

## **Análisis de las características de la zona costera para la creación de una playa artificial en el club Caribe Sur. Cienfuegos**

Leonel I. Peña Fuentes <sup>(1)</sup>, José Luis Juanes Martí <sup>(1)</sup>, Hermes Salazar Salazar <sup>(1)</sup>, Miguel Felipe Hernández <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Instituto de Oceanología, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ave 1ª e/ 184 y 186 Rpto Flores. Ciudad de la Habana. Cuba. Telfs: (537) 271-6008, 271-1424. Fax: (537) 339112

Recibido: enero-octubre, 2004	Aceptado: noviembre, 2004
-------------------------------	---------------------------

### **Resumen**

Al proyectar la restauración de un antiguo club náutico ubicado a orillas de la Bahía de Cienfuegos, la compañía Cubanacán S.A incluyó entre sus objetivos el acondicionamiento del sector costero inmediato para su uso recreativo. Para ello solicitó al Instituto de Oceanología la realización de un estudio, orientado a identificar y evaluar las acciones necesarias para la creación de una playa artificial en dicho tramo de costa, rehabilitándolo además desde el punto de vista estético y ambiental. El trabajo desarrollado se orienta al análisis de aquellos elementos que intervienen de manera decisiva en el funcionamiento del sistema costero, determinando su evolución. Los resultados obtenidos no sugieren la posibilidad de que en esta zona pueda formarse o mantenerse alguna playa por procesos naturales, sin embargo indican el predominio de condiciones favorables para la estabilidad de un perfil creado de manera artificial. Se describe una serie de acciones de acondicionamiento del litoral, encaminadas a su saneamiento ambiental y su preparación para la conformación de la playa aplicando la alimentación artificial de arena. Puede preverse la creación de un área de sol con capacidad para asimilar más de 40 bañistas al mismo tiempo y con un máximo confort, el mejoramiento de las condiciones del fondo y la conformación de una duna de poca altura como elemento paisajístico, todo lo cual le confiere al área un ambiente acogedor, favorable para su explotación turística.

**Palabras clave:** Playas artificiales.

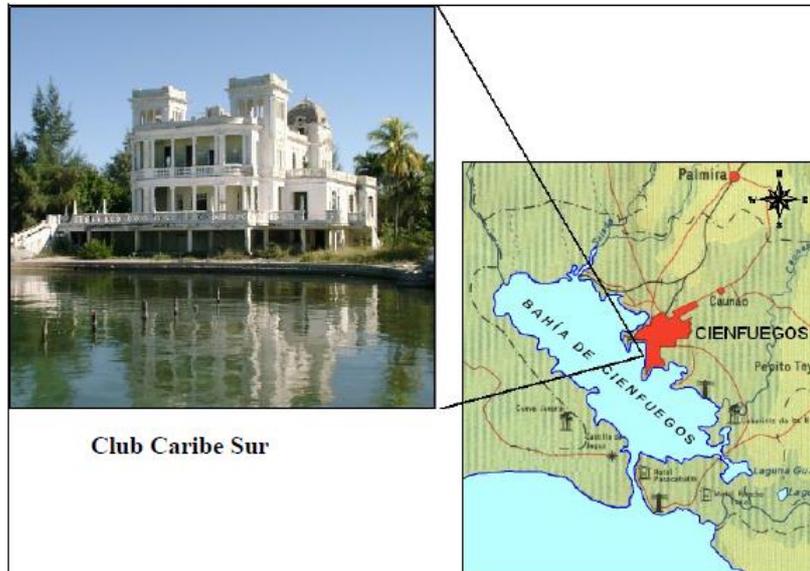
### **Abstract**

The company Cubanacán S.A, when projecting the restoration of an old nautical club beside the Bay of Cienfuegos, has included among its goals the creation of appropriate conditions for the recreational use of the immediate coastal sector. According to this objective it was requested to the Institute of Oceanology the realization of this study to identify and evaluate the required actions for the creation of an artificial beach in the immediate coast, also rehabilitating their aesthetic and environmental conditions. The work is guided to the analysis of the elements that intervene with a major influence in the processes which determine the coastal evolution. The results don't indicate the possibility that in this zone can be formed or endure a beach by natural processes, however is evident the prevalence of favorable conditions for the stability of a artificially created profile. Several tasks, which allow the restoration of the environmental conditions in the coastal zone and its preparation to assimilate the creation of the beach by means of sand fill is proposed. Is foreseen the creation of a solarium with capacity to assimilate more than 40 users at the same time and with a maximum comfort, besides the improvement of the conditions of the bottom and the creation of a low dune, elements that confers to the area an attractive appearance and favorable for the tourist activities.

