Arena Media	40,28	51,47	45,71
Arena Gruesa	1,39	13,24	7,14

No obstante, la granulometría fue mayor en el período 2002 - 2003 ya que se incrementó la frecuencia de las arenas medias y gruesas (Tabla 2).

Los resultados de las frecuencias de tipos texturales para cada perfil en los años de estudio, muestran correspondencia con el comportamiento general analizado para las dos playas en conjunto (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de tipos texturales de cada perfil.
Table 3. Frequency of texture types for each profile.

Año	Perfil	Arena Fina %	Arena Media %	Arena Gruesa %
2001-2002	Pinos 1	50,00	50,00	0,00
	Pinos 2	75,00	25,00	0,00
	Pinos 3	58,33	41,67	0,00
	Pinos 4	66,67	33,33	0,00
2002-2003	Pinos 1	50,00	50,00	0,00
	Pinos 2	54,55	36,36	9,09
	Pinos 3	16,67	75,00	8,33
	Pinos 4	41,67	41,67	16,67
2001-2002	Norte 1	66,67	25,00	8,33
	Norte 2	25,00	75,00	0,00
2002-2003	Norte 1	44,44	55,56	0,00
	Norte 2	8,33	50,00	41,67

En playa Norte se produjo un incremento en la frecuencia de la granulometría media en el período 2002-2003 en el extremo oriental (perfil 1) a expensas de la disminución de las fracciones finas y gruesas. Mientras que en el extremo occidental disminuyeron las finas y medias y se incrementaron notablemente los tipos texturales gruesos.

En playa Los Pinos el perfil 1 correspondiente al extremo más oriental, los valores granulométricos de la playa se mantuvieron muy poco variables en los dos períodos, pero en el resto de los perfiles se produjo un incremento hacia las fracciones medias y gruesas. Particularmente, en el extremo occidental (Perfil 4) se produjo un notable incremento de las arenas gruesas aunque la representación de finas y medias es similar.

Variaciones temporales en la granulometría del sedimento.

En el año 2001 - 2002 en playa Norte los perfiles no se comportaron en forma similar, pues en los meses de noviembre a junio cuando en el perfil 1 la arena era fina, en el perfil 2 esta era media y solo en el periodo de julio a octubre ambos perfiles coinciden con arenas medias. El comportamiento de playa Los Pinos fue diferente, pues sus 4 perfiles presentaron arena fina en los meses de noviembre a febrero, arena media de abril a julio y solo de agosto a octubre los perfiles se comportan de forma diferente (Fig. 3).

En el segundo año playa Norte presentó en sus dos perfiles arena media todo el año, excepto en los meses de octubre a enero, mientras el perfil 1 presentaba arena fina, el perfil dos tenía arena gruesa. En la playa Los Pinos el diámetro medio no mostró un comportamiento que propiciase definir semejanzas ni en el tiempo y el espacio (entre perfiles y meses).

