

Propuesta de solución para la recuperación de la playa El Salado. Cuba

MIGUEL ZINMERMAN GARCIA (*)

CARLOS GARCIA HERNANDEZ (**)

ROBERTO GUERRA (*)

RAUL MARTELL DUBOIS (**)

AURELIO MARTINEZ (**)

JOSE LUIS JUANES MARTI (**)

RESUMEN. Se estudian los procesos dinámicos de la playa El Salado con el objetivo de identificar las causas de la pérdida de arena que la afecta.

Mediante el uso de los indicadores geomorfológicos y sedimentológicos se propone un esquema de transporte de sedimentos en la zona, demostrándose que la arena perdida en la playa se acumula en el lecho del río, provocando el cierre de la desembocadura y la formación de aguas semiestancadas. En condiciones naturales las crecidas del río arrastraban nuevamente la arena a la playa, estableciéndose un ciclo anual condicionado a las épocas de lluvia y seca. El funcionamiento de este sistema natural se vio afectado por el represamiento de las aguas del río, generándose la situación actual. En el presente trabajo se analizan las ventajas y desventajas de dos propuestas de solución.

PROPOSED SOLUTION FOR THE REGENERATION OF EL SALADO BEACH (CUBA)

ABSTRACT. A study is made of the dynamic processes of the El Salado Beach (Cuba), with a view to identifying the causes of sand loss.

An outline of sediment transport in the zone is proposed using geomorphological and sedimentological indicators; it shows that the sand which is lost accumulates on the river bed causing the estuary to silt up and the formation of semi-stagnant water. Under natural conditions flooding in the river carried the sand back to the beach, causing a natural annual cycle conditioned by the rainy and dry seasons. This natural process has been interrupted by the construction of weirs bringing about the present situation. This work provides an analysis of the advantages and drawbacks of two proposed solutions.

INTRODUCCION

El litoral N de La Habana en el tramo comprendido entre el poblado de Santa Fé y la Bahía de Mariel está ocupado por una terraza abrasiva baja interrumpida solamente por algunas caletas naturales. La playa El Salado se localiza en uno de estos entrantes de aproximadamente 500 m de longitud, en el interior del cual desemboca el río de igual nombre (figura 1).

La presencia de una barrera coralina sumergida frente a la playa, cortada en la parte central por un canal y unida a tierra en los extremos de la ensenada, ofrece a la costa determinada protección frente al oleaje.

La parte E de la playa, donde se encuentran las instalaciones de la villa turística, presenta una pendiente emergida fuerte cubierta por restos de corales y fragmentos de moluscos poco erosionados. La existencia de escarpes de erosión que alcanzan las construcciones y los afloramientos rocosos ponen en evidencia la pérdida de arena en el sector (foto 1). Sin embargo, la desembocadura del río, al S del área mencio-

nada, se encuentra casi cegada por una gran cantidad de material sedimentario (foto 2).

Inmediatamente al W de la desembocadura del río se localiza un espigón de atraque permeable donde se encuentra la mejor área de baño de toda la playa.

En la parte central de la ensenada, al igual que en la parte E, se manifiestan los procesos de abrasión a través de los escarpes erosivos que alcanzan hasta 1,5 m de altura como se muestra en la foto 3.

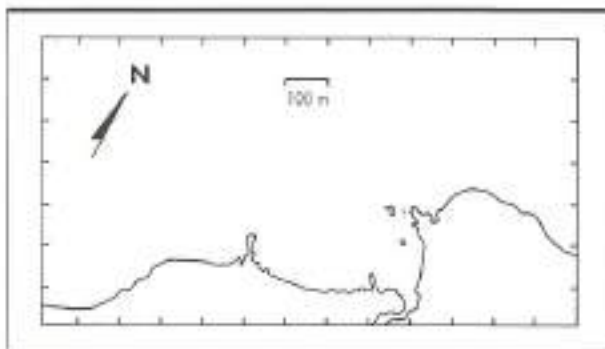


FIGURA 1. Playa el Salado.

(*) Ingeniero. Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba. Departamento de Geología Marina.

(**) Licenciado. Instituto de Oceanología de la Academia de Ciencias de Cuba. Departamento de Geología Marina.



FOTO 1. Evidencias de erosión en el sector E de la playa.



FOTO 2. Desembocadura del río. Acumulación de arena.



FOTO 3. Parte central de la playa con escarpes de erosión.



FOTO 4. Extremo W de la playa desprovisto de sedimentos.

Hacia el extremo W del sector, la costa se presenta como una terraza de diente de perro baja desprovista completamente de sedimentos (foto 4).