**Key words:** Artificial beaches

## **Introducción**

Como parte del programa de inversiones para el desarrollo del turismo internacional en la región central de la isla, la compañía Cubanacán S.A acometió la restauración de un antiguo club náutico ubicado en la margen Este de la bahía de Cienfuegos (Fig.1), hacia el extremo sur del malecón, donde la costa tiene una orientación general de N - S y se caracteriza por presentar una pendiente submarina suave, interrumpida por un canal de navegación a unos 500 m de la orilla.



**Figura 1.** Ubicación de la zona de estudio.

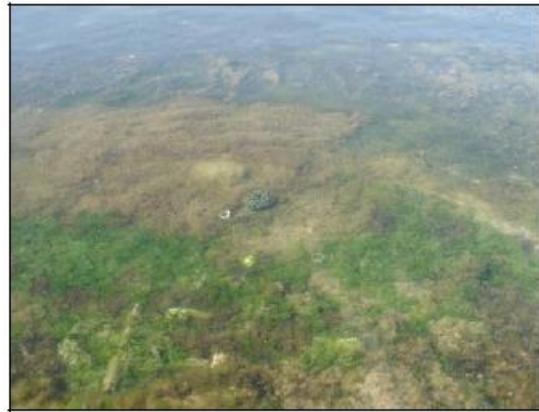
La ubicación de dicha instalación a orillas de la bahía permite incluir entre las opciones recreativas que se prevé ofrecer a los turistas, además del desarrollo de actividades náuticas y deportivas en general, la incorporación del baño como una opción más de esparcimiento, para lo que dispone de un tramo de costa de 50 m de longitud, que fue acondicionado como playa artificial al crearse el club.

Originalmente el área quedaba confinada por un paseo marítimo perimetral construido sobre pilotes, rigidizado en sus lados sur y oeste mediante una hilera de pilotes pequeños que servían de protección a la playa, mientras que hacia tierra estaba limitada por un muro de 1 m de altura. Sus condiciones eran mantenidas mediante el vertido periódico de arena, lo que hacía que el fondo fuera apropiado para el baño. Posteriormente dejó de ejecutarse toda acción en este sentido y la falta de mantenimiento fue dando paso al deterioro del lugar, que en los momentos actuales carece de las características adecuadas para su uso recreativo.

El paseo marítimo se encuentra destruido por el lado que da hacia el mar y sus restos se encuentran depositados en el fondo (Foto 1), al igual que una gran cantidad de escombros y objetos de diverso origen que afectan notablemente la estética del lugar, constituyendo además un impedimento para el baño. En igual sentido se destaca como una afectación significativa, el hecho de que el fondo marino en los primeros 10 m a partir del muro, se encuentra totalmente cubierto de algas (Foto 2), combinándose con la acumulación de desechos y sedimentos fangosos que se aprecia en esa área. También resalta la presencia de una serie de estacas de madera hincadas en el fondo, las cuales formaban parte de una especie de plataforma que existió dentro del área y constituyen un obstáculo más para la explotación turística del lugar.



**Foto 1.** Restos del paseo marítimo destruido.



**Foto 2.** Fondo cubierto de algas y desechos.

En el límite sur del sector costero, aparecen los restos de una instalación donde se encontraban las taquillas del club, cuya presencia constituye uno de los problemas estéticos más significativos del área, sumado a que dada su ubicación en la orilla, sobre pilotes, favorece la acumulación y descomposición de desechos.

Ante la necesidad de incorporar el uso de la zona costera como área de baño, al conjunto de opciones recreativas que ofertará el “Club Caribe Sur” al turismo internacional y a solicitud de la entidad inversionista, se desarrolló el presente estudio, orientado a evaluar las condiciones naturales de la zona litoral y en función de ello identificar las acciones ingenieras requeridas para la creación de una playa artificial, rehabilitando el sector costero desde el punto de vista estético y ambiental.