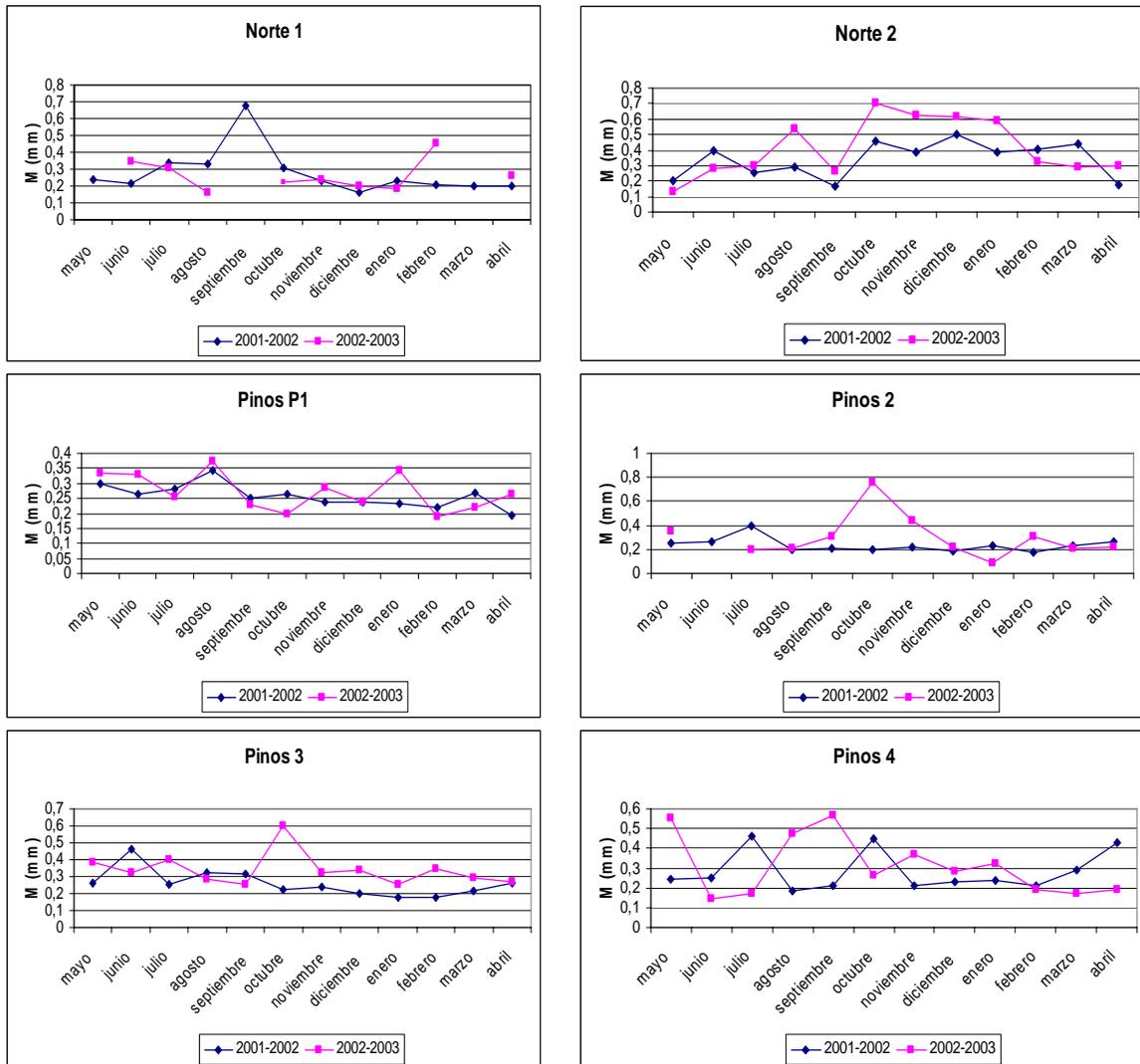


Figura 3. Comportamiento mensual de la granulometría por perfil.
 Figure 3. Monthly behavior of the grain size by profile.

Morfología de la playa

Variaciones temporales en la morfología de la playa.

Durante los dos años analizados la morfología de ambas playas tuvo variaciones en el estado de sus perfiles. Estos fueron altamente variables en el tiempo, y no se comportaron en todos los casos siguiendo el patrón típico estacional de erosión en invierno y acumulación en verano.

Los cambios en la morfología del perfil de playa de los perfiles 1 y 2 de la playa Norte, para el año 2001 - 2002, son mayores en el primero, ocurriendo un desplazamiento de la línea de costa en el máximo de acumulación de 16 metros con respecto al máximo de

erosión (Fig. 4). En ambos perfiles mayo fue el mes de máxima acumulación y se observaron perfiles de máxima erosión en el periodo diciembre-enero. Por la cuantificación de los volúmenes de arena se comprobó que la playa acumuló en los meses mayo a octubre y erosionó de noviembre a abril.

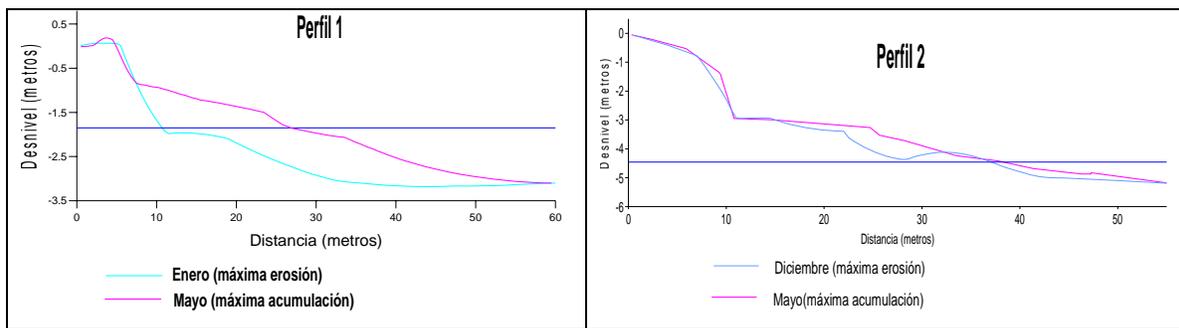


Figura 4. Perfiles de máxima erosión y acumulación en los perfiles de playa Norte para el periodo 2001 - 2002.

