



## **Evolución texturo-composicional de la arena de playas del Este de la Habana, Cuba.** <sup>1</sup>

*Evolution of the texture and composition of beach sand in playas del Este, Havana, Cuba.*

Roberto F. Guerra García, Magalys Sosa Fernández y Lourdes Rivas Rodríguez.

Instituto de Oceanología. Ave 1era, No. 18406 entre 184 y 186. Rpto Flores. Playa. Ciudad de la Habana. Cuba. [verosus@enet.cu](mailto:verosus@enet.cu)

### **Resumen**

Los resultados que se muestran se obtuvieron a partir de un Programa de monitoreo de las variaciones morfológicas y sedimentológicas del perfil playa-duna del sector litoral comprendido entre el Mégano y la desembocadura del río Guanabo, al noreste de la ciudad de la Habana. El objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento espacio-temporal del tamaño del grano, grado de selección de las partículas y su composición genética dando respuestas al desarrollo sedimentario de la playa. Se colectaron un total de 207 muestras de arena de la anteplaya en 16 perfiles de playa durante un monitoreo ejecutado desde septiembre del 2007 hasta septiembre del 2008, comparando además los resultados de su interpretación sedimentológica con los obtenidos en la campaña del 2004 - 2007. De acuerdo con la distribución espacial de la muestra tipo de la anteplaya, se determinó una paulatina disminución del diámetro medio de las partículas desde el Mégano con 0,78 mm (al oeste), hasta Guardafronteras (al este) con 0,22 mm., observándose en igual dirección un mejor grado de selección de las partículas sedimentarias. Luego de comparar estos últimos resultados con los de períodos de investigación anteriores se puso de relieve un significativo incremento del diámetro medio, pasando a ser la arena media el grupo predominante. La arena de origen biogénica, está representada mayoritariamente por algas halimedas, además de foraminíferos y moluscos, todos ellos con marcados indicios de envejecimiento, lo que al parecer está relacionado con la removilización de los sedimentos antiguos en ausencia de nuevos aportes.

### **Abstract**

The results showed herein originated from a monitoring program of the morphologic and sedimentologic variations in the beach-dune profile of the coastal sector comprised between Mégano and Guanabo river mouth, to the northeast of Havana City. The objective of the present work consisted in knowing the spatial-temporal behavior of the grain, particle dispersion degree, and particle genetic composition in response to the sedimentary development of the beach. A total of 207 sand samples were collected from the foreshore, in 16 profiles that integrated the monthly monitoring network, from September 2007 to September 2008. In addition, the results of the sedimentologic interpretation are compared to those obtained in the period 2004-2007. According to the space distribution of the foreshore type sample, a gradual diminution in the particle average diameter was verified from Mégano with 0,78 mm (to the west), to Guardafronteras (to the east) with 0.22 mm, observing a better selection degree of sediment particles in equal direction. After comparing these last results with those from previous investigation periods, a significant increase in the average sand grain diameter was found and medium sand became the predominant group. Sand of biogenic origin is represented mainly by *Halimeda* seaweed, in addition to foraminifers and

---

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



mollusks, all of them with noticeable indications of aging, which is apparently related to the redistribution of old sediments in absence of new contributions.

**Palabras claves:** biocomponentes, arena, características texturales, Playas del Este.

**Keywords:** *biocomponents, sand, texture characteristics, Playas del Este.*

## INTRODUCCIÓN

En la Ensenada de Sibarimar, ubicada en la costa Este de Ciudad de la Habana, se encuentra el balneario más importante de la capital por el atractivo natural de sus playas, Santa María y Guanabo, las que en síntesis le denominamos Playas del Este.

La arena como elemento dinámico y formador de una playa permite diagnosticar importantes transformaciones del medio costero a través de sus características. El comportamiento espacio-temporal del tamaño del grano y grado de dispersión de sus partículas, así como su composición genética, ilustran conjuntamente con otros parámetros morfológicos, los cambios que tienen lugar en la costa a lo largo del tiempo.

Cabe destacar la importancia que tienen las características morfométricas y morfológicas de los perfiles y zonas costeras aledañas, su grado de exposición al oleaje así como la distribución y composición de la arena lo cual permitió la identificación de cinco unidades morfológicas a lo largo de todo el sector (Sosa *et al.*, 2005).