Otro aspecto a destacar es la ocurrencia de vertidos de al río contaminantes de origen doméstico y agropecuario que, conducidos hasta la playa provocan el deterioro de la calidad de sus aguas.

Teniendo en cuenta el estado crítico en que se encuentra la playa, debido fundamentalmente a los manifestos problemas de erosión y el creciente interés de ampliar las capacidades de la villa existente en el lugar, resulta evidente la necesidad de desarrollar un programa de remodelación y mejoramiento de la playa para elevar sus posibilidades recreacionales.

Aunque con anterioridad se habían desarrollado visitas al lugar por parte de especialistas del IDO de la ACC, en las que se ofrecieron determinadas recomendaciones técnicas, no es hasta marzo de 1992 que comienzan los trabajos de investigación con el objetivo de obtener la información necesaria para la evaluación de las condiciones naturales, identificar las causas que provocan los procesos de erosión y proponer soluciones al problema.

Para establecer la base cartográfica de todos los trabajos se conformó una red topográfica compuesta por 8 puntos referidos a la red geodésica nacional, y para el estudio de la morfología de la pendiente submarina se realizó un levantamiento batimétrico 1:1.000 de la parte interior del arrecife y otro escala 1:5.000 hasta la isobata de 30 m.

Teniendo en cuenta que el oleaje y las corrientes que éste genera son los principales agentes que provocan el movimiento de los sedimentos dentro de la ensenada, se elaboraron los planos de refracción en el área siguiendo el método de las ortogonales propuesto por el CERC (Shore Protection Manual, 1984) y utilizando el programa REFRAC para PC del Dpto. de Geología Marina del IDO.

Como se muestra en la figura 2 de los planos de refracción se pudo comprobar que para cualquier combinación de tipo de oleaje y rumbo se produce una fuerte concentración de ortogonales en los extremos de la barrera arrecifal que brinda una protección a la zona interior, lo que indica asimismo una concentración de energía en estos puntos, mientras que el tramo comprendido entre el río y el espigón constituye el de mayor estabilidad debido a la poca energía con que