### **Materiales y métodos**

El estudio se enfoca al análisis de la relación que se establece entre las características geomorfológicas y los elementos hidrodinámicos de la zona litoral, con vistas a establecer las particularidades de los procesos que intervienen en la evolución del sistema costero.

Para la caracterización morfológica se parte de la nivelación de 5 perfiles topográficos con el empleo de un teodolito taquímetro THEO 080, logrando georeferenciarlos mediante un receptor de GPS Garmin 12 XL. La información fue procesada mediante la utilización de los softwares TOPOCAR y LINCOST, creados por especialistas del Departamento de Procesos Costeros del Instituto de Oceanología.

Con igual finalidad se realizaron 5 líneas de sondeo perpendiculares a la costa, las cuales se extendieron desde el canal de navegación hasta la profundidad de 3 m como promedio, mediante el empleo de un sondeador digital HONDEX PS-7. Simultáneamente se registró la posición con el receptor de GPS antes referido. Posteriormente los valores de profundidad obtenidos, referidos al nivel del mar existente en el momento de realizarse las mediciones, fueron corregidos mediante la tabla de mareas del Servicio Hidrográfico de la República de Cuba y se emplearon en la confección de un esquema batimétrico del área de estudio en general y uno particular para el área que se evalúa para la conformación de la playa.

Paralelo a la realización de los perfiles topográficos se establecieron 15 estaciones para la medición de los espesores de sedimentos utilizando una cabilla graduada en centímetros, obteniéndose además la descripción cualitativa de las características del fondo. También se tomaron muestras del sedimento superficial en la pendiente submarina y la costa, cuya composición fue analizada con el empleo de un microscopio estereoscópico. Los sedimentos fangosos fueron clasificados macroscópicamente, mientras que en el caso de las arenas se obtuvo el diámetro medio del grano en mm y en unidades  $\phi$ , por el método de Petelin (1967) y se estableció su clasificación según la escala de Besrjukov y Lissitsin (1960).

### **Resultados y discusión**

La zona costera evaluada se caracteriza por presentar un alto grado de antropización, al estar ocupada predominantemente por elementos rígidos, tales como muros de protección, espigones y un malecón, existiendo además varias instalaciones muy próximas a la orilla.

Al acometer el estudio de las condiciones naturales de un área, en función de evaluar la factibilidad de recuperar o crear una playa, se requiere la consideración de aquellos elementos que resultan determinantes para la posterior estabilidad y conservación del perfil a obtener. Entre estos se destacan las pendientes, el régimen hidrodinámico imperante y las características sedimentológicas del lugar.

#### Evaluación de las pendientes

El esquema batimétrico de la zona de estudio (Fig. 2), permite apreciar que hasta la isobata de 5 m, las curvas se distribuyen de manera regular y relativamente paralelas a la línea de costa, mientras que a partir de los 6 m de profundidad aparecen más unidas y oblicuas, lo que indica la presencia frente a la costa de una área de suaves pendientes y bajas profundidades, que contribuye a la disipación de la energía de las olas en su avance hacia la orilla.

