

Universidad Autónoma de Baja California



Facultad de Ciencias Marinas



**“CARACTERIZACIÓN MORFODINÁMICA Y VARIACIONES
LATERALES EN PLAYA DE LA VICTORIA, CÁDIZ, ESPAÑA.”**



TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
OCEANÓLOGO PRESENTA:
MIGUEL ÁNGEL SANTA ROSA DEL RÍO**

Ensenada, B.C., Septiembre del 2005.

RESUMEN

Las playas son extensiones de arena o grava de poca pendiente que se encuentran ubicadas a un costado del mar, las cuales se ven sometidas a la acción del viento, mareas y oleaje, entre los factores más importantes (Anfuso, 2001).

Dichos agentes energéticos son los que controlan la morfología de las playas, ocasionando que éstas se mantengan en constante cambio (Carter, 1988). Por tal motivo, el poder predecir los posibles cambios que a futuro presenten las playas, es de gran importancia por la repercusión que puedan tener sobre las infraestructuras construidas adyacentes a la línea de costa.

Existen muchas playas con una morfología especial, como lo son las que están sobre lajas rocosas, lo cual ocasiona una limitación en la altura de las olas así como de su energía, produciendo una disminución en el volumen del sedimento que es depositado.

El objetivo de este trabajo es el de evaluar la evolución en playa de la Victoria durante el periodo de febrero a junio después de los temporales de invierno del 2003, comparar el comportamiento de dos secciones con diferentes condiciones litológicas e inclinación en su base, mostrar la importancia de la regeneración en dicha playa, así como determinar los parámetros texturales que componen el sedimento de la playa.

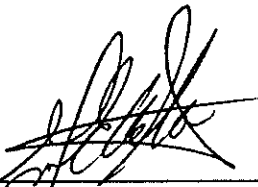
Para la realización del trabajo se hicieron perfiles topográficos con ayuda de una estación total marca Leica modelo TC407, los perfiles fueron medidos durante la bajamar viva con una periodicidad de 15 días. Se obtuvo un total de 24 muestras de sedimento que fueron tratadas según Folk (1974). A partir de las muestras de sedimento se obtuvieron los parámetros texturales: media, asimetría, clasificación y kurtosis, con lo cual se determinó que el sedimento en playa de la Victoria se clasifica como moderadamente bien clasificado y con una distribución extremadamente leptocúrtica. Con el análisis textural se determinó que la sección "Hotel Victoria" presenta dos grupos de sedimento, que de acuerdo con las características granulométricas se definen como arenas finas cercanas a la rompiente y guijarros muy finos en la zona de berma. Se determinó la concentración de CaCO_3 la cual presentó valores entre 3 y 9%, lo que indica la inestabilidad de la playa.

Finalmente se determinó el transporte sedimentario mediante la utilización de trazadores fluorescentes según lo descrito por Teleki (1966) y Farinato y Kraus (1981). Con el cual se comprobó la dirección de transporte litoral de NW – SE.

**“CARACTERIZACIÓN MORFODINÁMICA Y VARIACIONES
LATERALES EN PLAYA DE LA VICTORIA, CÁDIZ, ESPAÑA.”**

**TESIS
QUE PRESENTA:
Miguel Ángel Santa Rosa del Río.**

Aprobada por:



**Presidente del Jurado
M.C. Guillermo Eliézer Ávila Serrano.**



**Sinodal Propietario
Dr. Oscar Efraín González Yajimovich.**



**Sinodal Propietario
M.C. Rigoberto Guardado France.**

Dedicatoria

A mi Madre:

*Por haberme dado la vida, y estar
conmigo en las buenas y en las
malas.*

*Por levantarme cada vez que
tropezaba.*

*Por su infinito apoyo durante toda
mi vida.*

*Y sobre todo por que sin ti este
trabajo no tiene ningún caso.*

Mil gracias mamá te quiero mucho.

Agradecimientos

Al M.C. Guillermo Eliezer Avila Serrano por sus valiosos consejos y sugerencias para la realización de este trabajo.

Al Dr. Oscar González Yajimovich por sus acertados comentarios sobre el trabajo y por haberme brindado su tiempo cuando lo necesitaba.

Al M.C. Rigoberto Guardado France por sus oportunas sugerencias en el mejoramiento de la tesis.

Al Dr. Giorgio Anfuso Melfi por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo, por su amistad y por que a pesar de la gran distancia siempre me otorgo el tiempo para revisar mis avances. (molto grazie amico).

Al Dr. Javier Benavente González por su tiempo, sugerencias, paciencia y sobre todo por que sin importar la distancia siempre estuvo pendiente de cada avance de la tesis, gracias "Javito" por la gran amistad que me brindaste durante mi estancia en Cádiz.

A la Lic. en Ciencias del Mar Laura del Río por su amistad y por que cada que tenia dudas sobre los cálculos siempre se dio un tiempo para ayudarme.

A todos los que trabajan en el Dpto. de Cristalografía y Mineralogía, Estratigrafía, Geodinámica, Petrología y Geodinámica de la Universidad de Cádiz, por abrirme las puertas del despacho y aclararme las dudas que en ese momento llegue a tener.

A la Universidad Autónoma de Baja California por la beca proporcionada para mi estancia en Cádiz.

A la Facultad de Ciencias Marinas por ser mi *alma mater* y darme los conocimientos necesarios para ser un buen profesionista.

A la Universidad de Cádiz por haberme permitido utilizar sus instalaciones y materiales durante los análisis de este trabajo.

A Lic. Eugenio Elorduy Walter gobernador constitucional del estado de Baja California, por el apoyo otorgado para el viaje a Cádiz, por medio de la Secretaria de desarrollo social del estado.

A Alessandro Ghetti por su valiosa ayuda durante las campañas realizadas para este trabajo, por los días de juerga en Cádiz, y sobretodo por su gran amistad que espero que dure mucho tiempo (*molto grazie amico, e viva la festa, ciao donaiolo*).

A Roberto, Matteo, Ulrica, Laurita, Eva, Natalia, Anne – Lise, Lise, y a todos aquellos que me abrieron las puertas de su casa y su amistad, nunca olvidare el tiempo que compartimos juntos, espero verlos de nuevo algún día.

A la Sra. Bertha Coronado de Álvarez, por su ayuda en la recaudación de fondos para mi viaje a Cádiz, por brindarme su amistad y por estar siempre al pendiente de mí gracias mamá gallina.

A Iliana, Caro, Rodolfo, Gaby, Héctor, por haber compartido conmigo un pedacito de su vida, por enseñarme cosas y experiencias nuevas para mí, muchísimas gracias por su amistad.

A mis compañeros de generación por compartir esta etapa tan importante de mi vida.

A mis compañeros de piso Edgar y Roger, por haberme aguantado 5 años y compartir momentos inolvidables.

Al Dr. Juan Gabriel Correa Reyes por abrirme las puertas de su cubículo, por se gran amistad y sobre todo por dejarme ser su alumno de ornato, gracias Gabo.

Al Dr. Víctor Zavala Hamz por su amistad y apoyo en los momentos difíciles durante la carrera, gracias Vic.

A mis amigos de la Asociación de Salvavidas y Rescate del Estado de Baja California A.C., por compartir momentos increíbles, por enseñarme otra forma de ver la playa e inculcarme valores que creía perdidos, gracias "POR LA VIDA".

Y para todos aquellos, que no por ser menos importantes sino por mi mala memoria no aparecen en estas líneas Muchas Gracias!!!!!!.

Contenido

	Página
1.- INTRODUCCÓN	1
1.1.- Antecedentes Regionales.	5
2.- HIPÓTESIS.	7
3.- OBJETIVOS.	7
3.1.- Objetivos Generales.	7
3.1.1.- Objetivos Particulares.	7
4.- ÁREA DE ESTUDIO.	8
4.1.- Clima Marítimo	11
4.1.1.- Viento.	12
4.1.2.- Corrientes Oceánicas Litorales.	13
5.- METODOLOGÍA.	15
5.1.- Oleaje.	15
5.1.1.- Mareas.	17
5.2.- Campo.	17
5.3.- Laboratorio.	19
5.3.1.- Análisis Textural.	19
5.3.2.- Contenido de Carbonatos.	20
5.3.3.- Trazadores Fluorescentes.	21
5.4.- Gabinete.	22
6.- RESULTADOS.	24
6.1.- Perfiles Topográficos.	24
6.1.1.- Sección "Final Victoria".	24
6.1.2.- Sección "Hotel Victoria".	31
6.2.- Volumen de Sedimento.	35
6.2.1.- Sección "Hotel Victoria".	35
6.2.2.- Sección "Final Victoria".	35
6.3.- Granulometría.	36
6.4.- Análisis de Agrupamiento	37
6.5.- Distribución Espacial de Tamaño de Grano.	39
6.6.- Trazadores Fluorescentes.	40
6.7.- Contenido de Carbonatos.	41

7.- DISCUSIONES.	43
8.- CONCLUSIONES.	47
8.1.- Sección "Final Victoria".	47
8.2.- Sección Hotel Victoria".	47
8.3.- Conclusiones Generales.	48
9.- LITERATURA CITADA.	49

Lista de Figuras

	Página
Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.	9
Figura 2. Sección "Final Victoria".	10
Figura 3. Sección "Hotel Victoria".	10
Figura 4. Laja Rocosa ubicada en la sección "Final Victoria".	11
Figura 5. Descripción de la Boya Triaxys.	16
Figura 6. Siembra de los Trazadores Fluorescentes en la sección "Hotel Victoria".	19
Figura 7. Lámpara de luz UV para la cuantificación de Trazadores.	21
Figura 8. Rompiente colapsada presente en la sección "Final Victoria".	25
Figura 9. Perfil tridimensional sección "Final Victoria" para el 9 de marzo 2003.	25
Figura 10. Perfil tridimensional sección "Final Victoria" para el 3 de abril del 2003.	26
Figura 11. Perfil Tridimensional sección "Final Victoria" para el 20 de abril del 2003.	27
Figura 12. Perfil Tridimensional sección "Final Victoria" para el 4 de mayo del 2003.	28
Figura 13. Perfil Tridimensional sección "Final Victoria" para el 18 de mayo del 2003.	29
Figura 14. Perfil Tridimensional sección "Final Victoria" para el 3 de junio del 2003.	30
Figura 15. Perfil Tridimensional sección "Final Victoria" para el 15 de octubre del 2003.	30
Figura 16. Perfil Tridimensional sección "Hotel Victoria" para el 9 de marzo del 2003.	31
Figura 17. Perfil Tridimensional sección "Hotel Victoria" para el 4 de mayo del 2003.	32
Figura 18. Perfil Tridimensional sección "Hotel Victoria" para el 3 de junio del 2003.	33
Figura 19. Perfil Tridimensional sección "Hotel Victoria" para el 15 de octubre del 2003.	33
Figura 20. Rompiente en derrame presente en la sección "Hotel Victoria".	34
Figura 21. Grafica binaria de Media Vs Clasificación para la sección "Hotel Victoria".	38
Figura 22. Grafica binaria de Media Vs Asimetría para la sección "Hotel Victoria".	38
Figura 23. Grafica binaria de Clasificación Vs Asimetría para la sección "Hotel Victoria".	39

Figura 24. Distribución espacial del tamaño de grano para playa de la Victoria.	40
Figura 25. Distribución espacial de Trazadores Fluorescentes para playa de la Victoria.	41
Figura 26. Distribución espacial de la concentración de CaCO_3 para playa de la Victoria.	42

Índice de Tablas

	Página
Tabla I. Volumen Total de Sedimento entre las campañas	35
Tabla II. Parámetros texturales de la Sección "Hotel Victoria".	36

1.- Introducción.