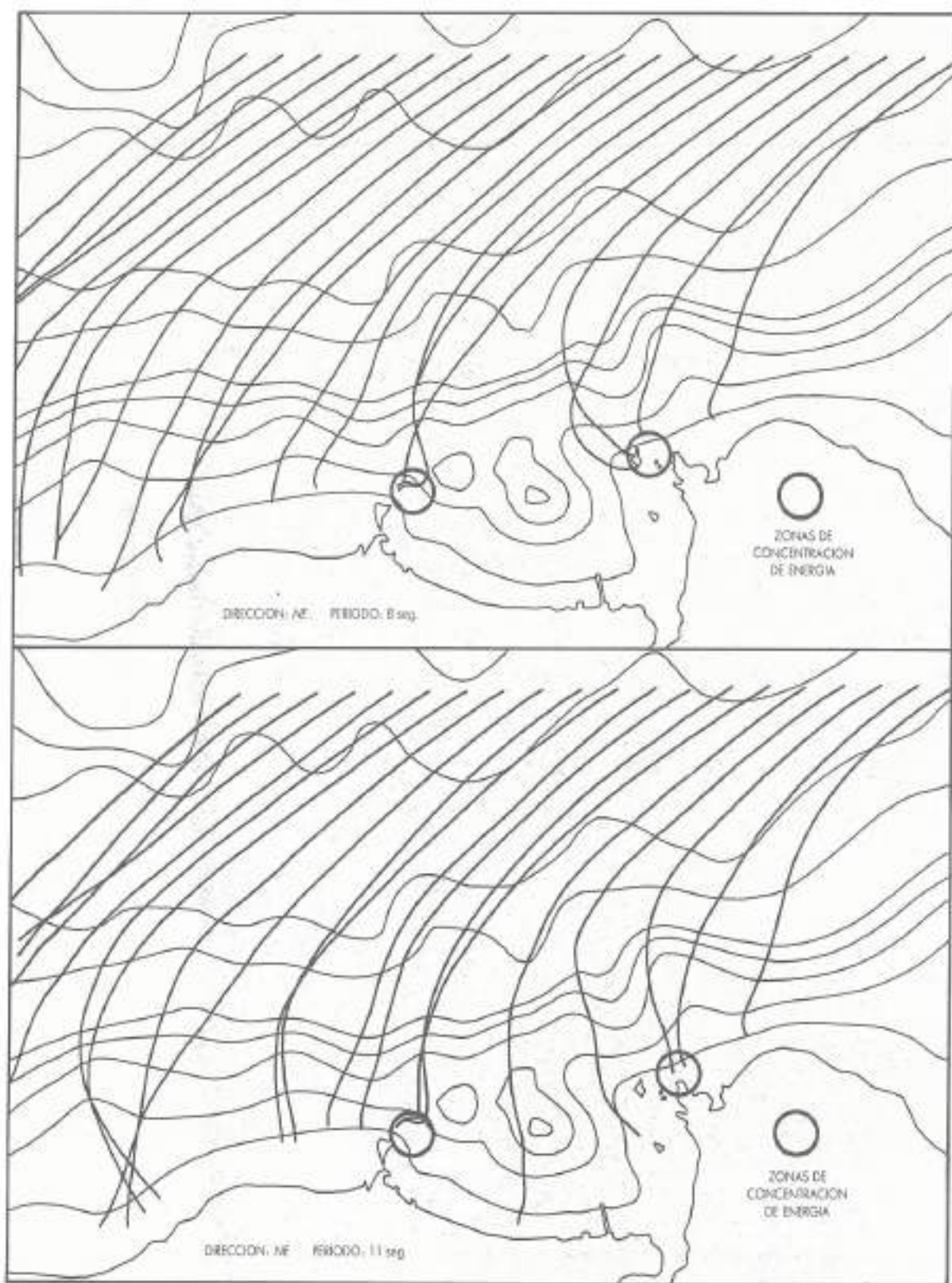


FIGURA 2A. Planos de refracción del oleaje para la playa El Salado.

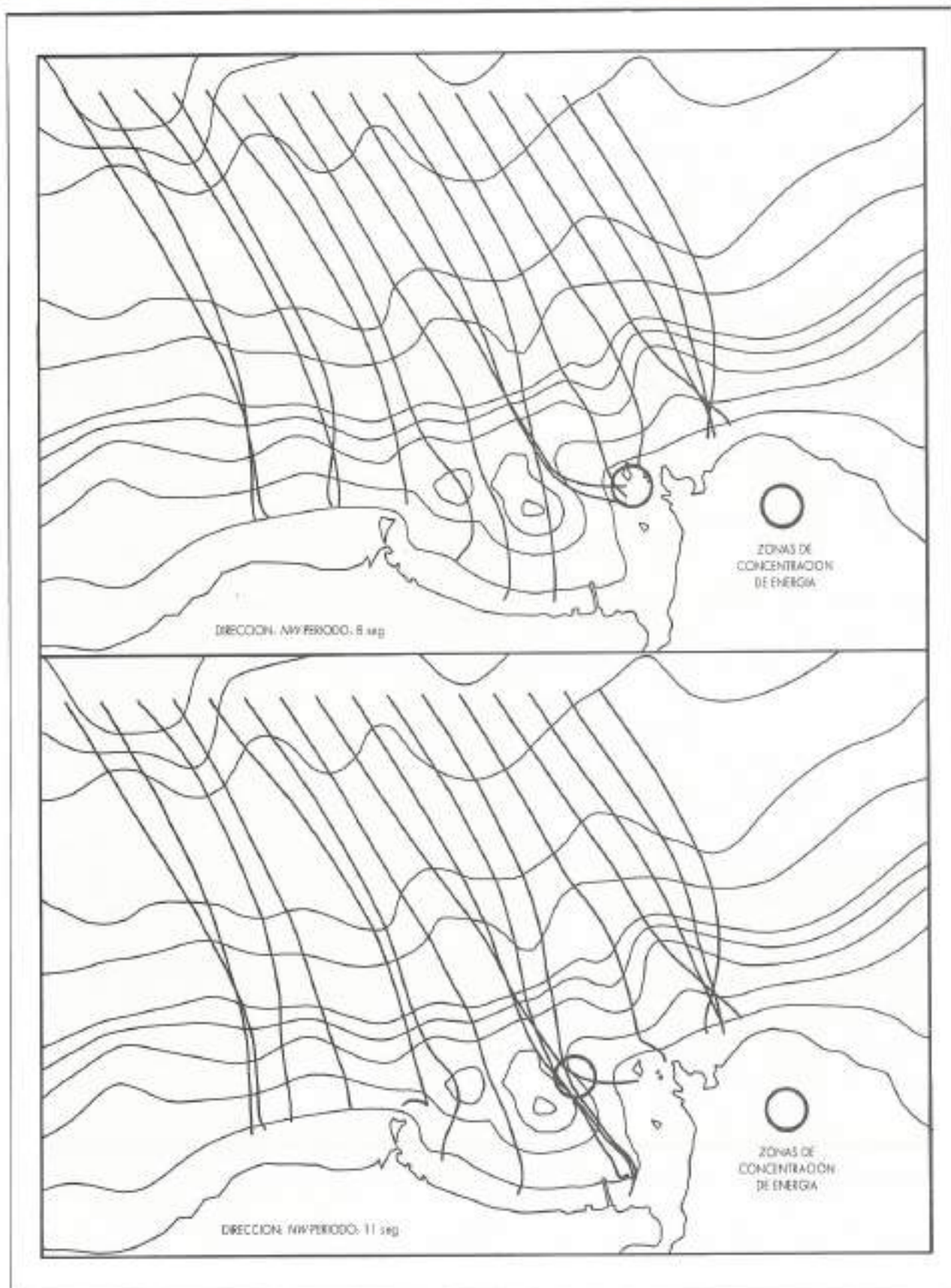


FIGURA 28. Planos de refracción del oleaje para la playa El Salado.