Figure 4. Profiles of maximum erosion and accumulation in Norte beach profiles for the period 2001 - 2002.

En playa Los Pinos las variaciones morfológicas son mayores en los perfiles 1 y 3, destacándose el perfil 4 como el de mayor estabilidad, y el perfil de mayores cambios el 3, con una variación en su línea de costa de 20 metros (Fig. 5). La variación volumétrica mensual de los perfiles de playa, no presentó un marcado patrón de comportamiento que permita establecer semejanzas entre los perfiles o los meses, sin embargo, en los perfiles 1, 2 y 4 los meses de acumulación varían entre ellos pero se agrupan dentro de los meses de abril a diciembre (Fig. 6).

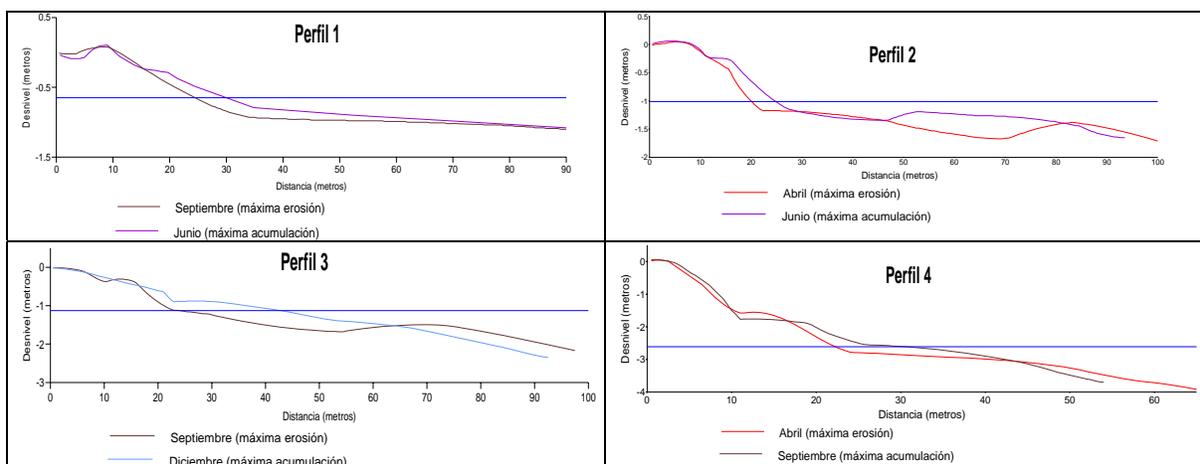


Figura 5. Perfiles de máxima erosión y acumulación en los perfiles de playa Los Pinos para el periodo 2001 - 2002.

Figure 5. Profiles of maximum erosion and accumulation in Los Pinos beach profiles for the period 2001 - 2002.