Las playas son extensiones de arena o grava de poca pendiente que se encuentran ubicadas a un costado del mar. Estas extensiones de arena se ven sometidas a la acción del viento, mareas y oleaje, entre los factores más importantes (Anfuso, 2001). Dichos agentes energéticos son los que controlan la morfología de las playas, ocasionando que éstas se mantengan en constante cambio (Carter, 1988).

Para poder entender los cambios morfológicos de las playas, se han hecho diferentes estudios en los cuales se toma como base la idea de considerar los fenómenos perpendiculares y paralelos a la playa de manera independiente, lo cual es aplicable para tramos de costa largos y homogéneos (Muñoz-Pérez, 1996). Por lo anterior, los perfiles de playa son un importante indicador de las variaciones de la línea de costa ya que nos permiten el reconstruir la morfología de la región, así como el de inferir el volumen de sedimento que es erosionado o depositado en un tiempo dado.

La zona costera desde hace muchos años ha atraído la atención del ser humano. muchas de las grandes ciudades de la antigüedad se hallaban ubicadas en puertos naturales, como es el caso de Cádiz. Las causas de dicha ocupación son muy distintas, las cuales han ido creciendo con el transcurrir de los siglos. En un principio se ajustaba más a necesidades eminentemente prácticas (pesca, industria, transporte), a las que más tarde se han unido las de tipo lúdico y estético (Benavente, 2000). Como resultado de esto, se ha tenido

una concentración de la población en las áreas más próximas a la costa (Coastal Engineering Research Center (CERC), 1984; Komar, 1998; Short, 1979).

Como consecuencia de esta concentración en las zonas costeras, ha sido necesario la construcción de estructuras como espigones, escolleras o rompeolas, las cuales han sido solución en el diseño de proyectos costeros porque retienen sedimento en aquellas zonas donde hay problemas de erosión (Nieves, 2005).

Un ejemplo clásico de la infraestructura construida en la línea de costa son las marinas y los puertos, los cuales sirven para la protección de playas así como para satisfacer las necesidades económicas de las ciudades costeras, ya que estas estructuras permiten el tráfico naviero para poder hacer importación y exportación tanto de las ciudades aledañas como de otros países.

Por otro lado existen otro tipo de obras que no necesariamente son estructuras rígidas, sino soluciones suaves. Como la importancia de hacer regeneración o realimentación artificial de playas, que permiten tener mayor extensión, lo cual es un gran atractivo turístico y por consiguiente la entrada de divisas al país (Anfuso, 2001).

Pero también existen muchas playas con una morfología especial, como son las que están sobre lajas rocosas, lo cual ocasiona una limitación en la altura de las olas así como de su energía, produciendo una disminución en el volumen del sedimento que es depositado (Muñoz-Pérez, 1996). En la provincia de Cádiz, España, se encuentra este tipo de playas destacando las de Regla en

Chipiona, Fuentebravía en el Puerto de Sta. Maria, y La Victoria en la Ciudad de Cádiz. Dichas playas presentan en su base una laja rocosa, constituida por areniscas y conglomerados calcáreos del Plioceno cuya cota superior oscila alrededor del nivel medio del mar (Muñoz-Pérez, 1996).

Las costas españolas cuentan con una extensión de 8,000 Km de litoral y en promedio 5 Km de ancho, el clima favorable resulta atractivo durante varios meses del año, tanto en la costa Mediterránea como en la vertiente Atlántica, especialmente en Andalucía. Actualmente estas zonas costeras han pasado a cobijar al 30% de la población, cifra que se dispara hasta el 82% en épocas de verano. Esta situación ha provocado que el 40% de la costa española esté urbanizada o sea urbanizable (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), 1991).

En España el retroceso de la línea de costa se ha combatido en la mayoría de los casos con obras de regeneración, muchas veces acompañadas por la construcción de pequeños espigones, como sucede en la provincia de Cádiz. Entre 1983 y 1993, se han regenerado el 14 % de las playas y casi la tercera parte de éstas labores se han llevado a cabo en las costas de Andalucía (Consejería de Medio Ambiente de la junta de Andalucía, 1995). Cabe mencionar que las inversiones por estos fenómenos han pasado de 5, 780,312 €/año (euros por año) en la década de 1980, a 63,158 €/año en la década de 1990.

Por lo anterior el poder predecir los posibles cambios morfológicos que a futuro presenten las playas es de gran importancia por la repercusión que pueden tener sobre la infraestructura construida adyacente a la línea de costa.

1.1.- Antecedentes Regionales.

En los últimos años se han llevado a cabo varias regeneraciones para ampliar lo ancho de la playa seca (berma y parte superior de la cara de la playa) para diferentes actividades, particularmente las de importancia turística. Ejemplos de ello son la playa de La Victoria (Cádiz), La Barrosa (Conil de La Frontera), Camposoto (San Fernando), Regla (Chipiona), entre las más importantes. Estas obras de regeneración han sido efectuadas tras estudios puntuales de corta duración efectuados por empresas privadas bajo la supervisión de la Demarcación de Costas Andalucía – Atlántico (Anfuso, 2001).

Existen muchos trabajos realizados sobre la evolución geológica y morfodinámica tanto del Golfo como de la Bahía de Cádiz entre los que se encuentra el realizado por Benavente (2000), quien hizo un estudio de la morfodinámica litoral de la Bahía externa de Cádiz utilizando los criterios de King (1972).

Muñoz *et. al.* (2001) estudiaron durante la década de los 90's, la evolución morfológica y económica de las estrategias de alimentación y mantenimiento ocurridas en las playas del Golfo de Cádiz.

Benavente *et. al.* (2005) realizaron un estudio de la morfodinámica de tres sectores de playa de la Victoria, las cuales han tenido diferentes volúmenes de relleno de acuerdo a el nivel de erosión que presentan cada sector debido a su distinto contorno.

Es por ello que para el presente trabajo nos centraremos en lo que se refiere a la geomorfología y procesos costeros actuales en Playa de la Victoria, España.

2.- Hipótesis.

Playa de la Victoria presentará un cambio durante los temporales de invierno. La sección central de esta playa tendrá una regeneración mucho mayor que la sección final, esto es por que las características dinámicas de cada área son las que determinan su cambio.

3.- Objetivos.

3.1.- Objetivo General.

- Evaluar la evolución morfodinámica en Playa de la Victoria durante el periodo de Febrero – Junio de 2004.

3.1.1.- Objetivos Particulares.

- Comparar el comportamiento en Playa de la Victoria, en dos secciones con diferentes condiciones litológicas y pendiente en su base.
- Mostrar la importancia y necesidad de la regeneración en las dos secciones de playa.
- Comparar la evolución de Playa de la Victoria antes y después de una regeneración artificial.
- Determinar las características texturales del sedimento (media (μ), desviación (σ), asimetría (sk), kurtosis (k)) en un sector de playa de la Victoria.

4.- Área de Estudio.

Está localizada en la zona suratlántica española, entre las coordenadas 36°52' de latitud N y 6°27' de longitud W (Fig. 1). La playa de la Victoria es la que sobresale dentro del municipio de Cádiz, por que se extiende desde la zona urbana y ocupa la parte occidental de la ciudad (Fig. 1, punto azul a verde). El lado sur limita con el fuerte de Cortadura, del cual sus murallas atraviesan la playa logrando así separar lo que conforma la Playa de la Victoria, y el lado norte limita con el espigón de la Playa Sta. María del Mar (Fig. 2). Entre estos dos límites (norte y sur) se extiende la playa con una longitud de 2,500 m y un ancho promedio de 185 m. La parte posterior de la playa está limitada por el muro del Paseo Marítimo, el cual bordea toda su longitud (Fig. 3).

Para este estudio se tomaron dos secciones de Playa de la Victoria, la primera esta ubicada en la sección norte, la cual se le denominó sección "Final Victoria" y limita con el espigón sur de la Playa Sta. María del Mar. Esta playa está sobre laja rocosa que le sirve de protección natural al oleaje que incide sobre esta sección (Fig.4). Mientras que la segunda sección se encuentra ubicada en la parte central de Playa de la Victoria, la cual se le llamó "Hotel Victoria". Es una playa disipativa expuesta al oleaje que se encuentra frente al Hotel que lleva el mismo nombre (Fig. 3).