En el presente trabajo se exponen los resultados de un estudio sedimentológico realizado durante el periodo 2007 - 2008 y se comparan con los resultados obtenidos en los años 2004 - 2007 buscando los criterios que avalen el comportamiento litodinámico de la playa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para describir el estado sedimentológico de la playa, fueron elegidas 32 muestras representativas de los estadios sedimentarios (erosión y acumulación), de las 207 muestras tomadas a lo largo de todo el litoral (Fig. 1), para el período de septiembre del 2007- septiembre del 2008.

Como punto de muestreo se escogió la anteplaya, por ser el sector intermareal más representativo dinámicamente del perfil de playa.

Se analiza además la frecuencia de aparición de los distintos grupos texturales de todas las localidades incluyendo las correspondientes al periodo 2004 y 2007.

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 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.

Los datos de peso por tamiz de todas las muestras fueron procesados mediante el software Gradistat Version 4,0 (Blott y Pye, 2001), obteniéndose por el método de los momentos, el diámetro medio de la partícula (M) en unidades mm y  $\phi$  y la desviación estándar (Tabla 1). Para la clasificación del sedimento se empleó la propuesta por Wentworth en el Shore Protection Manual (1984).

Para obtener una representatividad textural de las diferentes localidades implicadas en

el estudio, se determinaron las muestras tipos de cada una de ellas, que nos es más que su composición textural promedio a lo largo de todo el periodo estudiado.

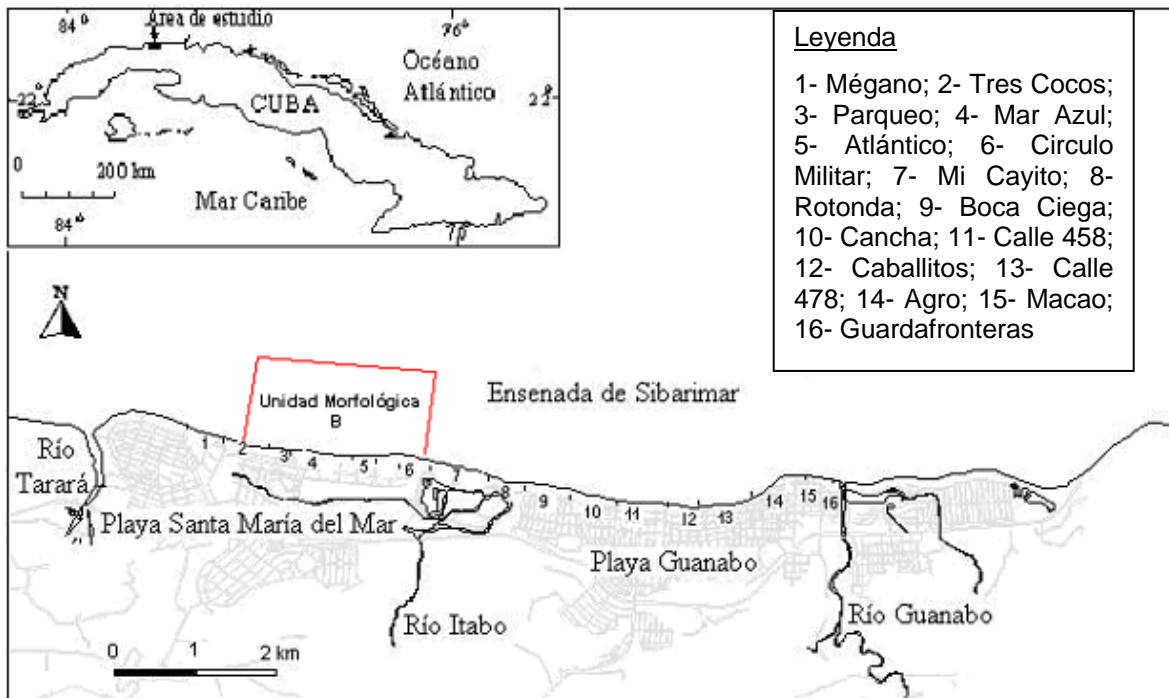


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.  
Figure 1. Geographical location of the study area.

