

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

**“DINÁMICA SEDIMENTARIA EN PLAYA EL SALADO, PUERTO  
VALLARTA, JAL., MÉXICO.”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE**

**OCEANÓLOGA**

**PRESENTA**

**CAROLINA NIEVES CARDOSO**

**Ensenada, B.C., Marzo del 2005.**

## RESUMEN

Con el fin de determinar los cambios morfológicos en la línea de costa de Puerto Vallarta, Jal., en la playa conocida como El Salado y se compararon dos campañas de medición, abril y octubre del 2003. Se hicieron 25 perfiles de playa a lo largo de 1,193 km de longitud, estableciendo estaciones cada 60 m con coordenadas UTM. Se obtuvo un total de 44 muestras de sedimento que fueron tratadas según Folk. (1974). A partir de las muestras de sedimento se obtuvieron los parámetros texturales: media, desviación, asimetría y kurtosis para las dos campañas. El cambio de volumen en el perfil de playa, se realizó de acuerdo a Montes de Oca (1979). La corriente litoral se infirió a partir de los criterios descritos por Sunamura y Horikawa (1971) para ambos muestreos. A partir de la comparación de las dos campañas se concluye que durante condiciones de tormenta (abril), la zona de estudio presenta guijarros finos y arenas muy gruesas pobremente clasificadas, mientras que en condiciones de calma (octubre) se presentan arenas gruesas pobremente clasificadas. Existe una ganancia neta de  $12,305.35 \text{ m}^3$  para el mes de octubre en un área de superficie de  $23,873.2 \text{ m}^2$ . La corriente litoral para octubre es de sur a norte, mientras que para abril la dirección preferencial hacia el sur es en la porción norte. Pero debido a la presencia de estructuras de protección costera, es difícil inferir una dirección preferencial en la porción sur.

**“DINÁMICA SEDIMENTARIA EN PLAYA EL SALADO, PUERTO  
VALLARTA, JAL., MÉXICO.”**

**TESIS**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**OCEANÓLOGA**

PRESENTA

**CAROLINA NIEVES CARDOSO**

APROBADA POR

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente del Jurado**

M. C. Rigoberto Guardado France.

  
\_\_\_\_\_

**Sinodal Propietario**

M.C. Guillermo Eliézer Avila Serrano.

  
\_\_\_\_\_

**Sinodal Propietario**

Oc. Eduardo Gil Silva

## DEDICATORIA

***A mi mamá Yolanda Cardoso Tirado*** por enseñarme con el ejemplo a que todo lo que soñamos se puede alcanzar, solo falta dedicación, amor y fuerza. Mil gracias mamá, por todo el cariño que siempre nos has demostrado, por tu incansable dedicación para darnos todo lo mejor y más. Nunca terminaré de agradecerte todo el cariño, amor, paciencia y dedicación que me has tenido, porque gracias a ti he logrado terminar una etapa muy importante en mi vida. Te quiero mucho mamá, gracias por enseñarme a seguir mis sueños y dejarme volar.

***A mi papá Miguel Angel Nieves García*** por enseñarme a ponerme retos en la vida y seguir mis sueños, porque a pesar de la distancia estamos unidos con el corazón. Gracias pa', tu sabes que aunque la vida es dura, siempre hay que superar las pruebas que nos pone y tratar de ser feliz. Gracias por darme la mejor infancia junto con mi mamá, los quiero mucho.

***A mis hermanos, Marco y Migue,*** por darme todo su cariño siempre, impulsarme a ser mejor y aguantar mi carácter. Aunque no se los digo mucho, son los mejores hermanos y me siento orgullosa de que sean parte de mi. Mil gracias por todo, por estar conmigo, regañarme y apoyarme cuando es necesario. Los quiero mucho.

## AGRADECIMIENTOS

***Al M.C. Rigoberto Guardado France*** por haberme ayudado en todo lo necesario para terminar esta etapa. Gracias por el apoyo que me has brindado, tu confianza y dedicación. Te aprecio muchísimo y agradezco infinitamente el haber confiado en mí.

***Al M.C. Guillermo Eliézer Avila Serrano*** por siempre echarme la mano en todo lo posible, por hacerme reír y compartir conmigo un poco de tu tiempo. Muchas gracias Memo.

***Al Oc. Eduardo Gil Silva***, porque a pesar de la premura nunca me dijiste que no, y al contrario seguiste en la travesía junto con nosotros. Gracias por no echarme para atrás, te lo agradezco de verdad.