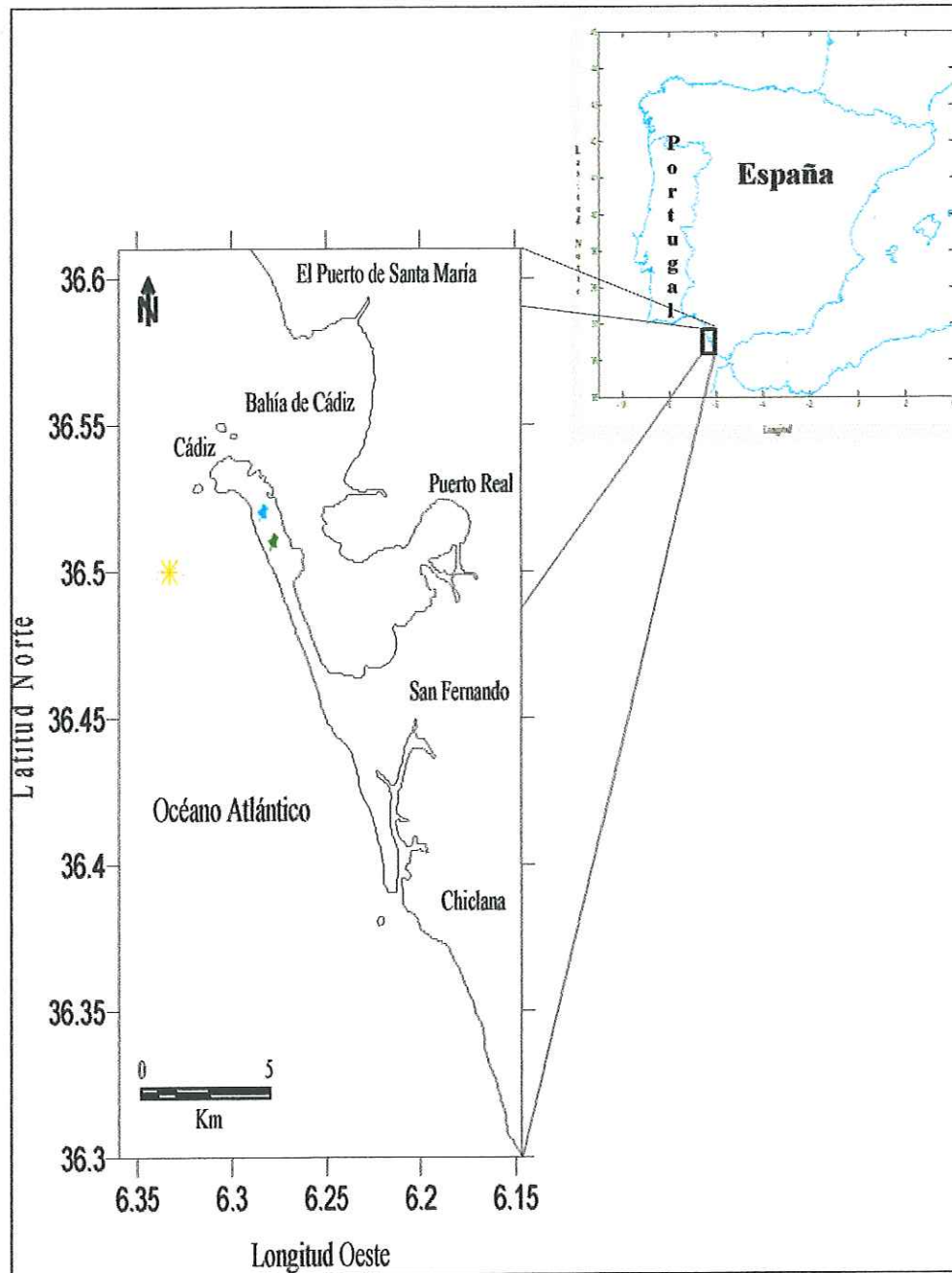


Figura 1: Mapa de localización del área de estudio en donde se muestra la ubicación y extensión de la línea de costa en Playa de la Victoria. El punto rojo señala la localización de la boya (Triaxys), el punto azul señala la sección final de playa la Victoria, y el punto verde señala su sección central.



Figura 2. Parte Final de Playa de la Victoria ubicada al norte. La flecha indica su límite con el espigón sur de playa Sta. María del Mar.



Figura 3. Parte central, sección "Hotel Victoria", las flechas indican la ubicación del paseo marítimo, el cual bordea toda la extensión de playa de la Victoria.



Figura 4. Se muestra la laja que se encuentra ubicada en la base de playa de la Victoria.

4.1.- Clima Marino.

El conocimiento del clima marítimo de un área determinada, es esencial para comprender los procesos que tienen lugar en la línea de costa y especialmente en las playas.

En Cádiz el clima se considera tipo mediterráneo, ya que su situación geográfica en la parte Atlántica Peninsular, le proporciona una mayor humedad ambiental, así como poca diferencia de las temperaturas con valores menos extremos y/o menor rango tanto en las máximas como mínimas a lo largo del año.

El contar con un clima de tipo mediterráneo, propicia la existencia de una larga estación seca y cálida. Las precipitaciones se producen principalmente en

la época invernal, siendo las precipitaciones medias alrededor de los 600 mm/año (Sánchez, 1988).

La temperatura atmosférica media anual es de 17.8°C, raramente rebasan 35°C como máxima, lo cual se debe principalmente a la influencia marina. Las temperaturas promedio mínimas son de 11°C, se producen en los meses de invierno por la influencia de los vientos procedentes del Norte. La temperatura máxima promedio es de 23°C, y se produce en los meses calurosos (Junio, Julio, Agosto y parte de Septiembre) con vientos del Este que se conocen como "vientos de levante" (Benavente, 2000).

La temperatura del agua de mar tiene un rango anual alrededor de 6°C, con una temperatura mínima en febrero de 14.5°C y máxima en septiembre de 20.8°C (Montero de Burgos y González, 1974).

4.1.1.- Viento.

El viento es uno de los factores climáticos característicos de la zona, ya que estos son responsables de la condición del clima y las características hidrodinámicas marinas. La intensidad de los vientos está dada principalmente por los que arriban del Poniente y provienen del Océano Atlántico, por otro lado, la cercanía con el Estrecho de Gibraltar provoca que se encaucen los potentes "vientos de Levante".

Los vientos de poniente presentan su principal papel como generadores de oleaje por su elevado "fetch", se asocian con ciclones del Atlántico y son los que producen los mayores temporales con más oleaje (Benavente, 2000).

Otros tipos de vientos como las brisas marinas, cambian de dirección e intensidad a lo largo del día. Dichas brisas se intensifican desde el amanecer hasta las 15:00 horas aproximadamente, y a partir de ese momento cambian su dirección en sentido horario. La importancia de estos suaves vientos queda restringida a las pequeñas variaciones que producen en el nivel del mar (Tejedor *et. al.*, 1997).

4.1.2.- Corrientes Oceánicas Litorales.

Las corrientes oceánicas se deben al desplazamiento de grandes masas de agua, por lo general lejos de la costa. En el litoral de Cádiz se registra una corriente desde el NW hacia el SE debida al movimiento de la masa de agua superficial noratlántica que fluye hacia el Estrecho de Gibraltar (Melières, 1974; Ojeda, 1989).

Las corrientes litorales están constituidas por un flujo de agua que afecta a la costa y los fondos someros. Están generadas por oleaje de mar de viento, de mar de fondo y por las mareas. Las corrientes debidas al oleaje presentan una dirección e intensidad que varían en función del ángulo que forma el oleaje incidente con la costa. Así, en la zona de estudio los vientos del W y NW, como

los oleajes asociados y el mar de fondo, generan una deriva dominante hacia el SE (Guillemont, 1986; Muñoz-Pérez, 1996 y Muñoz y Enríquez, 1998).

5.- Metodología.

5.1.- Oleaje.

El registro del oleaje se puede obtener mediante boyas oceanográficas o sensores de presión (Berenguer, 1984). Existen distintos tipos de boyas destinadas a seguir el movimiento del oleaje en la superficie, uno de los cuales es el tipo Triaxys, presenta en su interior un acelerómetro que mide la aceleración vertical producida por el paso del oleaje (Fig. 5). En la primera integral del registro proporciona la velocidad vertical, mientras que en la segunda integración da el registro de elevaciones (Komar, 1998).

Existe otro tipo de boya en forma de disco que recoge los datos sobre la pendiente de las olas. Éste permite la obtención de datos direccionales, al suministrar información sobre el giro, el balanceo y la pendiente (Benavente, 2000).

Para el estudio del oleaje se tomaron los datos escalares de la boya Triaxys (Fig. 5), perteneciente a la Red Española de Medida y Registro del Oleaje (REMRO). Dicha boya se encuentra situada a $36^{\circ}30'00''$ de latitud Norte y a $6^{\circ}20'00''$ de longitud Oeste y a una distancia aproximada de 4 Km del área de estudio (Fig. 1, punto rojo). Se haya unida a un lastre, situado en el fondo por un elastómero (un cable de acero y un cabo de propileno), lo cual le permite seguir libremente el movimiento producido por las olas. Los datos medidos son enviados mediante emisiones de radio a una estación receptora. Estos datos fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología de España

(INM), y se encuentran disponibles en su página de Internet (<http://www.inm.es/web/infmet/predi/metmar/indpuer5.html>).

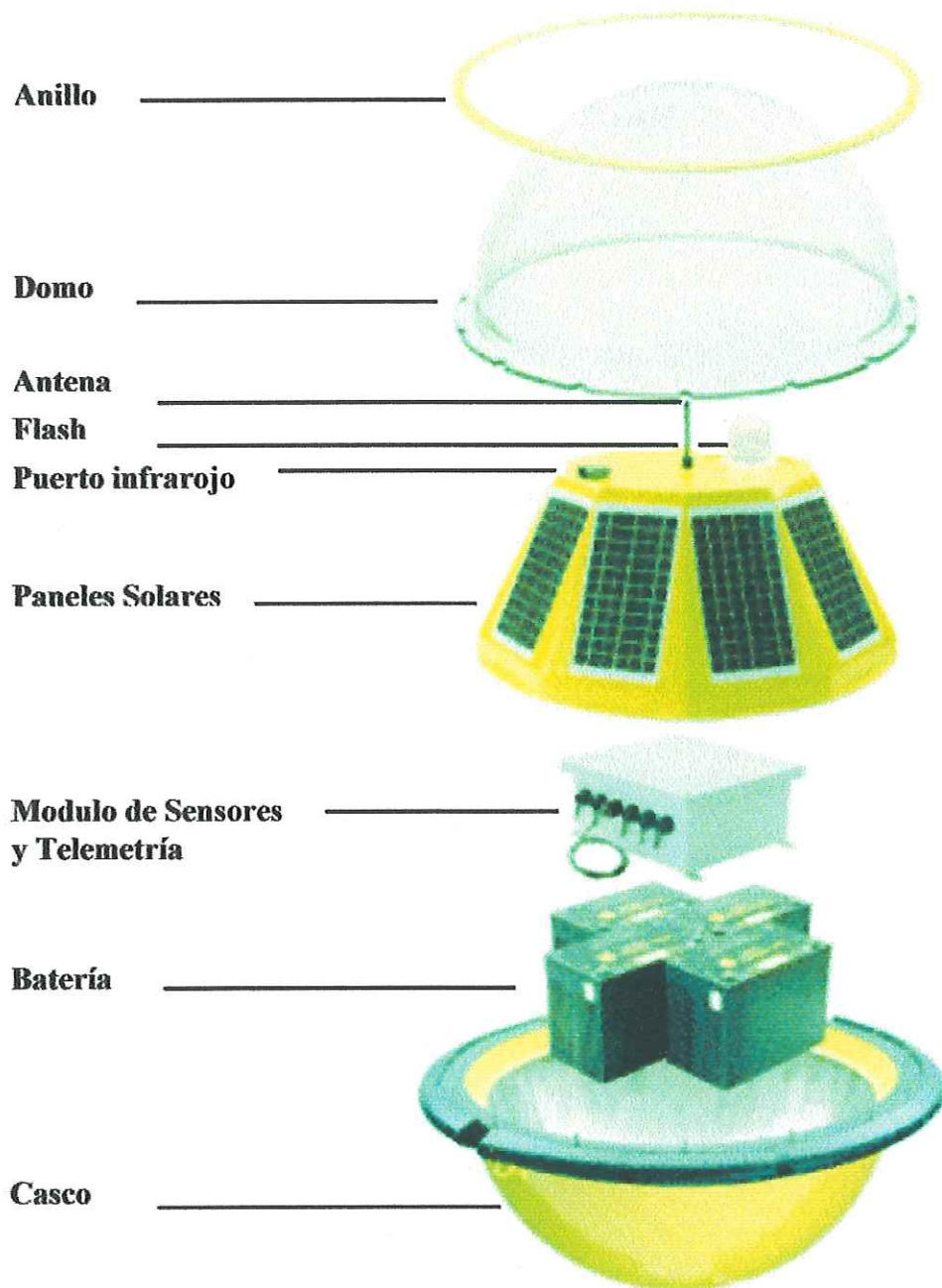


Figura 5: Descripción de la boya direccional de tipo Triaxys (tomada de Axys Technologies Inc., www.axystechnologies.com/products/wave.asp).