llega la ola. Esta transformación del oleaje origina una circulación que provoca que gran cantidad de la arena de origen marino que forma la playa quede atrapada en la desembocadura del río por su ubicación dentro de la ensenada y por presentar una morfología apropiada para la estabilidad del material. Es bueno destacar que en estos momentos el río se encuentra represado, con lo que se reduce considerablemente su caudal y consecuentemente sus posibilidades de acarrear sedimentos, por lo que la corriente es incapaz de reintegrar a la playa la arena acumulada en la desembocadura.

Para comprobar el origen del material depositado en la boca, se realizó un muestreo de sedimentos en el área, tanto superficiales como en profundidad. La distribución de los puntos de muestreo está representada en la figura 3.

Como se muestra en la misma figura el origen del sedimento depositado en el río es fundamentalmente marino, proveniente de los organismos bentónicos que pueblan la barrera coralina, con lo que queda demostrado que el río, lejos de aportar materiales a la playa, constituye una trampa para el sedimento que mueve en la zona.

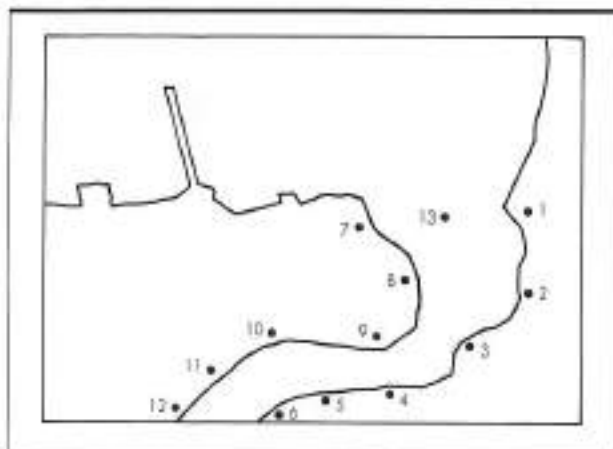


FIGURA 3A. Esquema de ubicación de las perforaciones y muestreos en la desembocadura del río Salado.

A partir de un análisis combinado de los planos de refracción y las curvas probabilísticas de oleaje para la región realizadas por el Instituto de Meteorología de Academia de Ciencias y el derrotero de oleaje emitido por el Centro Meteorológico de Londres, se pudo llegar a la conclusión de que tanto el oleaje proveniente del NW asociado a los frentes fríos, como los oleajes con períodos de 11 seg asociados a marejadas de cualquier dirección pueden provocar la generación de un gradiente de sobre elevación en el interior de la ensenada. La existencia del canal submarino en la barrera hace suponer que estos gradientes de sobre elevación queden compensados por una corriente de retorno a través del canal.

El canal aparece bien definido entre las profundidades de 3 y 7 m y según observaciones de buceo realizadas en el área, a partir de su extremo hacia el mar y hasta la profundi-

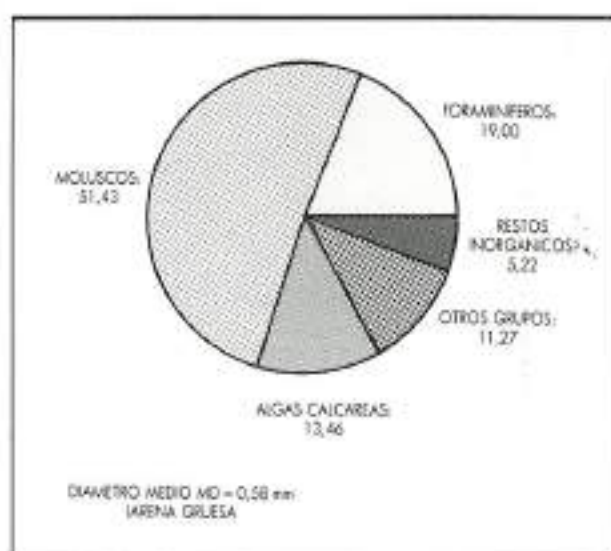


FIGURA 3B. Composición y diámetro medio de la muestra tipo de la arena de la desembocadura del río.