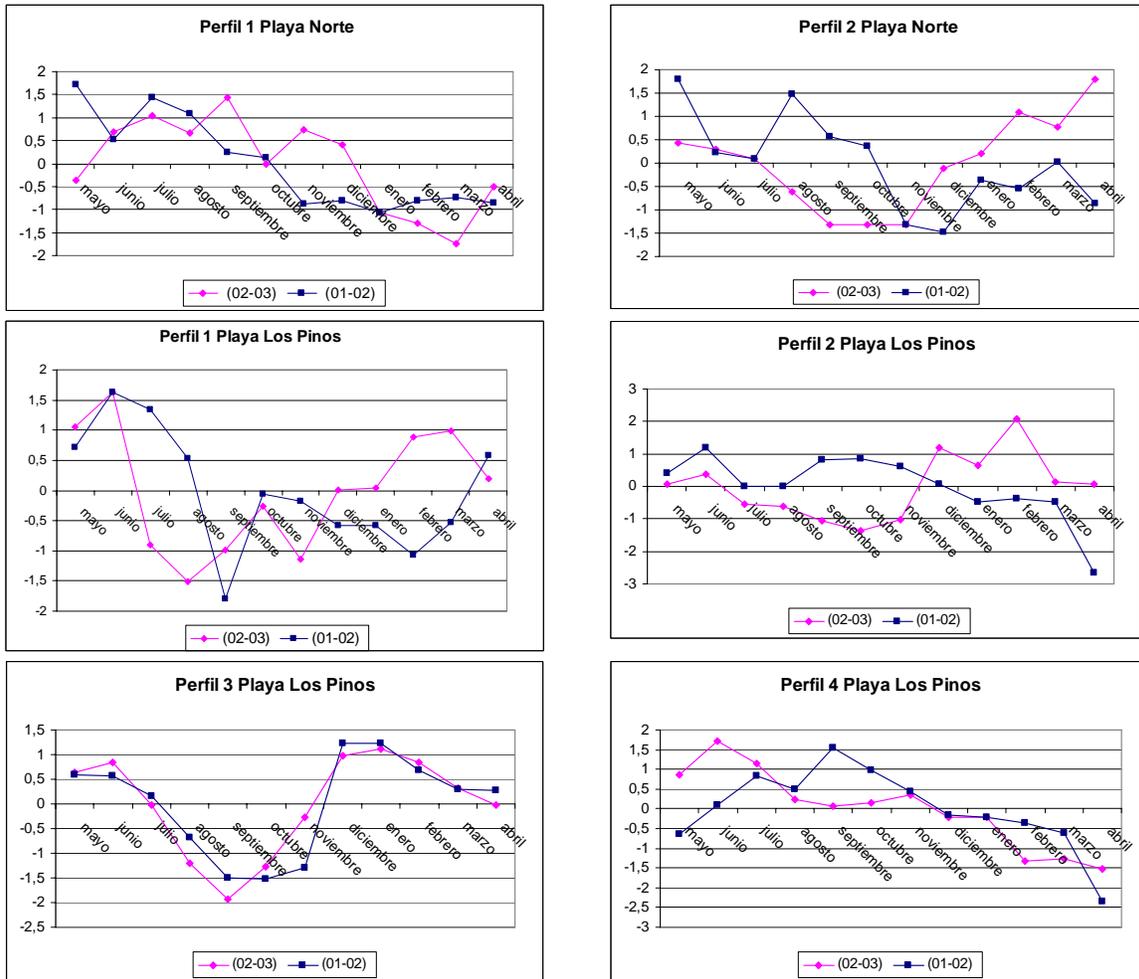


Figura 6. Variaciones volumétricas de los perfiles.
 Figure 6. Volumetric variations of the profiles.

Las estadísticas anuales del viento ofrecen alguna indicación del clima del oleaje, apoyado en la relación causal. La velocidad promedio anual estuvo en el rango de 20 a 30 Km/h, el comportamiento por rumbos en estos sí tiene variaciones notables de un año a otro variando del ENE al ESE (Fig. 7).

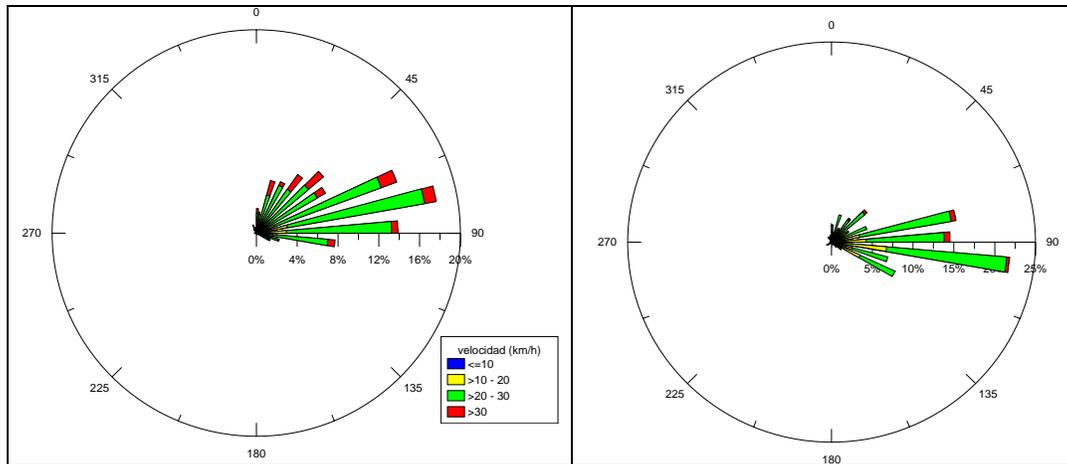


Figura 7. Rosa de los vientos de los años 2001 - 2002 y 2002 - 2003.
 Figure 7. Wind rose for the years 2001 - 2002 and 2002 - 2003.