5.1.1.- Mareas.

El estudio de las mareas fue por medio de los datos que anualmente publica el Instituto Hidrográfico de la Marina (I.H.M.) en el Anuario de Marea del 2004, pertenecientes al puerto de Cádiz.

En cada campaña de levantamiento topográfico, se posicionó un punto en la orilla coincidiendo con el nivel del mar y se anotó la hora. Mediante el Software informático MAREAS del I.H.M. (1994) y por diferencia a la bajamar más próxima, se calculó el nivel del mar para ese momento. De esta forma se obtuvo el nivel medio para cada perfil en cada campaña.

5.2.- Campo.

Los perfiles perpendiculares a la costa se realizaron mediante una Estación Total marca Leica, modelo TC 407, y un prisma graduado de 5 m. Este tipo de aparatos pueden medir ángulos verticales, horizontales y están provistos de una cruz filial con un par de hilos estadimétricos, los cuales han permitido calcular la diferencia en la altura del terreno (distancia y desnivel).

Los perfiles topográficos fueron espaciados homogéneamente a manera de que cubrieran toda el área de estudio. La longitud con la que se realizaron los perfiles dependía del ancho de la playa, de la pendiente y del nivel del mar en el momento de realizar la campaña. Para la sección central los perfiles fueron de

180 m, y para el caso de la sección final de 70 m, aproximadamente. La periodicidad de las campañas fue quincenal durante 4 meses.

El seguimiento topográfico ha permitido reconstruir las características morfológicas de las playas. Para este trabajo se empleó metodología clásica de los estudios de morfodinámica, basada en la nivelación diferencial (King, 1972).

El análisis textural se llevó a cabo mediante la toma de muestras de sedimento de la zona intermareal, por ser ésta la parte donde se registran las mayores variaciones granulométricas (Benavente, 2000). La toma de muestras se hizo durante el tiempo en que se realizaron los perfiles en forma equidistante, tomando sedimento superficial con una pequeña pala hasta 30 cm de profundidad aproximadamente (Benavente, 1997). De estas muestras se tomaron alrededor de 200 g para analizar el contenido de carbonatos por muestra.

Se hizo una caracterización del transporte sedimentario a lo largo de la playa (transporte litoral), mediante la utilización de pintura fluorescente con disolvente que contenga tolueno, para evitar la compactación de los granos de sedimento. Se pintó 10 kg de sedimento de la misma playa, con el fin de que contengan características similares, tanto en sus variables granulométricas como en el comportamiento hidrodinámico (Teleki, 1966; Yasso, 1966 e Ingle, 1966). Posteriormente se sembraron en la playa denominada "Hotel Victoria" (Fig. 6), al final del ciclo mareal se tomaron muestras a lo largo de ella para hacer un análisis con el método Spatial Integral Method (SIM) (Horikawa, 1988).



Figura 6: Siembra de los trazadores en la sección central de Playa de la Victoria. Se muestra la siembra en la zona de playa con sedimento que caracteriza dicha playa.

5.3.- Laboratorio.

5.3.1.- Análisis textural.

Las muestras de sedimento colectadas, se analizaron en Laboratorio del Departamento de Cristalografía y Mineralogía, Estratigrafía, Geodinámica, Petrología y Geoquímica de la Universidad de Cádiz, mediante tamizado en seco para obtener los parámetros texturales por medio del método gráfico (Folk y Ward, 1957). Para este trabajo se utilizaron un total de ocho tamices que van de 0 a 4 phi en intervalos de 0.5 phi. Después de secarse las muestras, se tamizó durante 10 minutos (Benavente, 2000). Una vez tamizado, se pesó el contenido de sedimento para cada tamiz.

5.3.2.- Contenido de carbonatos.

Para el tratamiento en el contenido de carbonatos, se hizo un análisis composicional por medio del calcímetro de Bernard (Wiesmann y Nehring, 1951; tomado de Benavente 2000). Éste método se basa en la cantidad de carbonatos contenidos en el sedimento que reaccionan con ácido clorhídrico (HCl), lo que produce dióxido de carbono en forma gaseosa. Este gas incide en una solución saturada en bióxido de carbono (CO₂) contenida en una columna graduada, desplazando un volumen igual a la cantidad producida, el cual a su vez es proporcional a la cantidad de carbonatos contenida en la muestra (Benavente, 2000).

Básicamente el método sigue una serie de pasos que se detallan a continuación:

- Homogenización de la muestra en un mortero, con el fin de reducir los fragmentos de conchas a manera de que la reacción sea más rápida y completa.
- Pesado homogenizado, en tres replicas de 0.2 gramos.
- Introducción de una capsula de HCl en un matraz, con el homogenizado sellado adecuadamente con el tapón del calcímetro.
- Enrasamiento a cero del calcímetro y volcado del HCl de la cápsula, agitándose suavemente hasta que reaccione por completo.

Cada diez calcimetrías o mediciones de CaCO_3 , se realizó una prueba en blanco con carbonato puro para actualizar la constante del calcímetro. Con el resultado de las réplicas se sacó la media de su porcentaje, el cual fue el valor representativo para cada muestra.

5.3.3.- Trazadores fluorescentes.

El método de los trazadores fluorescentes consiste en que una vez tomadas las muestras de sedimento, se cuentan los granos pintados que aparecen en ellas y se observan con lámparas fluorescentes (Figura 7) (Teleki, 1966 y Farinato; Kraus, 1981). Para poder obtener una distribución de granos a lo largo del área de muestreo, se utilizó el Software Surfer versión 8, con el cual se hizo una gráfica bidimensional en el que se puede apreciar la distribución de los trazadores a lo largo de la playa.



Figura 7: Lámpara de luz UV con la cual se pudieron contar los granos de arena marcados en la campaña de trazadores.

5.4.- Gabinete.

Se compararon los resultados de los volúmenes de sedimento de las playas por medio del Software Surfer versión 8 con el método de interpolación de KRINKING, en el cual se graficaron las dos secciones de la playa y se obtuvo el volumen de sedimento depositado o erosionado entre las distintas campañas de muestreo.

Los datos granulométricos fueron tratados con el método de los momentos, con el cual se sacaron los distintos parámetros de media, asimetría, desviación estándar y kurtosis.

Para el análisis de transporte sedimentario, por medio del método de trazadores fluorescentes, se hizo una gráfica bidimensional en el que se analizó el comportamiento de los sedimentos marcados durante un ciclo de marea. La distancia recorrida (y) se calculó a partir de la distancia desplazada del centro de masa de los trazadores. Para ello se utilizó la fórmula del método de integración propuesta por Komar (1969):

$$y = \frac{\sum P_i d_i}{\sum P_i}$$

donde P_i es la cantidad de granos teñidos que aparecen en la celda i , y d_i es la distancia a la que se encuentra dicha celda del punto de siembra. La velocidad de transporte sedimentario se calculó dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo utilizado para ello: $V_t = y / t$. Para este caso se utilizó la duración del ciclo mareal de 12:16 hrs.

El porcentaje de carbonatos se obtuvo mediante la media de tres réplicas de calcimetrías y posteriormente se realizó una gráfica en la cual se muestra la zona en la que el CaCO_3 predomina.

6.- Resultados.

6.1.- Perfiles Topográficos.

Se observaron las variaciones paralelas a la línea de costa de los perfiles topográficos en las dos secciones de Playa de la Victoria para el periodo estudiado. Para su mejor interpretación, a continuación se hace el análisis de cada campaña.

Nota: Las flechas presentes en cada gráfica indican el punto de variación para cada campaña.

6.1.1.- Sección “Final Victoria”.

En marzo de 2004, la altura del perfil en su parte norte es más baja (Fig. 9, parte izquierda), es decir, presenta menor altura a diferencia de la parte media y sur que también tiene un canal en la berma (Fig. 9, indicada con la flecha negra), Además, en la cara de la playa y parte sur, tiende a disminuir la altura y están presentes dos cordones de bermas que caracterizan su parte superior (Fig. 9, parte derecha). Hacia la zona de rompiente, la pendiente decrece homogéneamente en toda el área presentando una rompiente de tipo colapsada “collapsing” (Fig. 8). Por otra parte, en el sector central la cara de la playa es más extensa y presenta una pendiente muy abrupta hacia la zona de rompiente (Fig. 9, flecha roja).



Figura 8. Muestra la rompiente colapsada (collapsing) para la sección "Final Victoria".

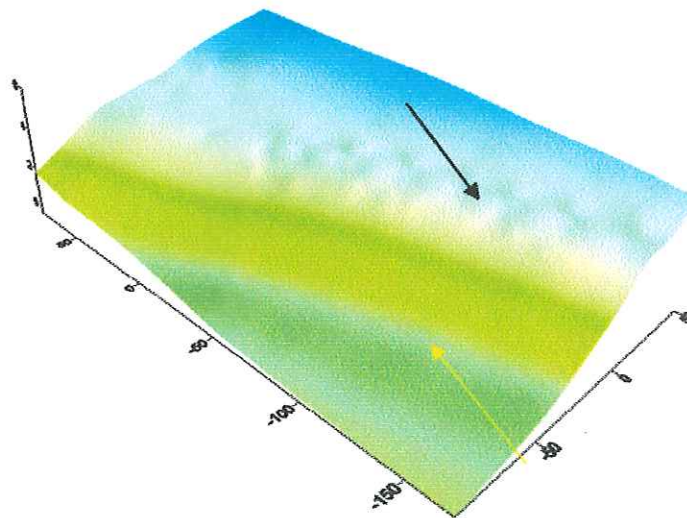


Figura 9. Perfil tridimensional de la zona final, con las características topográficas de la campaña del 9 de marzo. La flecha roja indica la parte con mayor pendiente, la flecha negra muestra un canal en la berma.