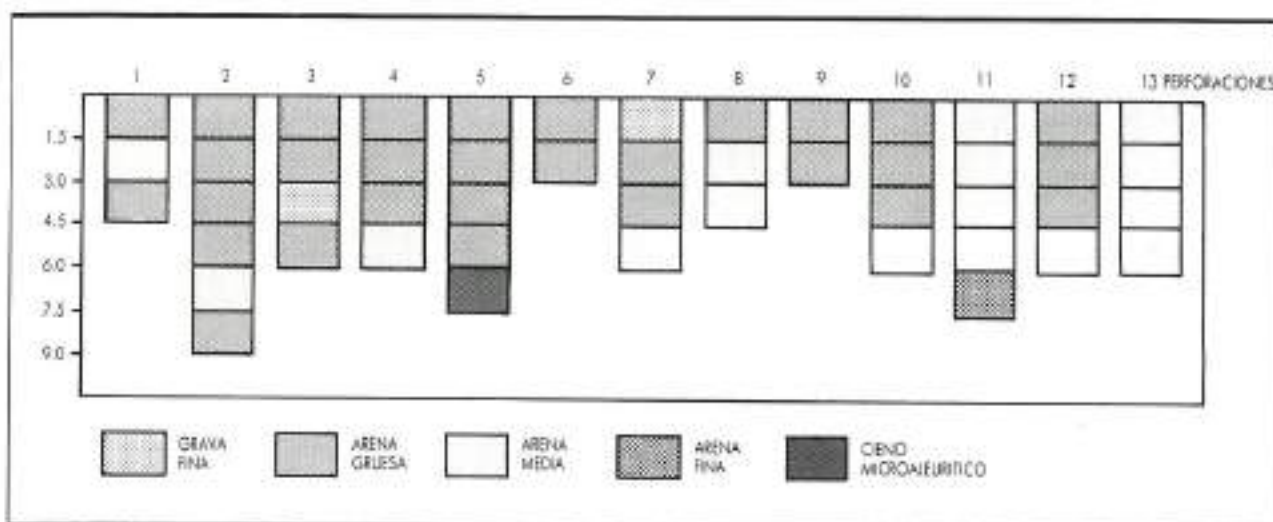


FIGURA 3C. Distribución vertical del sedimento en los colas en la desembocadura del río Salado.

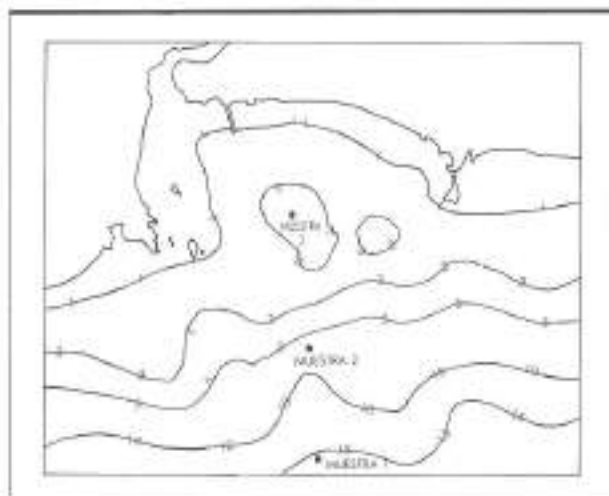


FIGURA 4. Puntos de muestro en el canal frente a la playa El Salado.

dad de 20 m se extiende una lengua de arena producida probablemente por el transporte de sedimentos.

Como se muestra en la figura 4 y tabla 1, el análisis granulométrico de las muestras colectadas en el canal arrojó una ligera gradación del diámetro medio que disminuye en la medida que aumenta la distancia a la costa desde 0,88 mm hasta 0,51 mm, lo que también puede ser aceptado como un indicador del transporte de sedimentos por esa vía ya que las corrientes son capaces de transportar más lejos las fracciones más ligeras.

A partir de toda la información recopilada sobre el estado actual de la playa El Salado se puede llegar a cuatro conclusiones básicas:

1. Las fuentes de aporte de arena a la playa son insuficientes para propiciar la recuperación natural de la misma.
2. Como consecuencia del represamiento del río, el material de origen marino entrampado en la desembocadura no se reintegra de forma natural a la playa.
3. Bajo determinadas condiciones hidrodinámicas, el canal en la barrera coralina puede constituir una vía de salida de arena de la playa.
4. La presencia de construcciones rígidas próximas a la costa provoca que se aceleren los procesos de erosión además de deteriorar las condiciones estéticas del lugar.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES

Al quedar identificadas las causas que han provocado la erosión de la playa El Salado y que la han llevado a su estado

MUESTRA	Md	So	TIPO DE SEDIMENTO	CLASIFICACION
1	0,51	1,44	ARENA GRUESA	BUENA
2	0,62	1,46	ARENA GRUESA	BUENA
3	0,88	1,55	ARENA GRUESA	BUENA

TABLA 1. Resultados granulométricos de las muestras colectadas en el canal.