Para el estudio de los biocomponentes se seleccionaron seis localidades representativas de cada unidad morfológica: Mégano, Mar Azul, Atlántico, Boca Ciega, Calle 478 y Guardafronteras, de las 16 que totalizan la región, buscando una representación por cada unidad morfológica en que se divide la playa. Siguiendo la metodología de Avello (1979), se escogieron tres fracciones obtenidas del análisis granulométrico: 2 – 1; 1 – 0,5 y 0,5 – 0,25 mm, en las cuales, se identifican los esqueletos calcáreos de organismos marinos y elementos inorgánicos empleando un microscopio estereoscópico. Basados en el porcentaje de cada uno de los componentes, se determinó la génesis del sedimento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características texturales de los sedimentos de las Playas del Este.

El resultado del análisis de 207 muestras tomadas en la anteplaya en el período septiembre 2007-septiembre 2008 (Tabla 1), mostró que existe un predominio de la arena media con 44%, seguido por la arena fina con 32% y la arena gruesa con 22%. Por su parte, la arena muy gruesa ocupa el cuarto lugar en abundancia con solo el 2%. En este

periodo, al contrario de los anteriores (2004 – 2007), no se encontraron la grava y la arena muy fina.

Tabla 1. Representación de las diferentes texturas durante todo el período de investigación (2007 - 2008).

Table 1. Representation of different textures during the whole period of investigation (2007 - 2008).

<b>Grupos Texturales</b>	<b>Frecuencia (%)</b>
Arena muy gruesa	2
Arena gruesa	22
Arena media	44
Arena fina	32

De acuerdo con los resultados de las muestras tipo para el período comprendido desde septiembre del 2007 a septiembre 2008, pudo constatar una paulatina disminución del diámetro medio de las partículas (M) desde el Mégano con 0,78 mm, hasta Guardafronteras al este de la región con 0,22 mm (Tabla 3).

Tabla 3. Composición textural de las muestras tipo de la anteplaya en las distintas localidades.

Table 3. Texture composition of foreshore type samples in different localities.

<b>Guardafronteras</b>	0,22	0,74	Arena Fina
<b>Localidad</b>	<b>M (mm)</b>	<b>Desv.Estand. (Ø)</b>	<b>Clasificación</b>
<b>Mégano</b>	0,78	0,95	Arena Gruesa
<b>Tres Cocos</b>	0,84	1,07	Arena Gruesa
<b>Parqueo</b>	0,64	1,20	Arena Gruesa
<b>Mar Azul</b>	0,40	1,23	Arena Media
<b>Atlántico</b>	0,38	1,06	Arena Media
<b>Círculo Militar</b>	0,35	1,10	Arena Media
<b>Mi Cayito</b>	0,31	1,00	Arena Media
<b>Rotonda</b>	0,29	0,91	Arena Media
<b>Boca Ciega</b>	0,29	0,95	Arena Media
<b>Cancha</b>	0,32	1,18	Arena Media
<b>Calle 458</b>	0,24	0,85	Arena Fina
<b>Caballitos</b>	0,26	0,98	Arena Media
<b>Calle 478</b>	0,28	1,05	Arena Media
<b>Agro</b>	0,24	0,78	Arena Fina
<b>Macao</b>	0,23	0,74	Arena Fina

Por su parte, el grado de selección (desviación estándar) de los sedimentos en dirección este mejora, con valores que van de 0,95  $\Phi$  en la localidad del Mégano hasta 0,74  $\Phi$  en Guardafronteras. En el tramo de costa comprendido entre Tres Cocos y Mi cayito, así como La Cancha se observa el más bajo grado de selección de la arena con valores que oscilan entre 1,00  $\Phi$  y 1,22  $\Phi$  (Tabla 3).

Teniendo en cuenta que estos resultados corresponden a la muestra tipo de cada localidad, los valores más altos de la desviación estándar o peor selección reflejan los cambios más notables de granulometría en esas localidades dentro de todo el período de muestreo.

Dada la importancia que tiene conocer el comportamiento evolutivo de la playa en los períodos de máxima acumulación y erosión se hizo un análisis textural comparativo de los dos estadios sedimentarios. El resultado puso en evidencia que en los momentos de máxima acumulación se obtuvo un mayor diámetro medio de la arena con un promedio de 0,41 mm, así como valores más elevados de desviación estándar. Tanto en los momentos de máxima acumulación, como en los de máxima erosión, el grupo predominante fue la arena media, que con mayor frecuencia aparece en las localidades ubicadas en el sector centro occidental del litoral (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación textural de los sedimentos en los máximos de erosión y acumulación.