El 3 de abril se registró acumulación en el sector norte (Fig. 10, parte izquierda), y ligeras depresiones en la zona central para la cara de la playa. Sobresale el hecho de que desaparece la berma paralela a la costa (Fig. 10, flechas rojas).

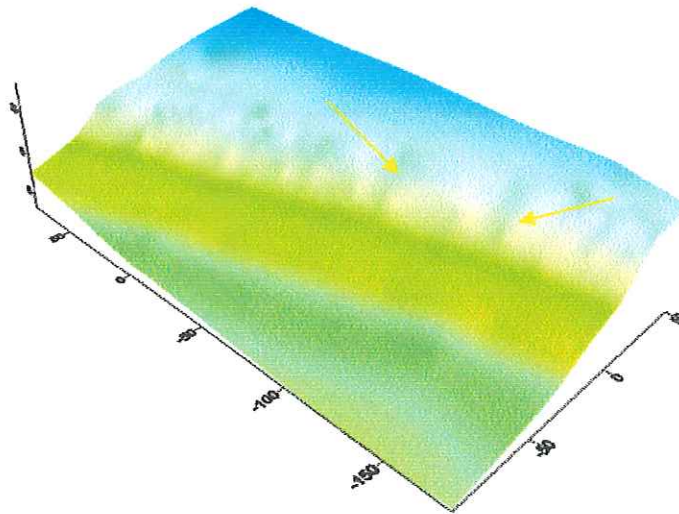


Figura 10. Muestran las depresiones en la zona central, y la falta de la barra paralela a la línea de costa.

En la campaña del 20 de abril, nuevamente hay depositación en la cara de playa en su parte norte (Fig. 11, parte izquierda), con el desvanecimiento de la barra que se presenta en los primeros 50 m. También se presentó erosión para la cara de playa en la parte sur (Fig. 11, sección derecha).

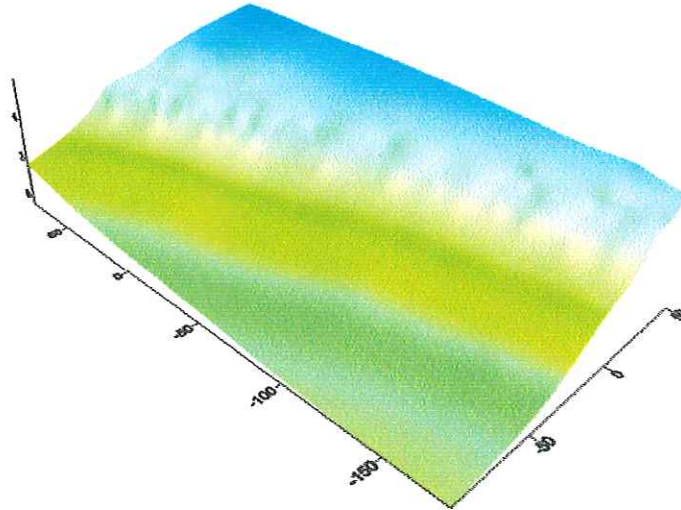


Figura 11. Muestra la erosión en la berma, con el desvanecimiento de la barra y la erosión en la parte sur.

El 4 de mayo se registró un canal atrás de la berma durante los primeros 50 m en dirección norte – sur, paralelo a la línea de costa (Fig. 12, flecha roja), el cual se fue disipando hasta desaparecer. Cabe resaltar el hundimiento en la parte sur, debido al sistema de drenaje urbano que ahí se encuentra (Fig. 12, flecha negra).

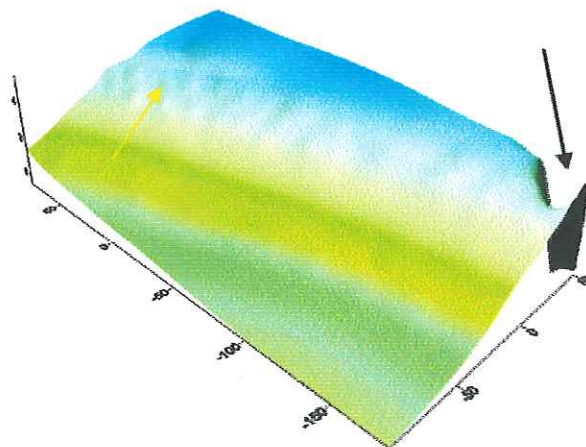


Figura 12. La flecha roja indica la presencia de un canal ubicado en los primeros 50 m de la parte norte, la flecha negra indica el hundimiento provocado por el sistema de drenaje urbano.

Para la campaña realizada el 18 de mayo, se registró un escalonamiento en la parte norte de la berma (Fig. 13, parte derecha), con depresiones en el resto de la zona húmeda de la playa, así como la modificación del hundimiento ocasionado por el drenaje urbano (Fig. 13).

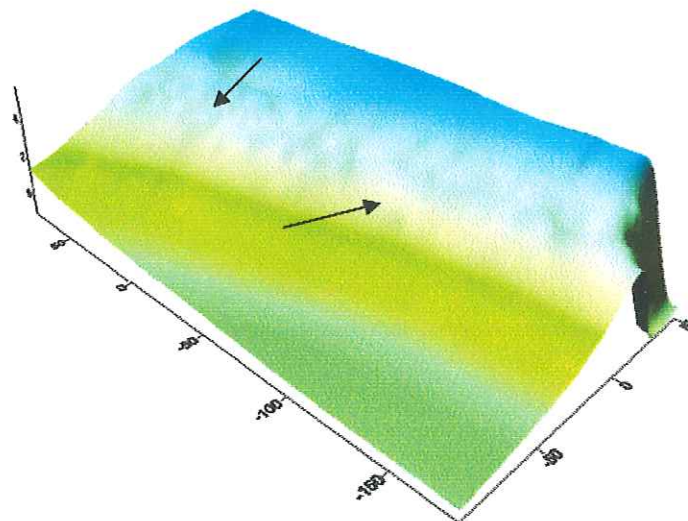


Figura 13. Las flechas muestran el escalonamiento presente en la zona de berma

Para el 3 de junio, persiste el escalonamiento en la sección norte (Fig. 14, flechas rojas). Hay erosión en la zona central de la berma, y en la zona húmeda de la playa se presentan dos pequeñas acumulaciones en la parte norte y sur de la sección estudiada (Fig. 14, flechas negras). Cabe resaltar la falta del hundimiento ocasionado por el drenaje urbano en la parte sur.

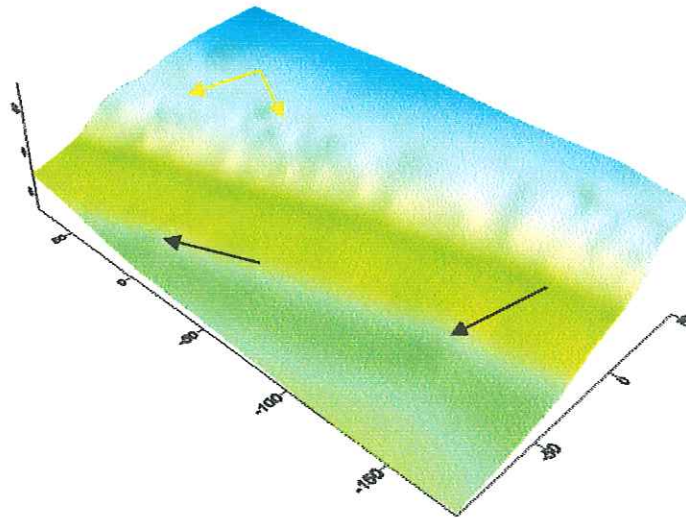


Figura 14. Las flechas rojas muestran el escalonamiento en la zona de berma, las flechas negras indican las acumulaciones de la parte húmeda de la playa.

El 15 de octubre encontramos un comportamiento muy parecido al registrado en la primera campaña (9 de marzo, Fig. 9). En el sector norte (Fig. 15, parte izquierda), se alcanza a notar nuevamente una sección plana, la cual se extiende hacia el sur, con pequeñas variaciones o canales (Fig. 15, flechas).

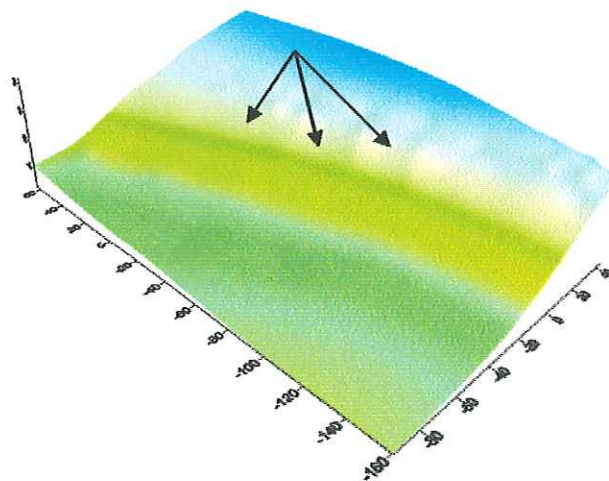


Figura 15. Se muestra una sección plana en la zona norte de la berma, mientras que en el resto de la berma se observan variaciones en la berma.

6.1.2.- Sección “Hotel Victoria”.

En la parte central de Playa de la Victoria, las características de la playa fueron más homogéneas durante el periodo de muestreo (Figs. 16 a 19). No se presentó un cambio relevante a lo largo del perfil de playa ya que se mantuvo el perfil de playa relativamente estable a lo largo de ella. Por tal motivo, se analizarán solamente las campañas con un cambio considerable dentro del periodo de estudio.

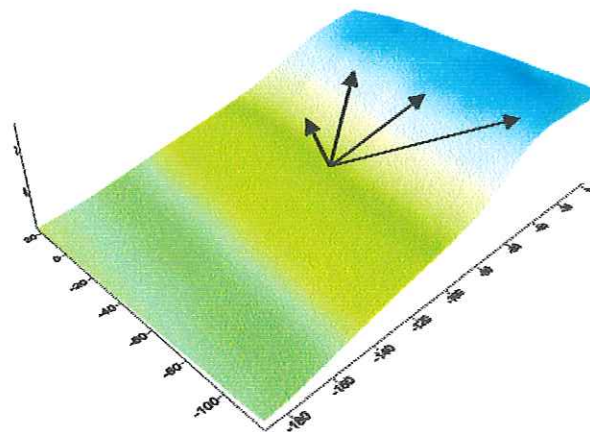


Figura 16. Campaña del 9 de marzo, en la que se muestran las características de la zona al inicio del periodo de estudio, las flechas muestran pequeñas acumulaciones de sedimento en la berma.