Md = diámetro medio en milímetros.

So = desviación estándar de la muestra en milímetros.

actual, resulta evidente que la solución del problema debe abordarse en dos direcciones fundamentales:

1. Eliminar aquellos factores que provocan la pérdida de la arena o minimizar sus efectos.
2. Restituir a la playa sus condiciones naturales.

Teniendo en cuenta que una parte importante del material erosionado de la playa ha quedado entrampado en la boca del río Salado, queda clara la necesidad de desviar su cauce para cambiar la posición de la desembocadura. Para ello se proponen dos variantes:

1. Reencauzamiento del río fuera de la ensenada de El Salado. Esta solución contempla el reencauzamiento del río hacia el W para desembocar fuera de los límites de la playa, como se muestra en la figura 5. Para ello se debe abrir un canal de aproximadamente 500 m de longitud y con parte del material extraído rellenar el cauce actual. También es necesaria la construcción de un puente para el acceso a la playa. Esta variante posee las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- La playa funciona como un sistema único.
- Ofrece facilidades para recuperar una longitud de playa de 500 metros aproximadamente, con lo que aumentan las posibilidades de uso recreativo.
- Se resuelve el problema del vertido de las aguas contaminadas del río Salado fuera de la playa.
- En caso de ser necesarios espigones de encauzamiento en la desembocadura del río, éstos serían de pequeñas dimensiones.
- La solución armoniza con el entorno natural, mejorando las condiciones estéticas y recreacionales de la playa.

Desventajas:

- Reencauzamiento del río a lo largo de una gran extensión.
- Necesidad de construir un puente para el acceso a la villa.

2. Reencauzamiento del río dentro de la ensenada de El Salado. Esta solución consiste en la corrección del cauce para llevarlo a desembocar dentro de la ensenada, como se muestra en la figura 6. El lugar de la desembocadura será en la parte central de la playa, para lo que es necesaria la voladura y excavación de un canal de 70 m de largo y aproximadamente 20 m de ancho. Asimismo es necesaria la construcción de dos espigones de encauzamiento de aproximadamen-

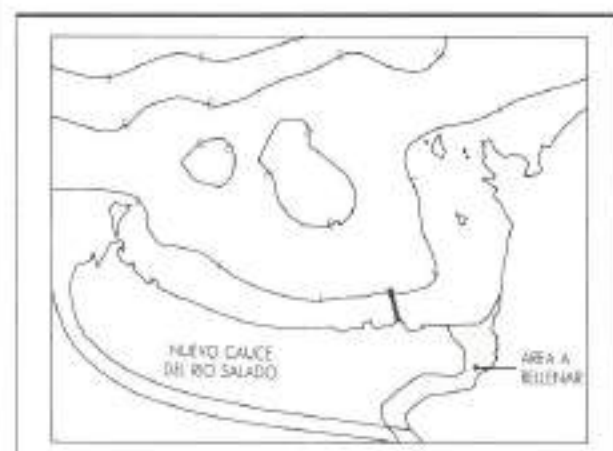


FIGURA 5. Primera variante de reencauzamiento del río Salado.

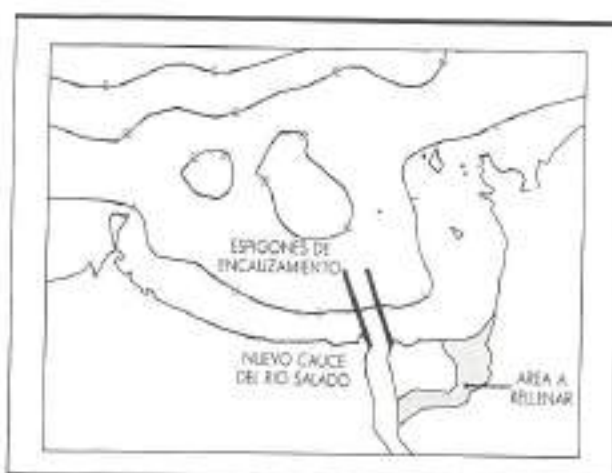


FIGURA 6. Segunda variante de reencauzamiento del río Salado.

te 100 m de longitud y 3 m de ancho en su parte superior con taludes apropiados.