En el año 2001 - 2002 la frecuencia de los vientos con velocidades superiores a los 20 Km/h, fue mayor desde los rumbos E y ENE concentrándose fundamentalmente, en el período de octubre a abril. En los meses de mayo a septiembre disminuyó la frecuencia de estos vientos provocando un oleaje con menor energía de las olas, situación que favoreció el proceso de acumulación en este periodo de año en cinco de los seis perfiles analizados (Fig. 8).

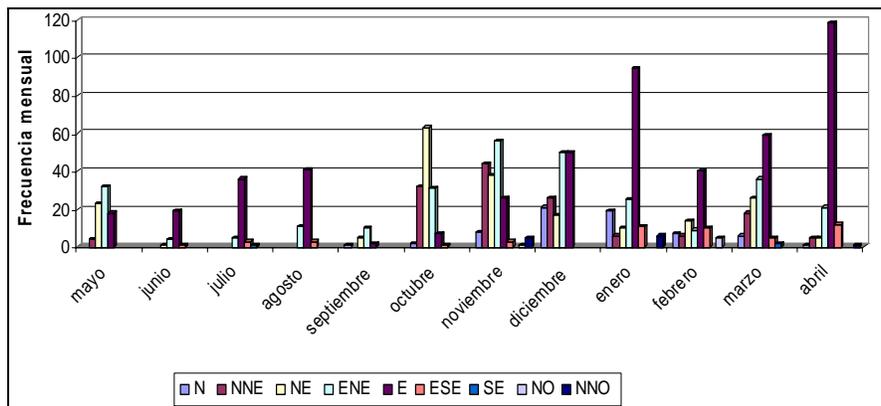


Figura 8. Frecuencia mensual de los vientos con velocidades superiores a los 20 Km/h, en el 2001 - 2002.

Figure 8. Monthly frequency of winds with speeds higher than 20 km/h, in the period 2001 - 2002.

El comportamiento de cada playa en este año fue bastante similar si se compara una con la otra. En playa Norte sus dos perfiles presentan acumulación en los meses de mayo a octubre, cuando el viento generó oleaje de poca energía, y en Los Pinos en tres de sus cuatro perfiles: el 1, 2 y 4 ocurrió el mismo comportamiento y sólo en el perfil 3, mostró acumulaciones en los meses en que el viento generó oleaje de alta energía.

En el segundo año la playa Norte presentó mayores variaciones morfológicas en el perfil 2, reflejándose estas en la zona de la anteplaya y la postplaya, llegando a variar la línea de costa hasta una distancia de 13 metros (Fig. 9).

El comportamiento del volumen de arena en este año fue diferente para ambos perfiles (Fig. 6), acumulando y erosionando estos en periodos diferentes, así cuando el perfil 1 acumulaba en los meses de junio a diciembre, el perfil 2 presentaba pérdidas de su volumen de arena de agosto a diciembre; y cuando el perfil 2 acumulaba en los meses de enero a julio, el perfil 1 erosionaba de enero a mayo.

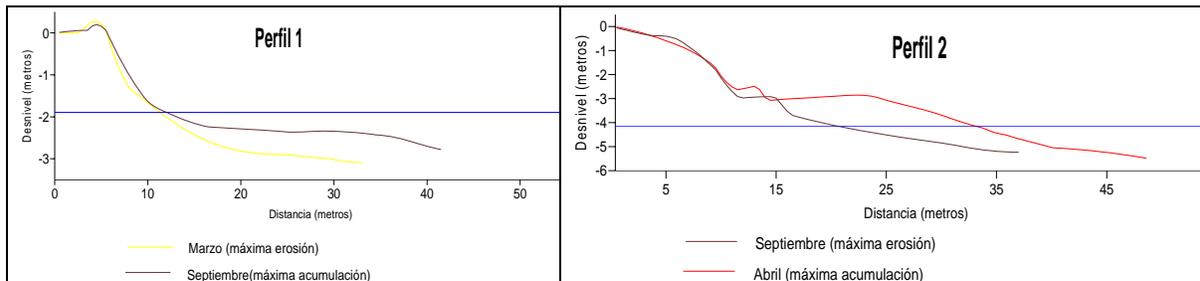


Figura 9. Perfiles de máxima erosión y acumulación en los perfiles de playa Norte para el periodo 2002 - 2003.