Para la campaña realizada el 9 de marzo (Fig. 16), se registraron acreciones o acumulación de sedimento hacia la berma y/o en la parte seca de la playa (Fig. 16, flechas negras), Estas acreciones se mantuvieron durante las primeras campañas, y presentaron ligeras variaciones en la campaña del 4 de

mayo, ya que aparentemente se recorrieron hacia el sur de la zona de estudio (Fig. 17, flechas negras).

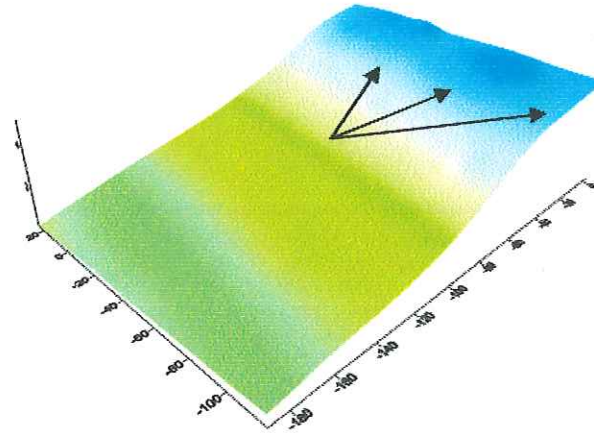


Figura 17. Se muestran las características topográficas del perfil en la campaña del 4 de mayo, en la que se puede notar la falta de pequeñas acumulaciones de sedimento en la berma, notorias en la campaña inicial (flechas negras).

El mayor cambio de la topografía de la playa en esta zona, se registró en las campañas realizadas los días 3 de junio y 15 de octubre, en las cuales se notan barras en la berma paralelas a la línea de costa, con canales perpendiculares a la costa (Figs. 18 y 19, flechas negras).

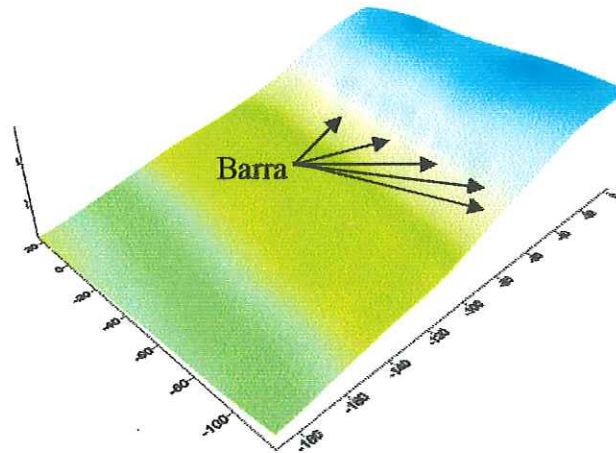


Figura 18. Las flechas indican la formación de una barra paralela a la línea de costa, localizada en la berma, perteneciente al 3 de junio.

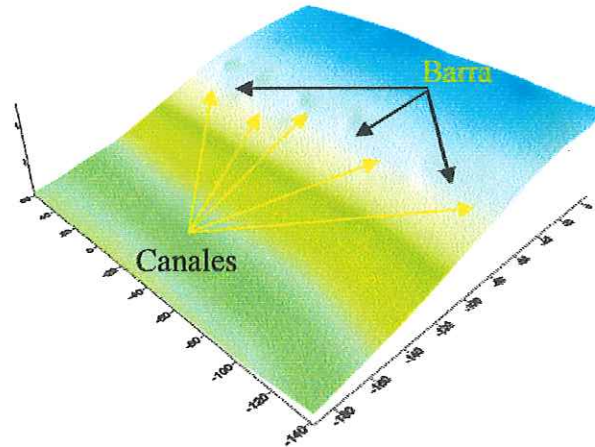


Figura 19. Se muestran las variaciones del perfil de playa, en donde las flechas rojas indican los canales perpendiculares a la línea de costa, y las flechas negras señalan la barra paralela a la línea de costa.

El 9 de marzo encontramos una pendiente suave con rompiente tipo derrame o también conocida como "spilling", a todo lo largo de la playa (Fig. 20), la cual comprende 180 m aproximadamente. Los cambios mas considerables durante todo el periodo de estudio fueron los medidos en los días 3 de junio y 15 de octubre (Figs. 18 y 19), comparándolos con el resto de las campañas (Fig. 16

y 17), las cuales presentaron una morfología constante a lo largo del periodo estudiado.



Figura 20. Muestra la rompiente en derrame (spilling) para la sección "Hotel Victoria".

Para el 3 de junio se encontró una barra paralela a la línea de costa, a 150 m aproximadamente del nivel medio del mar (NMM) (Fig. 18), esta misma barra la encontramos el 15 de octubre, solo que se recorrió 40 m hacia el mar, quedando a una distancia aproximada de 110 m del NMM (Fig. 19). En esta campaña se registraron canales perpendiculares a la línea de costa dividiendo de esta manera la barra que se encontraba presente en la berma del 3 de junio.

6.2.- Volumen de sedimento.

A partir de los perfiles topográficos se obtuvieron los volúmenes de sedimento para las distintas campañas de muestreo (Tabla I). Los resultados obtenidos se mencionan a continuación.

Tabla I. Volumen Total del sedimento entre las campañas realizadas.

Campaña	Sección "Hotel Victoria"	Sección "Final Victoria"
9 de Marzo	20906.35 m ³	112311.76 m ³
3 de Abril	75520.09 m ³	316350.15 m ³
20 de Abril	83311.35 m ³	111900.44 m ³
4 de Mayo	73349.4 m ³	100908.9 m ³
18 de Mayo	75566.62 m ³	102695.37 m ³
3 de Junio	83880.91 m ³	316350.15 m ³
15 de Octubre	122187.81 m ³	75755.26 m ³
Diferencia en m ³	101281.46	-36556.5
Areas superficiales en m ²	27988.54	33551.07

6.2.1.- Sección "Hotel Victoria".

Para esta zona se registró en la campaña del 9 de marzo un volumen de 20,906.35 m³, y para el 15 de octubre se registraron 122,187.81 m³, esto da una diferencia de 101,281.46 m³.

6.2.2.- Sección "Final Victoria".

En la sección "Final Victoria", se presentó para la campaña del 9 de marzo un volumen de 112,311.76 m³, y para el 15 de octubre se registraron 75,755.26 m³, lo cual da una diferencia de 36,556.5 m³.

6.3.- Granulometría.

Se analizaron un total de 24 muestras de sedimento colectadas en la zona intermareal de la sección "Hotel Victoria", la cual se dividió en tres transectos (V1, V2, V3) paralelos a la línea de costa (Tabla II).

Tabla II. Parámetros texturales de la sección central de playa de la Victoria.

PERFIL	PUNTO	MEDIA	DESVIACION	ASIMETRIA	KURTOSIS
v-1	A	2.9522	0.518463923	-0.1240314	3.452512
v-1	B	3.4525	0.501911017	0.63150296	4.003824
v-1	C	2.6201	0.516563882	0.79786301	2.785705
v-1	D	2.5517	0.56257735	0.43299206	3.464585
v-1	E	2.5095	0.546246053	0.69920169	4.094036
v-1	F	2.8639	0.554076921	-0.3057978	3.871875
v-1	G	2.4214	0.465695222	0.58577919	4.019506
v-1	H	2.4699	0.572058558	-0.1122933	6.076009
V-2	A	2.5547	0.730136237	-0.4392338	4.773497
V-2	B	2.4548	0.64921095	-0.0109407	5.079737
V-2	C	2.5903	0.757196084	-0.4203171	4.842077
V-2	D	2.9831	0.65471563	-0.4563956	5.260201
V-2	E	3.0262	0.70845858	-0.8213041	7.124765
V-2	F	2.8021	0.85993136	-1.2430482	7.060224
V-2	G	2.7966	0.733147281	-0.8523212	6.19612
V-2	H	2.8456	0.65535266	-0.8312655	4.705178
V-3	A	2.653	0.817415716	-0.6767217	4.873334
V-3	B	2.8019	0.758738312	-0.6227832	5.010144
V-3	C	2.877	0.773205146	-0.603454	4.778553
V-3	D	2.726	0.664536754	-0.6570053	6.254737
V-3	E	2.7159	0.796196792	-0.8032129	5.496795
V-3	F	3.0593	0.745554785	-0.4398669	5.034604
V-3	G	2.9675	0.809622828	-0.798864	5.304693
V-3	H	2.9756	0.856153964	-0.9748546	6.203858
	Promedio	2.77794	0.675298584	-0.335265521	4.99027369

La playa de la Victoria presentó un tamaño de grano entre 2 y 3 phi durante el periodo de muestreo. Este tipo de sedimento queda dentro del intervalo de arena fina según la clasificación de Wentworth (1922).

En cuanto a la clasificación del sedimento, la desviación estándar (σ) presenta una media de 0.67. Dicho valor caracteriza a la playa dentro de la clase de **moderadamente bien clasificado**, según Folk (1966).

La asimetría (sk) presenta un valor de -0.33, esto es, una tendencia fuertemente asimétrica hacia los gruesos según la escala de Folk (1966). En cuanto al valor de kurtosis (k) la distribución presenta un valor de 4.99 considerado como perteneciente a una distribución de tipo **extremadamente leptocúrtica**, Folk (1966).

Lo anterior significa que la distribución está más sesgada a los tamaños finos que una distribución normal. Este resultado es consecuencia de que el mayor porcentaje de sedimento, se encuentra distribuido en 2 ó 3 tamices, principalmente en los de 2 y 3 phi.

6.4.- Análisis de Agrupamiento.