Table 4. Texture classification of sediments at erosion and accumulation maxima.

**Máxima erosión**

Localidad	M	Desv. Estand.	Clasificación Textural
	(mm)	$\Phi$	
Mégano	0,62	1,14	Arena Gruesa
Tres Cocos	1,33	0,61	Arena muy Gruesa
Parqueo	0,53	1,04	Arena Gruesa
Mar Azul	0,27	0,65	Arena Media
Atlántico	0,37	1,01	Arena Media
Círculo Militar	0,26	0,91	Arena Media
Mi Cayito	0,28	0,85	Arena Media
Rotonda	0,23	0,68	Arena Fina
Boca Ciega	0,28	0,72	Arena Media
Cancha	0,26	0,76	Arena Media
Calle 458	0,20	0,46	Arena Fina
Caballito	0,30	0,97	Arena Media
Calle 478	0,22	0,58	Arena Fina
Agro	0,28	0,90	Arena Media
Macao	0,20	0,44	Arena Fina
Guardafronteras	0,18	0,25	Arena Fina

### Máxima acumulación

Localidad	M	Desv. Estand.	Clasificación Textural
	(mm)	$\Phi$	
Mégano	0,93	0,85	Arena Gruesa
Tres Cocos	0,46	0,77	Arena Media
Parqueo	0,60	1,18	Arena Gruesa
Mar Azul	0,41	0,81	Arena Media
Atlántico	0,45	1,23	Arena Media
Círculo Militar	0,28	0,65	Arena Media
Mi Cayito	0,41	1,20	Arena Media
Rotonda	0,42	0,94	Arena Media
Boca Ciega	0,54	1,26	Arena Gruesa
Cancha	0,35	1,30	Arena Media
Calle 458	0,27	1,05	Arena Media
Caballito	0,19	0,46	Arena Fina
Calle 478	0,22	0,63	Arena Fina
Agro	0,28	0,91	Arena Media
Macao	0,52	0,86	Arena Gruesa
Guardafronteras	0,20	0,59	Arena Fina
Promedio	0,41	0,92	Arena media

Basándonos en la comparación de la frecuencia de aparición de los grupos texturales (grava, arena muy gruesa, arena gruesa, arena media, arena fina y muy fina) para los períodos de investigación 2004, 2007 y 2008 se observó que, a lo largo del 2008 hubo un claro aumento de los grupos texturales más gruesos, ejemplo de lo cual pudiera citarse el aumento de la arena gruesa en las localidades del Mégano, Parqueo, Círculo Militar, Boca Ciega, Cancha y Macao. Lo mismo sucede con la arena media, en igual periodo, desde Atlántico hasta Guardafronteras. La excepción lo constituyen los perfiles de Tres Cocos, Mar azul y Atlántico al disminuir la presencia de arena gruesa durante el año 2008. Por su parte, la arena fina en los últimos tiempos manifiesta un comportamiento contrastante con las demás texturas al mostrar una disminución de su número en todas las localidades del litoral (Tabla 5).

Estos cambios en la frecuencia de aparición de los diferentes grupos texturales de un período a otro han determinado un significativo incremento del diámetro medio de la arena en las muestras tipo de la antepaya en el transcurso del 2004-2008, (Fig. 2).