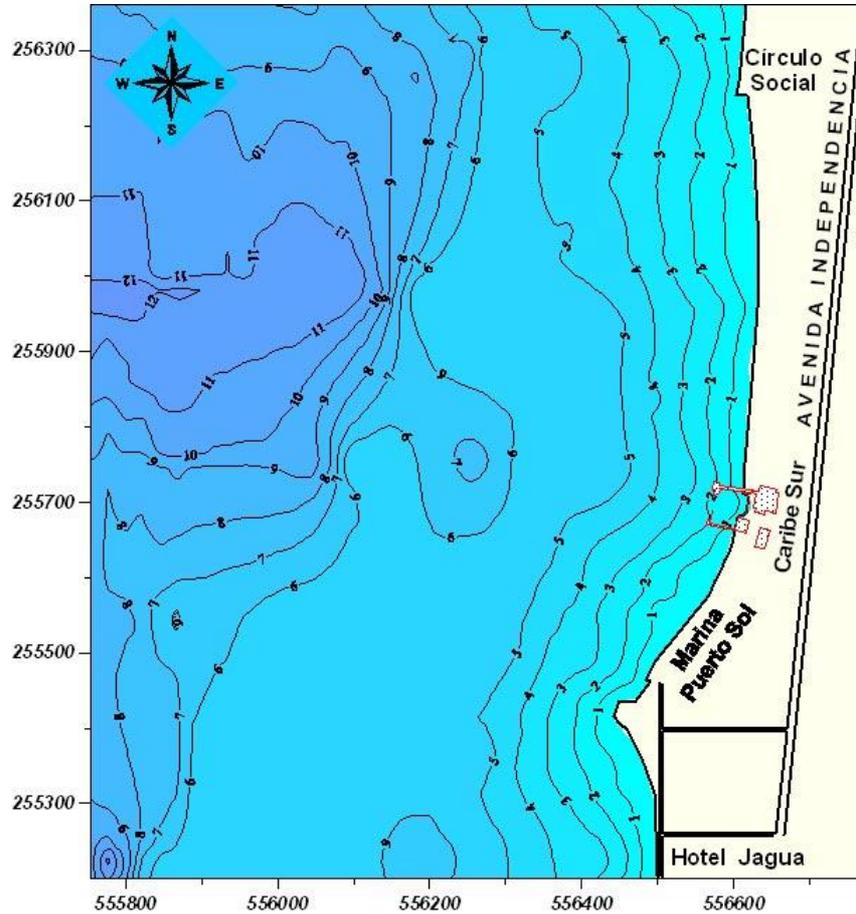


Figura 2. Esquema batimétrico de la zona de estudio.

Hacia la parte norte de la zona de estudio el valor medio de la pendiente del fondo es de 1.3 % hasta 400 m de la costa, mientras en la parte sur y la central, donde se ubica el club, es de 1% hasta 600 m de la costa. Partiendo de ello se puede asumir que las características morfológicas de la pendiente submarina favorecen la acumulación de sedimentos, pues según Zenkovich (1967), cuando las pendientes son menores del 1% como promedio, los sedimentos se mueven en las aguas bajas hacia la costa.

Partiendo de los perfiles topográficos se pudo calcular los valores de pendientes para las diferentes partes del perfil 3, representativo del área frente a la casa club, donde aparece el muro costero que servía de apoyo a la playa y el perfil 4, correspondiente al área ocupada por las taquillas. Los resultados aparecen recogidos en la Tabla I.

Tabla I. Valores de las pendientes en el área evaluada.

	Postplaya	Anteplaya	Pendiente Submarina	Pendiente General
<b>Perfil 3</b>	6.3 %	19.8 %	3.5 %	6.5 %
<b>Perfil 4</b>	3.6 %	14.0 %	4.3 %	5.2 %
<b>Promedio</b>	4.9 %	16.9 %	3.9 %	5.8 %

Estos valores fueron evaluados en función de los rangos de pendientes propuestos por Tristán et. al 1990, como apropiados para la conformación de playas en zonas costeras bajas (Tabla II), atendiendo a que las pendientes en el área de estudio resultan similares a las de las playas en cuya conformación se ha aplicado este criterio, alcanzándose resultados satisfactorios.

Tabla II. Pendientes apropiadas para la creación de playas.

	Postplaya	Anteplaya	Pendiente Submarina	Pendiente General
Rangos	0.4-3.0 %	9-20 %	1-7 %	1.8-4.5 %

Al analizar los valores registrados en el perfil 3, se observa que las pendientes de la postplaya (6.3 %) y el perfil en general (6.5 %) están por encima de los rangos propuestos, mientras que el valor que presenta la anteplaya (19.8 %) se encuentra prácticamente en el límite máximo del rango correspondiente y solo en la pendiente sumergida existen valores adecuados. Un tanto similar sucede con el perfil 4, que muestra valores de pendientes para la postplaya (3.6 %) y el perfil en general (5.2 %), ligeramente superiores a los rangos propuestos para conformar perfiles de playa con cierta estabilidad.

#### Análisis de los sedimentos

El análisis de las características sedimentológicas de la zona de estudio permitió apreciar que hacia la parte norte, los sedimentos son areno-fangosos, mientras que hacia el Sur son mayormente arenosos. Las descripciones cualitativas de las características del fondo, así como la medición de los espesores de sedimentos en el área evaluada para la creación de la playa, indican el predominio de un material areno- fangoso que alcanza espesores mayores de 1 m.