Se realizaron gráficas binarias con el objetivo de identificar ambientes sedimentarios; combinando los diferentes parámetros estadísticos, los cuales registraron los siguientes resultados:

Media vs Clasificación (Fig. 21): Se registró un solo agrupamiento, el cual presentó valores entre 2.5 y 3 phi para la media y de 0.4 a 0.8 phi para la clasificación. En esta relación, solamente se presentó una muestra que salió de la agrupación

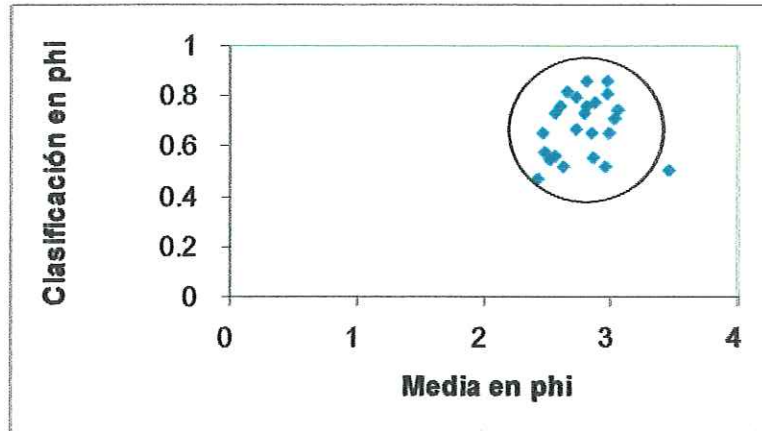


Figura 21: Grafica binaria de Media vs Clasificación.

Media vs Asimetría (Fig.22): En esta gráfica se definen dos grupos, donde la media está entre 2.5 y 3 phi. Para la asimetría se forman dos grupos con diferente valor, uno entre 0.5 y 1.0 phi, mientras que el otro entre 0.0 y -1.5 phi. Al igual que la comparación anterior, también una muestra se sale de dichas agrupaciones.

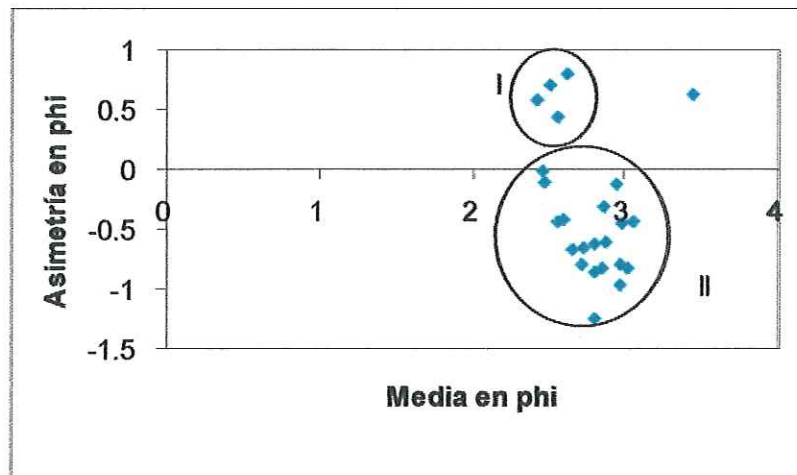


Figura 22. Gráfica binaria de media vs asimetría.

Clasificación vs asimetría (Fig. 23): También se forman dos grupos, la clasificación está entre 0.5 a 0.8 phi. En la asimetría el primer grupo está entre 0.5 y 1.0 phi, pero el segundo entre 0.0 y -1.5 phi. En esta relación dos muestras se salen de las agrupaciones.

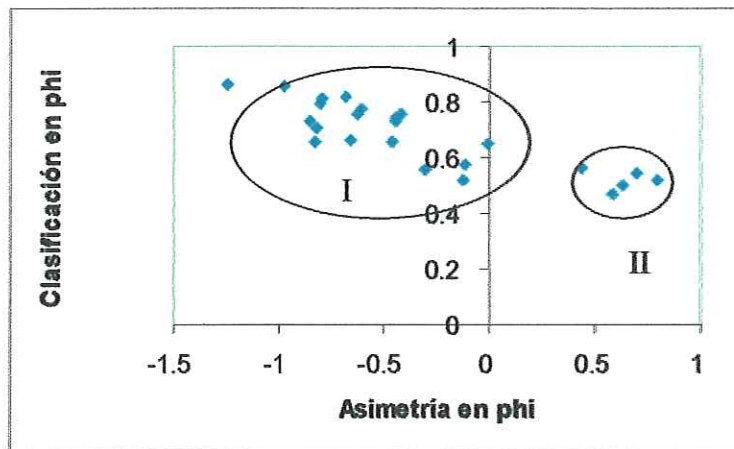


Figura 23. Gráfica binaria de la clasificación vs asimetría.

6.5.- Distribución espacial del tamaño de grano.

Con el fin de observar mejor el comportamiento del tamaño de grano, se realizó una distribución en playa de la Victoria, obteniendo como resultado una predominancia de los finos hacia el sur, con valores de 2.2 a 2.4 phi (Fig. 24, tonalidades claras).

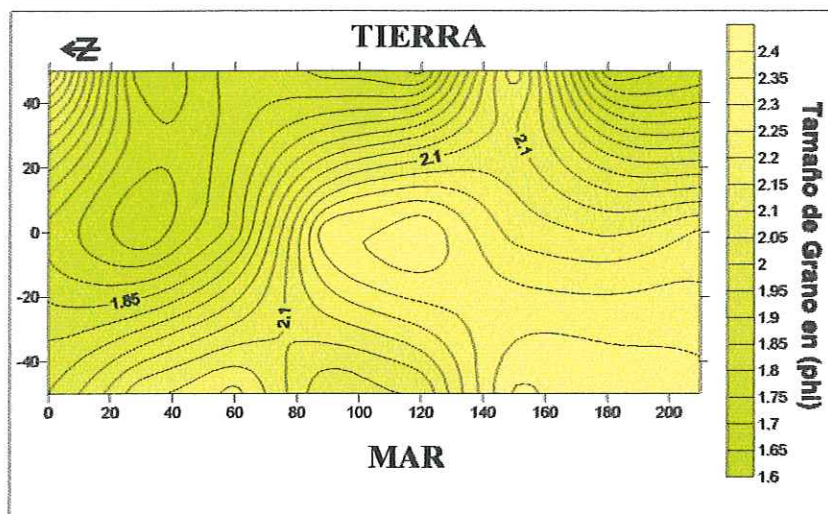


Figura 24. Distribución espacial del tamaño de grano para playa de la Victoria.

6.6.- Trazadores Fluorescentes.

Con el objeto de obtener la tasa de transporte, en primer lugar se obtuvo la distancia que habían recorrido los trazadores. Como se observa en la figura 25, la dilución no fue muy alta, dadas las condiciones de oleaje presentes el día de la campaña y los granos no aparecieron más allá de 200 m al sur del punto de siembra. La concentración más elevada está en el punto de siembra.

En general el transporte se produjo hacia el sur con tendencia al mar, resultando un desplazamiento de 130 m y una velocidad de 0.29 cm/sg.

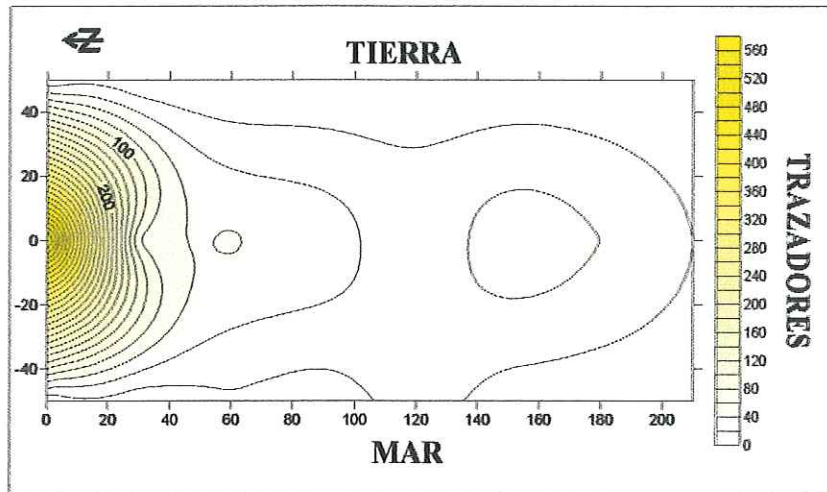


Figura 25. Distribución de trazadores a lo largo de playa de la Victoria. El punto (0,0) indica el punto de inyección.

6.7.- Contenido de Carbonatos.

Se analizaron un total de 24 muestras para carbonatos, en las cuales se obtuvo una concentración entre 3.5% y 9.5% de CaCO_3 . Resultó una mayor concentración cerca de la rompiente (9%), en la berma fue lo más bajo (3%), y en la parte central de 5% a 6% (Fig. 26).

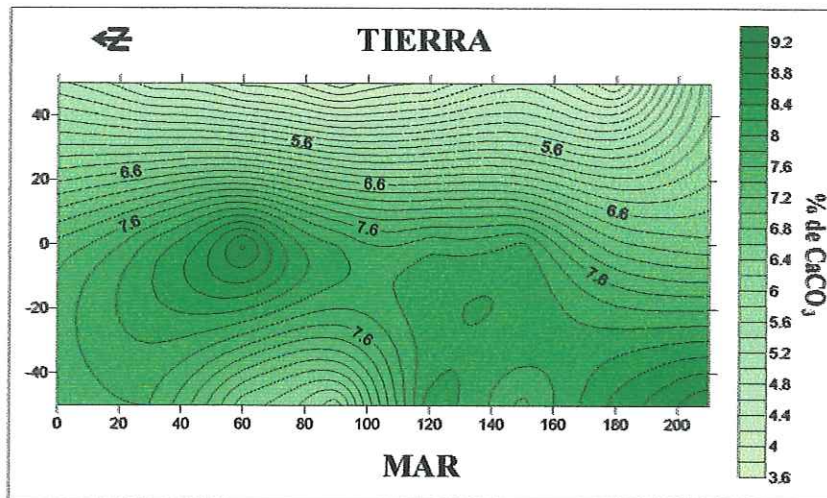


Figura 26. Distribución espacial de la concentración de carbonatos en playa de la Victoria.

7.- Discusiones.

Los levantamientos topográficos durante el periodo de muestreo para la sección "Final Victoria", muestran una clara disminución del perfil de playa así como una pendiente más abrupta o pronunciada. Esto posiblemente se deba a que la playa se encuentra sobre laja rocosa siendo la responsable de la erosión realizada en la campaña del 3 de junio, ya que su presencia aumenta la pendiente y por ende la energía del oleaje incidente (Fig. 19), debido al cambio abrupto de la pendiente resultando un déficit en la morfología de la playa. Esto lo confirma la relación que reporta Komar (1998).

En la sección "Hotel Victoria" del 3 de junio, presentó un aumento en lo ancho de la playa con pendiente suave, dado que es una playa disipativa con rompiente en derrame o "spilling" (Fig. 20) y con poca incidencia de oleaje. Komar (1998) lo relaciona con el efecto de oleaje constructivo que caracteriza a la temporada de verano.

Para la sección "Hotel Victoria" en la campaña del 15 de octubre, se registró un aumento en la extensión de la cara de la playa. Seguramente se debe a la alimentación que se hizo durante los meses de verano (Agosto – Septiembre del 2004). En dicha regeneración se vertieron un total de 485,000 m³ de arena, teniendo un relleno para la sección norte de 435,000 m³.