Figure 9. Profiles of maximum erosion and acumulation in Norte beach profiles for the period 2002 - 2003.

En el año 2002 - 2003 playa Los Pinos mostró diferentes variaciones en cada uno de sus cuatro perfiles, obteniéndose los mayores cambios morfológicos en los perfiles 1, 2 y 3, y sólo el perfil 4 mantuvo una mayor estabilidad morfológica (Fig. 10).

El perfil 3 acumuló entre los meses de mayor energía del oleaje, mientras que los perfiles 1, 2 y 4 acumulaban en los meses de menor energía del oleaje (Fig. 6).

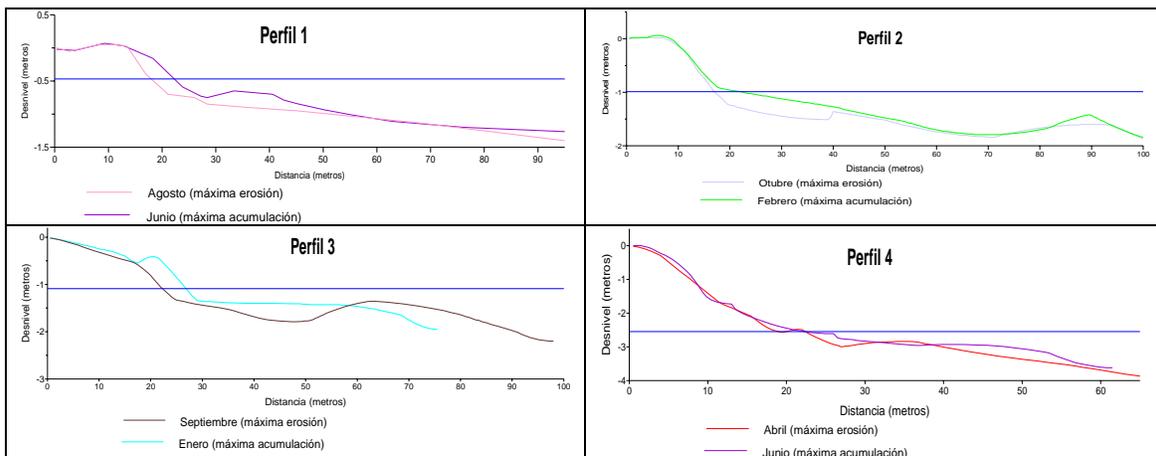


Figura 10. Perfiles de máxima erosión y acumulación en los perfiles de playa Los Pinos para el periodo 2002 - 2003.

Figure 10. Profiles of maximum erosion and accumulation in Los Pinos beach profiles for the period 2002 - 2003.

En año 2002 - 2003 la frecuencia de los vientos con velocidades superiores a los 20 Km/h, fue mayor en el período comprendido entre noviembre y julio, fundamentalmente, desde los rumbos E y ESE. Entre los meses de agosto a octubre de este período disminuyó la frecuencia de los vientos capaces de generar oleaje, estableciéndose un período de menor energía de las olas (Fig. 11).

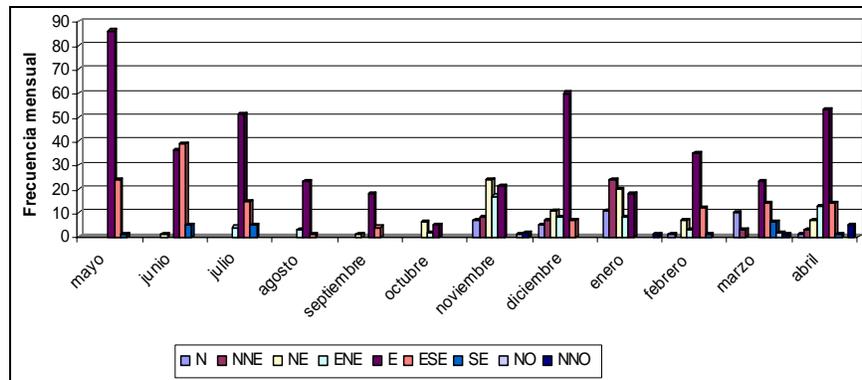


Figura 11. Frecuencia mensual de los vientos con velocidades superiores a los 20 Km /h, en el 2002 - 2003.