Los sedimentos colectados fueron clasificados de forma macroscópica como fango aleurítico- arenoso, medianamente o bien clasificado. Al observarlos al microscopio se pudo apreciar que los fragmentos están impregnados de material fino, lo que impidió distinguir su forma, no obstante, se pudo determinar que están compuestos por material terrígeno en aproximadamente un 50 %, integrado por fragmentos de rocas calcáreas y algunos silicatos como el cuarzo, mientras que en el material restante se observa la presencia de fragmentos de moluscos, ostrácodos, algas, alcionarios, foraminíferos y espinas de erizo.

En la zona más próxima a la orilla aparece una gran acumulación de cantos, posiblemente relacionada con la construcción del muro costero. También se destaca la abundancia de materia orgánica, lo que puede estar asociado a la descomposición de los restos de la fauna bentónica y la vegetación, así como a los aportes provenientes de otras zonas. En correspondencia con ello, el fondo aparece totalmente cubierto por algas, identificándose el predominio de especies cuya presencia se relaciona generalmente a la existencia de sustratos duros donde se pueden fijar sus esporas, a la deposición de sedimentos finos y los aportes significativos de materia orgánica.

La presencia de material arenoso en el área de baño puede asociarse a los vertimientos de arena realizados para la creación de la playa artificial y su posterior mantenimiento, sin desechar los posibles aportes producto de la deriva litoral, el escurrimiento superficial y la destrucción de las construcciones aledañas. Resulta lógico además esperar que la presencia de los materiales finos encontrados en las muestras sea el resultado de los procesos acumulativos que deben imperar en el ambiente sedimentario de las márgenes de una bahía como la de Cienfuegos, conjugado con la falta de mantenimiento que se evidencia en el área.

#### Condiciones Hidrometeorológicas

Al evaluar las condiciones hidrometeorológicas en función de un estudio de dinámica litoral resulta de gran interés analizar la incidencia del viento en el área de estudio, por ser el principal elemento generador del oleaje que incide sobre la costa dando lugar a su modelado.

Dada la orientación aproximada de la línea de costa en la zona de estudio (N – S) y su ubicación en el margen este de la bahía de Cienfuegos, solo los vientos provenientes del tercer y el cuarto cuadrante, correspondientes a los rumbos N, NW, W, SW y S, podrían generar olas que incidan sobre la misma. Al analizar la rosa de los vientos de la región, se pudo apreciar que los mayores porcentajes de ocurrencia se registran en el tercer cuadrante, específicamente en las direcciones sur y suroeste, siendo mayor el valor del rumbo sur. Tales condiciones indican el predominio del oleaje proveniente del sur y el suroeste y en consecuencia el arrastre de los sedimentos en dirección Norte.

La ubicación del sector costero en el interior de la bahía, protegido del fuerte oleaje del mar abierto y la existencia de pequeños valores de fetch (Distancia de la superficie marina sobre la cual actúa el viento), coinciden con la ausencia de claros indicios de erosión, lo que constituye un indicador de que habitualmente no se genera una fuerte dinámica en la zona.

Se puede concluir que incluso los vientos de mayor incidencia en la región no encuentran en la zona de estudio las condiciones necesarias para generar oleajes con suficiente energía para producir la erosión acelerada en la zona costera y afectar la estabilidad del perfil de playa a conformar. Sin embargo se puede esperar que en condiciones de eventos hidrometeorológicos extremos se generen oleajes de gran energía, capaces de arrastrar los sedimentos hacia la pendiente submarina, hasta profundidades desde las cuales no pueden reintegrarse al funcionamiento del sistema costero.

### Propuesta De Soluciones

El análisis conjunto de las condiciones existentes en la zona estudiada, no aporta elementos que sugieran la posibilidad de que en ella pueda formarse o mantenerse alguna playa por mediación de los procesos naturales, sin embargo resultan favorables para la estabilidad de un perfil creado artificialmente. La carencia de fuentes de aporte de arena con la capacidad requerida permite considerar que cualquier acción de ordenamiento costero dirigida a la rehabilitación del área de baño como playa, deberá comprender como medida principal la alimentación artificial de arena, dependiendo del mantenimiento periódico la posterior conservación de las condiciones del lugar para el uso turístico.