***Al M.C. Luis Antonio Cupul Magaña*** por haberme tomado en cuenta al proponer este tema. Luis, muchas gracias por todo, el apoyo económico y moral que me brindaste. Gracias por dejarme compartir contigo aquella reunión de geología, realmente lo aprecio mucho y espero no sea la última vez (jajajaaja). Gracias por todo, y a pesar de la distancia se que estas contento por mi.

***Al M.C. Amilcar Levi Cupul Magaña*** por todo el apoyo que me brindaste en Vallarta y el haberme tenido la confianza para abrirme las puertas de tu casa. Muchas gracias por todo el apoyo de equipo, material y personal que me diste para poder realizar este trabajo. Mil gracias a ti, Carmen y a tus hijos por hacerme sentir como de la familia en mi estancia en Vallarta.

***Al Oc. Juan Carlos Ramírez Acevedo*** por el apoyo que siempre me ha brindado. Gracias Juan por todo el cariño, dedicación y por la paciencia que

siempre me has tenido. Te agradezco infinitamente el haberme hecho las figuras de mi tesis, quedaron excelentes, sin ti no hubiera podido.

***Al Centro Universitario de la Costa*** por brindarme el apoyo de equipo y personal para la realización del trabajo de campo.

***A la Oc. Angélica Félix Delgado y a Julio Alejandro Sánchez Aldana*** por haberme ayudado en el muestreo bajo el tremendo sol de Vallarta. Gracias.

Gracias a todos los profesores y personal de la Facultad de Ciencias Marinas por el apoyo y amistad que me brindaron durante todos estos años.

Al Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Marinas por prestarme el laboratorio y equipo necesario para obtener los resultados de este trabajo. Gracias.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Gracias ma' por tu incansable amor y por haberme dejado estudiar oceanología. Se que no fue fácil, pero veme, ahora soy muy muy feliz.

Pa' la distancia no significa nada cuando hay amor, he aprendido que compartir nuestros logros y nuestra felicidad es la felicidad misma.

Migue, gracias por toda tu comprensión y amor. Sigue tus sueños.

Marco (mannto), gracias por hacerme ver que solo echándole ganas y dedicándonos logramos algo en la vida.

Rena, sabes que te quiero mucho y que aunque no estemos juntas, eso no importa para saber que estamos ahí. Gracias manta por siempre estar conmigo para apoyarme, en las buenas y en las malas, por tus regaños incansables, por hacerme reír y dejarme hacerte reír. Siempre estaremos juntas y quien sabe...algún día nos reiremos del dolor que algún día sentimos. Te quiero mucho manta.

Juan, gracias por todo, por estos 5 años que pasamos juntos por enseñarme que la vida es dura pero siempre se puede. Gracias por tu amor y comprensión, aunque nunca sabremos que sigue después. La meta a seguir siempre es ser feliz.

Lauriux, gracias por estar ahí, por tratarme de entender y por compartir esta amistad. Te quiero mucho y te agradezco todo el apoyo que me has brindado desde que nos conocemos. Esta amistad seguirá.....

A Caro y Luismi porque siempre han estado conmigo, y a pesar de la distancia nuestra amistad ha ido creciendo con el tiempo Gracias por seguir ahí, los quiero mucho.

A todo el departamento de Geología por su incondicional apoyo, muchas gracias.

Gracias a Chabe y a Doña Tere por siempre estar dispuestas a escucharme, por los cafecitos justo como me gustan y por sus interminables palabras de aliento en todos los momentos difíciles de la carrera.

A todos los compas, Anita, César, Carlos, Iván, Chacha, Kuko, plebes, Amilcar, Luz, Nai, Quique; a todos por estar ahí y por hacerme sentir parte de ustedes. Gracias.