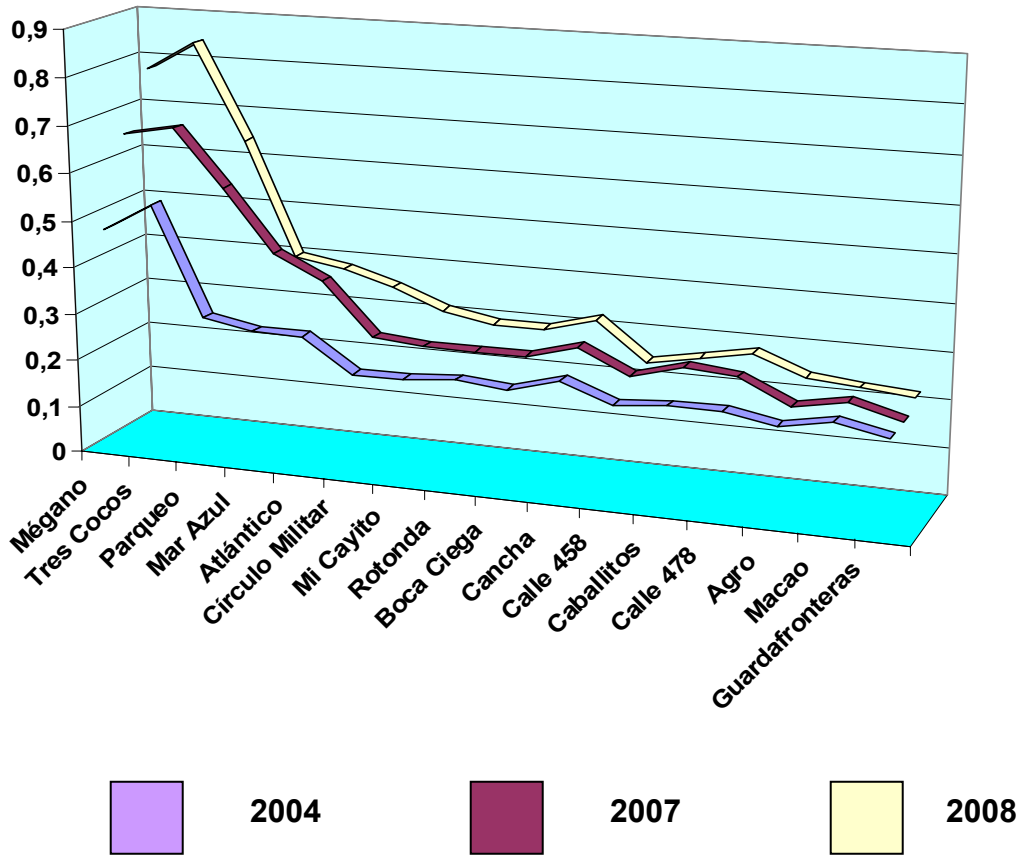


Figura 2. Cambios texturales del sedimento de la anteplaya entre el 2004, 2007 y el 2008.

Figure 2. Texture changes in foreshore sediment when comparing 2004, 2007 and 2008.

Tabla 5. Frecuencia de los tipos texturales para los años 2004, 2007 y 2008 (%).  
 Table 5. Frequency of texture types for the years 2004, 2007 and 2008 (%).

Perfiles	Grava	Arena muy gruesa			Arena gruesa			Arena media			Arena fina			Arena muy fina
	2007	2004	2007	2008	2004	2007	2008	2004	2007	2008	2004	2007	2008	2007
Mégano	6	18	22	0	46	67	100	36	5,5	0	0	0	0	0
Tres Cocos	0	9	11	31	55	67	62	36	22,2	8	0	0	0	0
Parqueo	0	0	11	0	27	56	92	64	22,2	8	9	11	0	0
Mar Azul	0	0	0	0	9	39	15	82	44,4	77	9	17	8	0
Atlántico	0	0	0	0	0	17	15	64	72,2	85	36	11	0	0
C. Militar	0	0	0	0	10	6	31	30	53	54	60	41	15	0
Mi Cayito	0	0	0	0	0	0	0	27	47	77	73	53	23	0
Rotonda	0	0	0	0	0	0	8	50	29	46	50	71	46	0
Boca Ciega	0	0	0	0	0	6	8	27	39	54	73	56	38	0
Cancha	0	0	0	0	9	11	15	36	47	54	55	42	31	0
Calle 458	0	0	0	0	0	0	0	0	38,9	42	100	61	58	0
Caballito	0	0	0	0	0	0	0	9	44,4	54	91	56	46	0
Calle 478	0	0	0	0	0	5	0	9	30	46	91	65	54	0
Agro	0	0	0	0	0	0	0	9	10,5	54	91	84	46	5
Macao	0	0	0	0	0	7	8	11	26,7	31	89	67	62	0
Guardafronteras	0	0	0	0	0	0	0	0	5,5	15	100	94	85	0
<b>Total</b>	0,35	2,00	2,80	1,93	10,00	17,48	22,22	31,00	33,57	43,96	58,00	45,45	31,88	0,35