Esta solución, al igual que la anterior, posee una serie de ventajas y desventajas:

ventajas:

- El reencauzamiento del río es de poca longitud (70 m).
- Se favorece el desarrollo de actividades náuticas en el interior del río.
- Creación de una zona de abrigo para la playa ubicada en el sector E' frente a la villa.

Desventajas:

- Divide la playa como unidad físico-geográfica natural en dos subsistemas E' y W sin intercambio de material.
- Los espigones de encauzamiento del río tienen una considerable longitud.
- La desembocadura del río y los espigones de encauzamiento ocupan la mejor zona de baño y estabilidad de la playa.
- No se resuelve el problema de la contaminación de la playa con las aguas del río Salado.
- Los espigones empobrecen el estado estético natural del lugar.

Para tomar una decisión definitiva acerca del reencauzamiento del río hay que tener en cuenta el impacto sobre el entorno y las necesidades y posibilidades del inversionista; sin embargo, es bueno destacar que a los efectos del funcionamiento de la playa como unidad físico-geográfica, la primera propuesta resulta mucho más apropiada y ofrece amplias ventajas recreacionales y estéticas además de que elimina los riesgos de contaminación que acarrea el vertido de las aguas del río Salado en el interior de la playa, que es un aspecto de especial significación teniendo en cuenta que en la región se propone un desarrollo intensivo de la actividad turística.

Cualquiera que sea la proposición adoptada, además del reencauzamiento del río, para la conformación de la playa son necesarios trabajos de alimentación artificial de arena. Un elemento fundamental en la ejecución de un proyecto de vertimientos es la determinación del volumen a verter que depende tanto de la longitud de la playa a regenerar como del ancho del área de sol que se pretende lograr y el relieve

original de la zona. En este caso, los dos primeros elementos aún no han sido definidos y están en dependencia de la selección de una variante para el reencauzamiento del río; no obstante, en la figura 7 se muestran los perfiles de playa actuales, que son la base de partida para la determinación de la cantidad de material de relleno a emplear.

Otro de los elementos a considerar en el diseño de los trabajos de alimentación artificial es la determinación del tipo de arena a utilizar y la localización de las posibles fuentes de préstamo. Considerando que el material que en estos momentos está depositado en el cauce del río ha sido erosionado de la playa, hacia donde no puede reintegrarse de forma natural, resulta evidente que ésta constituye una reserva de arena idónea para los trabajos de recuperación de la playa, tanto por el tipo de material como por la cercanía a la zona de vertimiento.

Con el objetivo de evaluar las reservas disponibles en este sitio, se realizaron 13 perforaciones con rotaria en un área de 3.000 m² hasta la profundidad de 9 m. La ubicación de las perforaciones, la distribución vertical del sedimento y su análisis granulométrico se muestran en la figura 3.

Como resultado se obtuvo que en las márgenes del río se localiza una reserva de arena con la calidad requerida de 15.000 m³ y una potencia de 5 m. Este material puede ser bombeado directamente hacia la playa con un gasto mínimo de recursos; sin embargo, para un proyecto de mejoramiento de toda la playa esta cantidad es insuficiente y resulta necesario buscar nuevas reservas.

Para conocer la disponibilidad de otras cuencas fue consultado el estudio geofísico sobre la prospección de arena en la zona de Santa Fé a la bahía de Santa Lucía de la brigada de Geomar, MINBAS (1989), además de que se realizaron comprobaciones de buceo. Estos trabajos dieron como resultado la no existencia de grandes cuerpos de arena cerca de la playa y sólo a partir de boca de Mariel es que se localizan las mayores cuencas con características del material similares al que se encuentra en la región del Salado.

Actualmente estas cuencas se encuentran en explotación para la construcción y los volúmenes extraídos son depositados en el Mariel a unos 16 km de la playa El Salado, por lo que transportarlo desde este punto con camiones parece económicamente factible.

Teniendo en cuenta el efecto perjudicial que tienen las construcciones muy próximas a la línea de costa sobre el per-

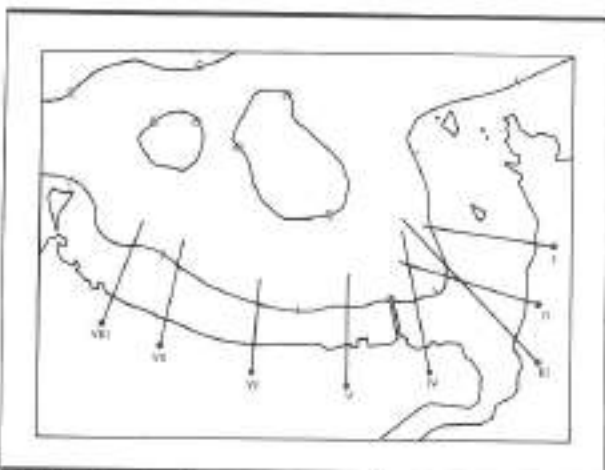


FIGURA 7. Mapa de ubicación de perfiles.