A mi hermosa perrita Juca por llegar a mi vida, por hacerme enojar y ponerme feliz de saber que está ahí pa moverme la cola sin pedir nada a cambio. Te quiero mucho chiquita.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	I
APROBACION.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	XI
ANEXO I.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVO.....	9
ÁREA DE ESTUDIO.....	10
METODOLOGÍA.....	12
RESULTADOS	
I. Perfiles.....	16
II. Volumen de sedimento.....	22
III. Parámetros texturales	
III.1 Paralelo a la costa.....	24
III.2 Perpendicular a la costa.....	32
DISCUSIONES.....	36
CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS.....	41

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> Localización de playa El Salado, Puerto Vallarta, Jal., México.....	11
<b>FIGURA 2.</b> Comparación gráfica de perfiles 1 a 10 de las dos campañas. Se indica el mes en que fue realizado.....	18
<b>FIGURA 3.</b> Comparación gráfica de perfiles 11 a 20 de las dos campañas. Se indica el mes en que fue realizado.....	19
<b>FIGURA 4.</b> Comparación gráfica de perfiles 21 a 25 de las poscampañas. Se indica el mes en que fue realizado.....	20
<b>FIGURA 5.</b> Mapa de contorno en 3D para el 16 de abril del 2003.....	23
<b>FIGURA 6.</b> Mapa de contorno en 3D para el 27 de octubre del 2003.....	24
<b>FIGURA 7.</b> Distribución espacial de la media en escala phi para abril del 2003.....	25
<b>FIGURA 8.</b> Distribución espacial de la media en escala phi para octubre del 2003.....	26
<b>FIGURA 9.</b> Distribución espacial de desviación en escala phi para abril del 2003.....	27
<b>FIGURA 10.</b> Distribución espacial de desviación en escala phi para octubre del 2003.....	28
<b>FIGURA 11.</b> Distribución espacial de asimetría en escala phi para abril del 2003.....	29

<b>FIGURA 12.</b> Distribución espacial de asimetría en escala phi para octubre del 2003.....	30
<b>FIGURA 13.</b> Distribución espacial de kurtosis en escala phi para abril del 2003.....	31
<b>FIGURA 14.</b> Distribución espacial de kurtosis en escala phi para octubre del 2003.....	32
<b>FIGURA 15.</b> Dirección de la corriente litoral para abril del 2003.....	34
<b>FIGURA 16.</b> Dirección de la corriente litoral para octubre del 2003.....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA I.</b> Localización de las muestras para las dos campañas de mediciones (abril y octubre del 2003).....	13
<b>TABLA II.</b> Pendientes de los perfiles para cada campaña de medición, con su respectiva diferencia.....	21
<b>TABLA III.</b> Volumen total de sedimento entre las dos campañas realizadas.....	22

## ANEXO I

- Variación de los parámetros texturales obtenidos a partir del método de los momentos para abril del 2003.....1
  
- Variación de los parámetros texturales obtenidos a partir del método de los momentos para octubre del 2003.....2

## INTRODUCCIÓN

Las playas son depósitos de arena o grava que cubren la costa en muchos lugares y algunas veces éstas parecen no cambiar durante cierto tiempo. Sin embargo, por algún efecto natural o provocado por el hombre pueden modificar completamente sus características y hasta desaparecer por completo en poco tiempo (Lizárraga-Arciniega, 1972).

El perfil de playa es un importante indicador de la variación de la línea costera ya que nos permite establecer y cuantificar los cambios en el volumen de sedimento y por ende en la morfología de una zona en particular. En un tiempo determinado, si las pérdidas de material son mayores a las ganancias habrá un déficit neto que será reflejado en la disminución del volumen total de sedimento en una playa o en la zona litoral, es decir, habrá erosión (Castillón-Álvarez, 1988).

De manera contraria, si las ganancias son mayores a las pérdidas, habrá depositación y existirá un equilibrio cuando el volumen de sedimento erosionado es igual al depositado lo que resultará en una zona costera sin aparentes cambios mayores en su morfología (Castillón-Álvarez, 1988).

Este equilibrio puede darse en diferentes escalas de tiempo (horas, días, meses o años) y puede ser alterado por factores externos (cambios naturales o

inducidos por la mano del hombre) que modifiquen el ciclo natural de la playa (Komar, 1998)

Por lo expuesto, es evidente la importancia de realizar estudios sobre la dinámica sedimentaria en la línea de costa, especialmente los que definan la dirección del transporte de sedimento en las zonas costeras donde se planea el desarrollo de proyectos turísticos. También es importante considerar dicha dinámica para el diseño de estructuras de protección y construcción de obras portuarias (Castillón-Álvarez, 1998; Cruz-Colín, 1994; Cruz-Varela, 1989).

El desarrollo de la zona costera se ha incrementado con los años y como resultado de ello, se han presentado serios problemas ya que los asentamientos humanos incluyendo la infraestructura, se ven seriamente amenazados ante las fluctuaciones naturales del sistema costero y la presencia de fenómenos naturales como son las tormentas.