### **Bimodalidad en la composición textural de los sedimentos.**

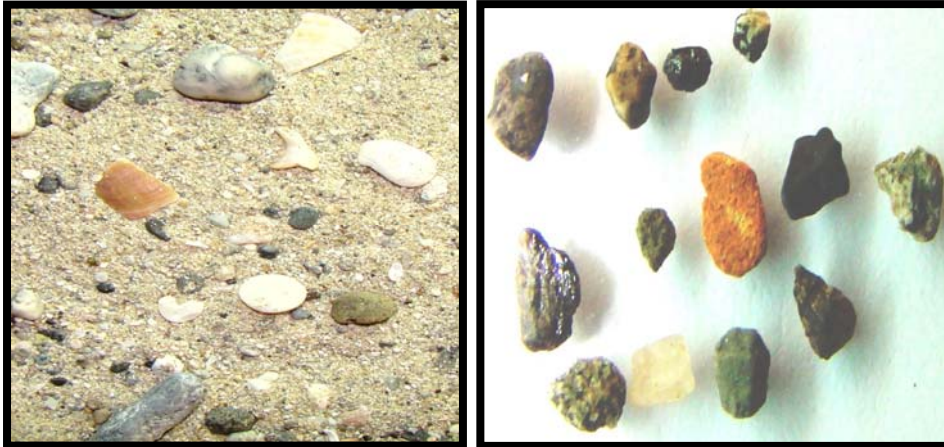
Del análisis del comportamiento bimodal de la composición textural de las muestras por meses y localidades se infiere que no existe ninguna relación con las estaciones de invierno y verano, basados en su irregular distribución en los distintos meses del año.

En las localidades del Mégano y Guardafronteras, ambas con texturas muy diferentes y ubicadas muy distantes una de la otra, no se manifestó el efecto de la bimodalidad lo que no quiere decir que no esté relacionado con el tamaño del grano. Este comportamiento bimodal de las muestras vista por su heterogeneidad granulométrica (Foto 1), debe su origen, al parecer, a dos factores fundamentales, el primero, a la inestabilidad en la intensidad y dirección de las corrientes marinas condicionada por la particular topografía rítmica y fluctuaciones en la posición de la línea de costa, como fue determinado en la Unidad Morfológica B de Santa María por Sosa *et al.* (2005), (y al que le correspondió el mayor número de muestras bimodales), y en segundo lugar, a la aparición de una fuente secundaria de material grueso formado por partículas de origen inorgánico entre los que se incluye materiales de construcción y biodetritos de elevada madurez sedimentaria procedente del lavado de estratos sedimentarios más viejos del sector costero, especialmente, en Guanabo (Fotos 2 y 3). Estos indican una resedimentación por erosión y falta de renovación de biocomponentes a la playa.



Foto 1. Heterogeneidad granulométrica de la arena (perfil Parqueo, Santa María).

*Picture 1. Grain size heterogeneity of the sand (profile Parqueo, Santa Maria).*



Fotos 2 (izquierda) y 3 (derecha). Arena mal seleccionada y sus partículas inorgánicas (perfil Calle 478, Guanabo).

*Pictures 2 (left) and 3 (right). Wrongly selected sand and its inorganic particles (profile Calle 478, Guanabo).*

### Composición de los sedimentos.

Como resultado del estudio sedimentológico de la composición de la arena de la anteplaya para los periodos de máxima acumulación y erosión quedó definido el predominio de los fragmentos de algas calcáreas con 51% y 48 % respectivamente (Tabla 6).

En el periodo 2007 – 2008, los foraminíferos ocuparon el segundo lugar en la fase de máxima acumulación, con valor promedio de 15%, a diferencia de lo ocurrido en los momentos de máxima erosión donde ocupó el tercer lugar en abundancia con un 16%. Por su parte, los moluscos ocuparon el segundo lugar después de las algas en los momentos de máxima erosión con un 18%.

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de estos biocomponentes para los estadios de máxima acumulación y erosión, las algas mostraron una tendencia a aumentar en dirección oeste con valores máximos de 58% y 59%, respectivamente (Tabla 6). Sin embargo, tanto los foraminíferos como los moluscos no manifiestan regularidad alguna en ambos estadios sedimentarios.