Figure 11. Monthly frequency of winds with speeds higher than 20 km/h, in the period 2002 - 2003.

Al comparar el comportamiento de cada playa en este año se observan diferencias. En playa Norte sus dos perfiles tuvieron momentos de erosión y acumulación en meses diferentes. En el perfil 1 acumulaba en los meses de junio a diciembre cuando el viento generó oleaje de poca energía, mientras que en el perfil 2 en este período erosionaba. En playa Los Pinos, 3 de sus 4 perfiles (1, 2 y el 4), presentaron acumulación en los meses donde el viento generó oleaje de baja energía, mientras que en el perfil 4 acumulaba en los meses de mayor energía en el oleaje.

El comportamiento en este período de los perfiles 1 de playa Norte y 4 de playa Los Pinos esta influenciado por la existencia del pequeño Cayo Sigua a menos de 1 Km de distancia que modifica el oleaje incidente sobre estos perfiles.

Comportamiento anual de las playas.

Los resultados mostraron que las mayores variaciones morfométricas sucedieron en la zona de la anteplaya y la postplaya, expresándose aquí las respuestas morfológicas en el perfil a las condiciones del oleaje.

Como ocurre en la mayoría de las playas de Cuba, la participación de la marea es despreciable, por lo que se admite que la interacción oleaje - sedimento es la determinante en los cambios morfológicos que tienen lugar en estas playas. Se pudo apreciar que la poca variación anual del diámetro medio de las arenas en estas playas, indica la poca desviación de los rangos arena fina y media, coincidiendo estas en el 92,85% de frecuencias de ocurrencias.



Ambas playas en el período 2001 - 2002 mostraron un comportamiento anual de acumulación en los meses en que el oleaje presentaba menor energía, y erosión en los de mayor energía del oleaje, lo que se evidencia en 5 de sus 6 perfiles. En este período se observó que el comportamiento de la playa guarda una clara relación con el régimen de viento-oleaje.

Ya en el año 2002 - 2003 este comportamiento no se repite de igual forma pues 4 de sus 6 perfiles presentaban acumulación en los meses de poca energía en el oleaje.

Esto demuestra que es posible establecer un comportamiento anual para estas playas que explique sus cambios morfológicos según la relación del régimen de viento-oleaje, es decir, en cada año se acumula en los meses de menor frecuencia de los vientos que provocan oleaje con menor energía y se erosiona en los meses de oleajes con mayor energía.

CONCLUSIONES

1. En las playas Los Pinos y Norte las variaciones anuales de la granulometría presentan poca diferencia pues el diámetro medio de las arenas se encuentra fundamentalmente en los rangos de "arena fina" o "media" y no guarda una clara relación con los máximos o mínimos valores de las variables morfología y oleaje.
2. Las variaciones anuales de la morfología en las playas Los Pinos y Norte responden a un comportamiento cíclico (erosión y acumulación) pero no estacional (invierno- verano).
3. Los vientos más efectivos en generar los cambios morfológicos en las playas estudiadas son los que se producen con rumbos del ENE al ESE.
4. Las diferencias en el comportamiento de las playas Los Pinos y Norte de un año a otro, se explican por las variaciones en el régimen de viento-oleaje.

AGRADECIMIENTOS

En especial a Magalys Sosa por la ayuda brindada en la elaboración de este trabajo. A Lourdes Rivas por su valiosa contribución en los detalles finales del trabajo. A María Elena Miravet por la asesoría brindada en esta publicación. Así como a todos aquellos que de una forma u otra ayudaron en la recopilación, procesamiento, análisis de los datos y elaboración del documento final.

BIBLIOGRAFÍA

Batista, L. M. 2000. Escenarios climáticos regionales para estudios de bioclimatología asociados a los tipos de tiempos en el Ecosistema Sabana- Camagüey, Cuba. Sus posibles impactos a corto, medio y largo plazo. Informe de proyecto PNUD/GEF CUB/98G32. La Habana, Cuba.