En estudios realizados a partir de la primera y única regeneración de la playa de la Victoria en 1991, se comprobó que la parte sobre laja rocosa (sección "Final Victoria"), la tasa de pérdida de sedimento a través del perfil era

mucho mayor que para la sección anterior ("Hotel Victoria") que no se encuentra sobre lajas. En ésta el relleno fue de $50,000 \text{ m}^3$, los cuales fueron vertidos a razón de 170 m^3 por metro lineal, y representa un tercio de lo vertido en la sección "Final Victoria", fue de 510 m^3 por metro lineal.

Durante el periodo de marzo a octubre del 2003, la diferencia de volumen para la sección "Hotel Victoria" fue de $101,281.46 \text{ m}^3$ en un área de $27,988.54 \text{ m}^2$, lo cual indica un proceso de depositación y concuerda con el análisis de los perfiles, en los que se manifiesta el aumento del ancho de la playa. Esto corrobora el patrón clásico de depositación en verano reportado por Komar (1998).

Para la sección "Final Victoria" durante el mismo periodo, la diferencia de volumen fue de $36,556.5 \text{ m}^3$ en un área de $33,551.07 \text{ m}^2$, indica claramente un proceso de erosión, seguramente por la laja rocosa de esta zona y el cambio de energía puesto que durante esta temporada se presentan los vientos de Levante.

El análisis de agrupamiento de los parámetros estadísticos para la sección "Hotel Victoria", muestra la presencia de dos grupos principales de sedimento. El primer grupo representa la presencia de **arenas finas**, las cuales se encuentran localizadas cerca de la rompiente. El segundo grupo de **guijarros muy finos**, quienes están en la parte de berma. Esto esta relacionado con el criterio de Sunamura y Horikawa (1971), quienes indican que para estas condiciones texturales, el transporte en el área estudiada es preferentemente en

dirección Norte – Sur. A la vez, es un indicativo de playas con sedimentos muy bien clasificados, ya que el mayor porcentaje del sedimento es prácticamente del mismo tipo. Esta característica provoca la disminución de la permeabilidad de la playa, lo cual incide directamente en el valor de la pendiente intermareal (Benavente, 2000).

Con respecto a la granulometría presentó una distribución del tamaño de grano fino predominantemente hacia el sur (Fig. 24). Esto concuerda con la dirección del transporte litoral para la zona reportado por Meli eres (1974) y Ojeda (1989), quienes analizaron la dinámica sedimentaria para el Golfo de Cádiz y la dinámica litoral reciente para la costa occidental de Andalucía, respectivamente, las cuales van de NW a SE. Además sucede lo mismo con la tasa de transporte que presentó los trazadores fluorescentes (Fig. 25), los cuales presentan una distribución en dirección sur.

La distribución de CaCO_3 en la zona registró una concentración más alta en la zona de rompiente (Fig. 26), la cual se relaciona con la distribución de los granos finos. Benavente (2000) realizó un estudio sobre la morfodinámica litoral en la Bahía externa de Cádiz, donde menciona que a mayor tamaño de grano, mayor es la concentración de CaCO_3 , lo cual se debe a que la densidad del CaCO_3 es mucho menor que cualquier otro componente de los sedimentos. Por lo tanto, es fácilmente removido por la acción del oleaje.

Como se mencion  anteriormente, el comportamiento del CaCO_3 para la sección "Hotel Victoria", presentó concentración de CaCO_3 máxima en zonas

donde predominaban los tamaños finos, esto se contrapone a lo descrito por Benavente (2000), lo cual nos indica la inestabilidad de la playa para el día en el que se realizó el muestreo.

8.- Conclusiones.

8.1.- Sección “Final Victoria”

- La sección “Final Victoria” presentó una disminución en el perfil de playa después de los temporales de invierno del 2003.
- La tasa de erosión en la sección “Final Victoria” fue mucho mayor que la presentada en la sección “Hotel Victoria”.
- La sección “Final Victoria” presentó una pérdida de sedimento de $36,556.5 \text{ m}^3$ en un área de $33,551.07 \text{ m}^2$.

8.2.- Sección “Hotel Victoria”

- La sección “Hotel Victoria” mostró un aumento en el perfil de playa después de los temporales de invierno del 2003.
- Después de la regeneración realizada en los meses de verano del 2004 (Agosto – Septiembre), la sección “Hotel Victoria” mostró un aumento en el perfil de playa.
- La sección “Hotel Victoria” tuvo una ganancia neta de sedimento de $101,281.46 \text{ m}^3$ en un área de $27,988.54 \text{ m}^2$ después de la regeneración.
- La sección “Hotel Victoria” presentó en el mes de mayo dos grupos de sedimento: **arenas finas** cercanas a la zona de rompiente y **guijarros muy finos** en la berma.
- La sección “Hotel Victoria” se caracterizó por ser una playa muy poco estable por el alto contenido de CaCO_3 .

- La distribución espacial de tamaño de grano para la sección "Hotel Victoria" presenta granos finos hacia la parte sur.
- La distribución espacial de los trazadores fluorescentes predominó hacia el sur.

8.3.- Conclusión General.

- La dirección del transporte litoral presentó una componente en dirección NW – SE.

9.- Literatura Citada.

Anfuso, G. (2001). Morfología y dinámica sedimentaria del litoral gaditano entre Chipiona y Rota. Tesis Doctoral Univ. de Cádiz, 375pp.

Benavente, J. (1997). Introducción al estudio de la dinámica sedimentaria de las playas del Norte de la Bahía de Cádiz: Vistahermosa, Santa Catalina y La Puntilla. Tesis de Licenciatura. Universidad de Cádiz, 192 pp.

Benavente, J. (2000). Morfodinámica litoral de la bahía externa de Cádiz. Tesis Doctoral Univ. de Cádiz, 534 pp.

Benavente, J., Anfuso, G., Ghetti, A., Santa Rosa, M. A. (2005). Differential behavior of diverse sectors of a urban beach: La Victoria (Cádiz). Implication in Nourishment design. Congreso ICCCM'05 Tavira – Algarve, Portugal.

Berenguer, I. (1984). Fundamentos y aplicaciones de los métodos de análisis del oleaje. Cuadernos de investigación. CEDEX. Madrid. 40 pp.

Carter, R. W. G. (1988). Coastal environments. Academic Press, 617 pp.

Coastal Engineering Research Center (CERC) (1984). Shore protection manual. U.S. Army corps of engineers. Res. Center. Printing Office. Washington.

Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (1995). Medio Ambiente en Andalucía. Junta de Andalucía. Sevilla. 406 pp.

Dirección General de Puertos (1991). Clima marítimo en el litoral Español. Rom 0.3. Ministerio de Obras Públicas, Madrid.

- Farinato, R. S. y N. C. Kraus (1981).** Spectrofluorometric determination of sand tracer concentrations. *Journal of Sedimentary Petrology* 51: 663 – 665.
- Folk, R. L. y W. C. Ward (1957).** Brazos river bar. A study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sedimentary Petrology*, 27: 3 - 26.
- Folk, R. L. (1966).** A review of grain size parameters. *Sedimentology.*, 6: 73 – 93.
- Guillemot, E. (1986).** T eled etection des milieux littoraux de Baie de Cadix. Tesis Doctoral. Univ. Paris I, 151 pp.
- Horikawa, K. (1988).** Nearshore dynamics and coastal processes. Univ. Tokyo Press. 522 pp.
- Ingle, J. C. (1966).** The Movement of beach sand. New York: Elsevier.
- King, C. A. M. (1972).** Beaches and coasts. 2° Ed. Arnold. 570 pp.
- Komar, P. D. (1969).** The longshore transport of sand on beaches. Tesis doctoral. Univ. Of California. San Diego, CA. USA. 143 pp.
- Komar, P. D. (1998).** Beach processes and sedimentation. Prentice-Hall. 544 pp.
- Melier s, F. (1974).** Reserches sur la dynamique sédimentaire du Golfe du Cadix (Espagne). Tesis Doctoral, Univ. Paris, N° RC CNRS AV 206, 8, 235 pp.
- Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) (1991).** Actuaciones en la costa. Secretaría General Técnica. 307 pp.
- Montero de Burgos, J. L. y J. L. González (1974).** Diagramas bioclimáticos. Publicaciones Ministerio de Agricultura. Madrid. 379 pp.

- Muñoz - Pérez, J. J. (1996).** Análisis de la morfología y variabilidad de playas apoyadas en lajas rocosas. Tesis Doctoral. Univ. de Cádiz, 150 pp.
- Muñoz - Pérez, J. J. y Enríquez, J. (1998).** Dinámica litoral de una unidad fisiográfica completa: Sanlúcar – Rota. *Revista de Obras Públicas*, 3375: 35 – 45.
- Muñoz - Pérez, J. J., López B., Gutiérrez, J. M., Moreno, L. y Cuenca G. (2001).** Cost of beach maintenance in the Gulf of Cadiz (SW Spain). *Coastal Eng.*, 42: 143-153.
- Nieves, C. (2005).** Dinámica sedimentaria en playa el salado, Puerto Vallarta, Jal., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada B.C, 43 pp.
- Ojeda, J. (1989).** Dinámica litoral reciente de la costa occidental de Andalucía. En: *El cuaternario en Andalucía occidental*, AEQUA, Monografías, 1: 123 – 132.
- Sánchez, J. L. (1988).** Estudio climatológico de la Bahía de Cádiz. Instituto Hidrográfico de la Marina. Ministerio de Defensa, Cádiz. 150 pp.
- Short, A. (1979).** Three dimensional beach stage model, *Jour. Geol.* 87: 553 – 571.
- Sunamura T. y Horikawa (1971).** Predominant direction of litoral transporta long Kujyukuri beach, Japan. *Costal Engineering in Japan*, Vol. 14, 107 – 117.
- Tejedor, B., García, E., Aboitíz, A., Vidal, J. M. y Ruiz, A. (1997).** Estudio de las anomalías diurnas de las corrientes en la Bahía de Cádiz. IV Jornadas

Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas. Universidad de Cádiz. I: 87
– 99.

Teleki, P. G. (1966). Fluorescent sand tracers. Jour. Sedimentary Petrology
36:469 – 485.

Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class term for clastic sediment.
Jour. Geol., 30: 377 – 392.

Wiesmann, M. y K. Nehring (1951). Practice of Agrochemistry
(Agrikulturchemisches praktikum). Paul Parey, Berlin.

Yasso, W. E. (1966). Formulation and use of fluorescent tracer coatings in
sediment transport studies. Sedimentology 6:287 – 301.