No debe pasarse por alto la presencia significativa de bioclastos o lo que es igual, fragmentos de organismos muy alterados y difíciles de identificar en las localidades de Atlántico y la Calle 478, en los momentos de máxima erosión, lo que puede estar corroborando los criterios expuestos acerca de la resedimentación de depósitos antiguos por efecto de erosión en concordancia con los cambios observados en los sedimentos.

A pesar de que el contenido de restos inorgánicos es bajo, se ha detectado la aparición cada vez más frecuente de partículas de minerales y otros fragmentos de rocas, algunos de los cuales, son ajenos a la composición geológica de la región, indicando un claro lavado por las lluvias y el oleaje de materiales traídos por el hombre al litoral. Ejemplo de ello lo constituye la presencia de partículas formadas por materia-

les de construcción como ladrillos y vidrio pertenecientes a antiguas casas destruidas por el mar y otros fragmentos de rocas utilizadas probablemente en las bases de perforación de petróleo de Guanabo.

Existen además otros biocomponentes como los anélidos, restos de erizos, fragmentos de corales, etc., que por su reducido número no juegan un papel importante en la formación de la arena y aparecen agrupados bajo la nomenclatura de *otros grupos* (Tabla 6).

Tabla 6. Composición de los sedimentos en las Playas del Este en los máximos de erosión y acumulación.

*Table 6: Sediment composition in Playas del Este at erosion and accumulation maxima.*

**Máxima erosión (2007 - 2008)**

Localidad	Algas (%)	Moluscos (%)	Foraminíferos (%)	Otros Grupos (%)	Bioclastos (%)	Restos Inorg. (%)
Mégano	59	15	9	3	10	5
Mar Azul	48	14	23	4	9	2
Atlántico	54	11	13	0	16	7
Boca Ciega	44	22	24	3	4	4
calle. 478	41	18	6	1	25	10
Guardaf.	43	30	24	1	2	2
Promedio	48	18	16	2	11	5

**Máxima acumulación (2007 - 2008)**

Localidad	Algas (%)	Moluscos (%)	Foraminíferos (%)	Otros Grupos (%)	Bioclastos (%)	Restos Inorg. (%)
Mégano	58	9	9	1	16	8
Mar Azul	52	12	15	2	14	4
Atlántico	49	10	16	5	13	8
Boca Ciega	53	13	19	1	8	6
calle. 478	50	13	17	4	9	7
Guardaf.	44	6	16	7	7	19
Promedio	51	11	15	3	11	9



**Restos Inorg.** – Minerales, rocas y residuos inorgánicos producidos por el hombre.

**Otros Grupos** – Fragmentos de anélidos, erizos, ostrácodos, corales, briozoos, espículas de esponjas, alcionarios, etc.

## CONCLUSIONES

1. En todo el sector de la anteplaya estudiado de oeste a este, se encontró una paulatina disminución del diámetro medio y una mejor selección de la arena.
2. En los años 2007 y 2008 se evidenció un incremento del diámetro medio de la arena a lo largo de todo el litoral de playas del Este, con un predominio de la arena media.
3. El elevado estado de envejecimiento de la mayoría de los biocomponentes que forma la arena en las playas del Este de la Habana, constituye un indicio de pobre renovación de la fuente sedimentaria.

## BIBLIOGRAFÍA

Avello, O. 1979. *Componentes biogénicos en los sedimentos de la plataforma cubana*. Tesis de Doctorado en Ciencias Geólogo-Mineralógicas. Moscú, 157 PP.

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 forms*, 26, 1237 PP.

Petelín, V. M. 1967. *Análisis granulométrico de los sedimentos marinos*. (Ed). Nauka. Academia de Ciencias de la URSS. Moscú, 76 PP.

Shore Protection Manual. 1984. *Material del litoral*. T. 1, Cap. 4. (Ed.) Coastal Engineering Research Center, US Army Corps of Engineers, págs. 4 – 12.

Sosa M. L. Rivas, R. Guerra, M. Felipe y R. García. 2005. Análisis actual de los procesos erosivos en las Playas del Este de Ciudad de la Habana Informe inédito. Archivo Científico, Instituto de Oceanología, La Habana.