Blott, S. J. y Pye, K. 2001. GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landform*. No. 26, 1237-1248 PP.

Chirino, A. L. y Fernández, L. J. 1996. Condiciones originales de Playa la Concha. Alternativas de solución para la estabilización de la misma. Geocuba Estudios Marinos y Centro de Investig. de Ecosistemas Costeros, Cayo Coco. (Inédito).

Clarke, D. L. y Eliot, I. G. 1983. Mean sea- level and beach- width variation at Scarborough, Western Australia. *Mar. Geol.*, 157: 199 - 217.

- Davis, R. A. y Fox, W. T. 1972. Coastal processes and nearshore sand bars. *J. Sediment. Petrol.*, 42: 402 - 412.
- Fernández, L. J. y Chirino, A. L. 1993. Atlas oceanográfico de las aguas del Archipiélago Sabana- Camagüey. ICH. Ciudad de la Habana. 36 PP.
- Hayes, M. O. y Boothroyd, J. C. 1969. Storms as modifying agents in the coastal environment. En: Hayes M.O. (Ed.), Coastal Environment. NE Massachusetts, Department of Geology, University of Massachusetts, Amherst,, págs. 290 - 315.
- Iturralde-Vinent, M. 1988. Naturaleza Geológica de Cuba. (Ed.) Científico-Técnica. La Habana. 146 PP.
- Jacobsen, E. y Schwartz, M. L. 1981. The use of geomorphic indicators to determine the direction of net shore drift. *Journal Shore and Beach*, págs. 34-45.
- Juanes, J. L., Ramírez, E., Caballero, M., Medvediev, V. S. y Yurkevich, M. G. 1986. Dinámica de los sedimentos en la Península de Hicacos, Cuba. II- Efecto de las olas de viento en la zona costera. *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*. 11: 35-45.
- King, A. M. C. 1973. Beaches and Coasts. 2^{da} Ed. 570 PP.
- Komar, P. D. 1998. Beach Processes and Sedimentation. Prentice-Hall, Englewood Cliff, NJ, 2^{da} Ed., 544 PP.
- Krumbien, W. C. y Sloss, L. L. 1963. Stratigraphy and Sedimentation, Ch. 4, *Properties of Sedimentary Rocks*, W. H. Freeman & Company, págs. 93 - 149.
- Larson, M. y Kraus, N. C. 1989. SBEACH: Numerical Model for Simulating Storm - Induced Beach Change, Rep. 1, Empirical Foundation and Model Development, Technical Report CERC-89-9, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
- López, C., Amaro, M. L., Martínez, E., Cuesta, O., Fernández, P., Batista, L., Collazo, A. y Maldonado, L. 1994. Estudio de los factores meteorológicos y químicos atmosféricos en Cayo Coco para su aplicación en las actividades turísticas, el termalismo y la protección del medio ambiente. Informe Científico. Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros, Cayo Coco. 37 PP. Inédito.
- Nordstrom, C. F. 1980. Cyclic and seasonal beach response: a comparison of Oceanside and bayside beaches. *Phys. Geog*, 1: 177 - 196.
- Petelín, V. M. 1967. Análisis granulométrico de los sedimentos marinos. (Ed.) Nauka. Academia de Ciencias de la URSS. Moscú. 76 PP.
- Shore Protection Manual (SPM). 1984. Coastal Engineer Research Center, U.S. Army Corps of Engineers, US Govt. Printing Office, Washington, D. C.
- Short, A. D. 1999. Beach Morphodynamics. (Ed.) Wiley, London.
- Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastics sediments. *J. of Geology*, 30: 377-392. Citado por Blott, S. J. y Pye, K. 2001.
- Zúñiga y de la Paz. 1995. Análisis del funcionamiento dinámico de dos playas de Cayo Coco con vistas a su posible recuperación. Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros. Cayo Coco. (Inédito).
- Zúñiga A. y Denia G. 2000. Las causas de los procesos erosivos de las playas del polo turístico Jardines del Rey. *ENLACE*, V. 7, (34): 23 -31.
- Zúñiga A. y Denia G. 2001. Monitoreo de dinámica de playas de la cayería norte de Ciego de Ávila. Resultados de la primera etapa. Acciones prioritarias para consolidar la protección de la biodiversidad en el Ecosistema Sabana- Camagüey. Informe Proyecto PNUD/GEF CUB/98G32. Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros. Cayo Coco.