La utilización de estructuras costeras como espigones, escolleras o rompeolas, han sido las soluciones en el diseño de proyectos costeros porque retienen sedimento en aquellas zonas donde hay problemas de erosión. Esto produce cambios en la configuración general de la costa debido a que el tipo de estructuras pueden provocar grandes modificaciones en la hidrodinámica costera (Guardado-France, 1997).

Puerto Vallarta, Jal., es uno de los principales destinos turísticos del país, se encuentra situado dentro de la Bahía de Banderas que es una zona sujeta a diferentes riesgos naturales como: sismicidad, fenómenos volcánicos e hidrometeorológicos.

Dentro de estos últimos, se sabe que Bahía de Banderas está constantemente expuesta a huracanes, ciclones e inundaciones. (<http://www.e-local.gob.mx/enciclo/jalisco/mpios/14067a.htm>) En el 2002 las costas jaliscienses fueron afectadas con la llegada del huracán Kenna, provocando un incremento en la altura y energía del oleaje que produjo el retroceso de playas y causó un impacto ambiental y económico para la población jalisciense.

Existen antecedentes que evidencian el que durante los últimos años, las playas de Puerto Vallarta han presentado problemas de erosión, en particular a lo largo de 7 kilómetros en la parte norte de Bahía de Banderas, porque se han visto afectados los desarrollos turísticos de la zona.

Hasta la fecha los estudios realizados sobre dinámica sedimentaria en ésta zona son pocos y sin continuidad, lo que no permite utilizar su información con fines de planeación y diseño. Por lo tanto y debido a la importancia económica que revisten las actividades costeras que se desarrollan en Puerto Vallarta, es necesario realizar estudios que conlleven a estimar la manera en que se comporta la dinámica sedimentaria en ésta zona.

## ANTECEDENTES

En general, existen diversos estudios realizados en las costas de Bahía de Banderas, sin embargo, son pocos los estudios enfocados a la dinámica sedimentaria.

- Antecedentes Generales

En el puerto de Ensenada, Castellón-Álvarez (1988) obtiene que la presencia del espigón El Gallo, la deriva litoral y el rompeolas, influyen en las variaciones del perfil de playa. El patrón general de la playa es depositación en la parte norte y erosión en la parte sur, lo cual sugiere una circulación litoral en sentido de sur a norte.

En la Bahía de Kino, Sonora, Cruz-Varela (1989) determina el sentido del transporte litoral a partir de las características texturales del sedimento utilizando el método de los momentos y el modelo de Sunamura y Horikawa (1971). Encuentra que en invierno hay dos trayectorias de transporte opuestas en el sector Norte; la primera con dirección Sur y la segunda preferencialmente al Norte. La divergencia de las corrientes ocasionan la formación de un tómbolo incipiente. Para el sector sur predomina el transporte hacia el interior de la laguna.

En las playas El Sauzal y Pesquera Zapata al sur Ensenada, B.C., López-Luna (1990) hace la cuantificación del volumen de sedimento, utilizando una secuencia de perfiles de playa referidos al nivel de bajamar medio inferior. A partir de muestras de sedimento obtiene los parámetros texturales y calcula el volumen total transportado por la corriente litoral

En el Puerto de Ensenada, B.C., Van-Dooren (1991) determina el volumen de sedimento depositado en la parte no protegida del rompeolas. Compara los volúmenes de sedimento obtenidos a partir de perfiles topográficos y determina los parámetros texturales de los sedimentos obteniendo y la dirección de la corriente litoral.

En la Bahía de Todos Santos, B.C., México, Cruz-Colín (1994) calcula analíticamente el balance sedimentario a partir de celdas litorales. Con los datos de los procesos costeros indica el volumen de sedimento transportado para un segmento dado de costa. Identifica cuatro celdas litorales para la Bahía, al Norte una celda que va desde punta San Miguel a Punta Morro y otra que va desde Punta Morro al Puerto de Ensenada. Al centro de la Bahía una tercera celda que va desde el espigón El Gallo a la boca del Estero de Punta Banda, y al Sur la cuarta celda entre la boca del Estero a la península de Punta Banda. El principal aporte a la Bahía es por la erosión de los cantiles y el drenado por ríos.