Considerando que las características de la zona costera resultan inapropiadas para la conformación de la playa, se identifica la necesidad de ejecutar una serie de acciones orientadas al acondicionamiento de la misma previo al vertido de la arena, proponiéndose como primer objetivo la demolición de las taquillas y la retirada de los escombros que ello genere, con lo que se amplía el espacio disponible y se elimina la acumulación de desechos existente en esa área.

El volumen de la demolición se estima en 200 m<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta que los valores de pendientes están por encima de los rangos propuestos como adecuados para la creación de una playa, se hace necesario perfilar el terreno hasta alcanzar los niveles adecuados para la conformación de un perfil que facilite el intercambio de sedimentos entre la parte emergida y sumergida de la playa, lo que favorecería su estabilidad.

Las condiciones ambientales del fondo marino hacen imprescindible la limpieza del mismo, comprendiendo la retirada de los escombros, la vegetación, los restos del espigón y desechos que en él existen. Para ello se propone dragar una capa superficial de la pendiente submarina, estimándose en 200 m<sup>3</sup> el volumen de material a extraer. Deben retirarse también las estacas de madera hincadas en el fondo, por constituir un impedimento para el trabajo en el área, además de que en el futuro dificultarían el uso recreativo de la playa y producirían afectaciones estéticas.

Considerando la tendencia de arrastre de sedimentos identificada, así como los efectos asociados a los eventos hidrometeorológicos extremos, se prevé la necesidad de ubicar apoyos alrededor del área playa a conformar, con el objetivo de asegurar una mayor retención de arena en la misma. Con este fin se propone crear hileras de tablaestacas o estructuras sencillas de hormigón, formando una barrera en la base del paseo marítimo que limita el área.

Luego de creadas estas condiciones deberá procederse a la conformación de la playa mediante la ejecución de un vertimiento de arena cuyo volumen estimado es de 600 m<sup>3</sup>. Con ello se prevé la conformación de un área de sol de 420 m<sup>2</sup> aproximadamente y el mejoramiento de la pendiente submarina, con lo que se creará un ambiente favorable para la explotación turística del lugar, pudiendo acoger a más de 40 turistas al mismo tiempo con un máximo de confort.

Considerando que la explotación del litoral como área de baño estará sujeta al cumplimiento de las normas vigentes en cuanto a la calidad del agua, se impone desarrollar una evaluación de los parámetros relacionados con este aspecto antes de acometer la creación de la playa, así como establecer un plan de monitoreo que permita darles seguimiento con posterioridad.

### **Conclusiones**

1. Las condiciones de la zona costera evaluada resultan inapropiadas para la formación o mantenimiento de una playa por mediación de los procesos naturales, sin embargo son favorables para la estabilidad de un perfil creado artificialmente.
2. Para la creación de la playa se requiere aplicar el vertido de arena, dependiendo del mantenimiento periódico la posterior conservación de las condiciones del lugar para el uso turístico.
3. Previo a la conformación del perfil de playa, se requiere la ejecución de una serie de acciones dirigidas al acondicionamiento de la zona costera para la asimilación del relleno.

### **Recomendaciones**

1. Pasar a una fase posterior de trabajo, orientada al diseño de los parámetros técnicos requeridos para la aplicación de las soluciones propuestas.
2. Aplicar medidas que impidan el ingreso del escurrimiento superficial al área de baño, tales como el tratamiento de las pendientes y la cobertura con vegetación de las áreas no pavimentadas.
3. Realizar un seguimiento de los parámetros de la calidad del agua para el baño según las normas cubanas vigentes a través de planes de monitoreo.

### **Referencias**

- Besrnikov, P. L. y A. P. Lissitsin. (1960). Clasificación de los sedimentos recientes marinos. Editorial Nauka. URSS.
- Juanes, J. L. (1996). La Erosión en las playas de Cuba. Alternativas para su control. Tesis de Doctorado. Instituto de Oceanología. (CITMA).
- Petelín, V. M. (1967). “Análisis granulométrico de los sedimentos marinos”. Edit. Nauka. Academia de Ciencias de la URSS. Moscú.
- Trista, E., H. Salazar. (1990). Proyecto para la creación de la playa artificial de Punta Alegre, Ciego de Avila, Cuba. (Informe inédito), Instituto de Oceanología. CITMA.
- Zenkovich, V. P. (1967) Processes of Coastal Development, Editorial Oliver and Boyd, Publ. Edimburgo. Inglaterra.