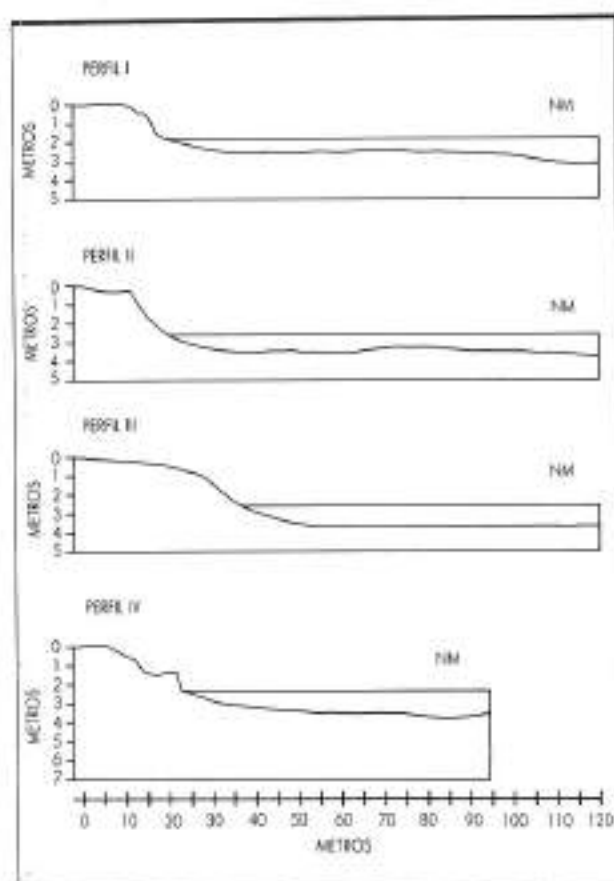


FIGURA 7B. Perfiles de playa I, II, III y IV.

fil de playa, además del reencauzamiento del río y la alimentación artificial, se impone como tercera tarea la demolición de todas las instalaciones y estructuras tales como los cimientos de las sombrillas, los muros de piedra etc. También debe ser remodelada la duna y sustituidas las casuarinas por una vegetación de playa apropiada.

Es conveniente aclarar que el presente informe constituye una propuesta, por lo que cuando se seleccione una variante

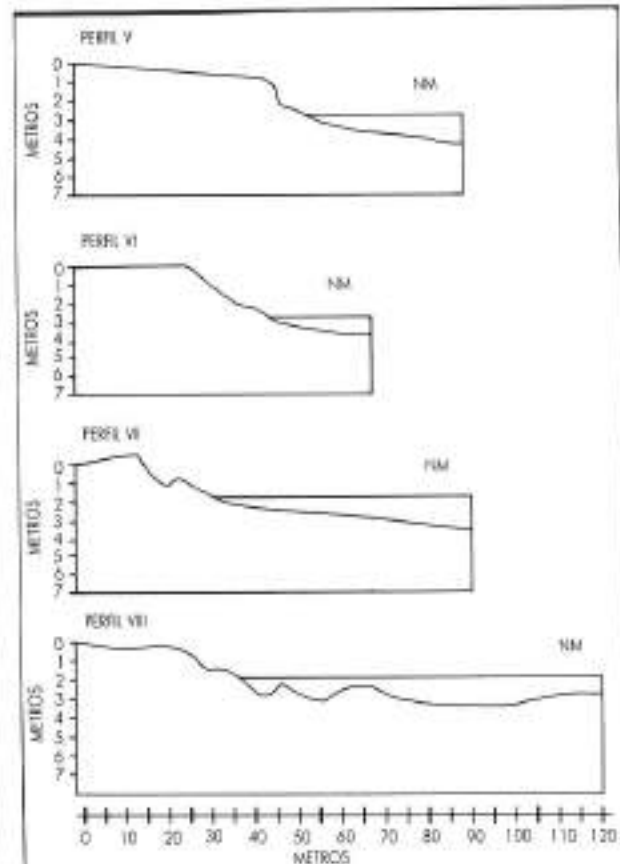


FIGURA 7C. Perfiles de playa V, VI, VII y VIII.

de mejoramiento ésta debe estar acompañada de un proyecto definitivo con todas las especificaciones técnicas correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

Shore Protection Manual, 1984. Department of the Army Corps of Engineers, US.