En la termoeléctrica de Rosarito, B.C., Appendini-Albrechtsen (1995) utiliza el modelo GENESIS que simula el cambio de la línea de costa para calcular la tasa de transporte. Con datos de un año de datos de oleaje, estima el volumen de sedimento que penetra en la obra de toma de agua de dicha termoeléctrica. También calcula el volumen de sedimento que penetra mensualmente a la obra a partir del balance de sedimento. Encuentra que en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo puede existir mayor azolve (mayor a los 500 m<sup>3</sup>) dentro de la obra de toma en la central termoeléctrica. Para el resto del año el volumen de sedimento susceptible a entrar es de alrededor de los 3000 m<sup>3</sup>.

En Bahía Concepción, B.C.S., Motolinía-Hidalgo (1996) hace la caracterización granulométrica de los sedimentos a partir de la comparación de parámetros texturales. Utiliza gráficas binarias para la diferenciación de los ambientes de sedimentación y aplica el criterio de Sunamura y Horikawa (1971) para determinar la dirección del transporte sedimentario.

En la Bahía de Todos Santos, B.C., México, Barrera-Gaona (1998) compara diferentes modelos de transporte sedimentario. Encuentra que el modelo de Sunamura y Horikawa es el más adecuado y se aplica unidireccionalmente, ya que compara media y desviación para obtener la fuente y destino del material sedimentario. Determina 6 tendencias principales de transporte, en la zona somera hay convergencia de material sedimentario hacia la región central de la Bahía mientras que en el área del cañón hay dos tendencias con dirección NE.

En la playa de La Misión, Ensenada, B.C. Lugo-Ibarra (2004) analiza datos de perfiles de playa y muestras de sedimento que la caracterizan. Compara los perfiles para obtener el volumen y sentido del sedimento transportado. Aplica el método de Kraus para predecir el estado de los perfiles resultando que la playa es vulnerable a procesos erosivos por ser una zona abierta.

- Antecedentes Particulares

Martinez-Bringas, *et al.* (1982) llevan a cabo un estudio en las costas de Jalisco donde observan que las localidades en zonas protegidas, como el caso de Puerto Vallarta, presentan una mayor variación en el tamaño, clasificación y simetría en sus sedimentos. Relaciona la pendiente de playa con el tamaño de grano, encontrando que cuanto mayor es la pendiente, mayor será el tamaño de grano.

Kreeke, *et al.*, (2001) realizaron un estudio de los intercambios y fuentes de sedimento. Encontraron que la Bahía de Banderas está dispuesta en varias celdas y playas de bolsillo, que de acuerdo a los análisis químicos y de tamaño de grano, el principal aporte de sedimento es de acantilados y ríos.

Cupul-Magaña, *et al.*, (2004) realizan un estudio para determinar las causas de la repentina desaparición de la playa de Mismaloya en Jalisco. A partir de

perfiles topográficos, batimétricos y análisis de las características físicas del sedimento concluyen que el evento fue ocasionado a un deslizamiento del sedimento que yacía en pendientes muy abruptas del perfil costero y a las características tixotrópicas del sedimento.

Félix-Delgado (2004) obtiene datos topográficos, sedimentológicos y de oleaje para analizar las características geomorfológicas y físicas en presencia de estructuras de protección costera. Encuentra que la corriente litoral predominante va de Norte a Sur, de acuerdo a parámetros texturales, así como el hecho de que las estructuras de protección costeras interfieren con la depositación de sedimento. Es por ello que tienen como resultado áreas con diferentes direcciones en la corriente litoral y por tanto, diferencias en cuanto al aporte sedimentario en el área. Utiliza un modelo de predicción de oleaje (SWAN) con una base de datos para 10 años, obteniendo la refracción y estableciendo las características del oleaje arribando a la zona de estudio, incluyendo el su ángulo de aproximación.

## OBJETIVO

### ● General

Establecer la dinámica sedimentaria en Playa El Salado, Puerto Vallarta, Jal., México.

### ● Particular

1. Determinar las características texturales del sedimento (media ( $\mu$ ), desviación ( $\sigma$ ), asimetría ( $sk$ ) y kurtosis ( $k$ )).
2. Comparar los cambios morfológicos del perfil de playa durante dos épocas del año (abril y octubre del 2003).
3. Inferir la dirección de la corriente litoral.

## ÁREA DE ESTUDIO

Puerto Vallarta se localiza en el occidente del país y al poniente del estado de Jalisco entre las coordenadas 20°27'00" y 20°59'00" de latitud norte y los 104°55'00" y 105°33'00" de longitud oeste, a una altura promedio de 2 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).

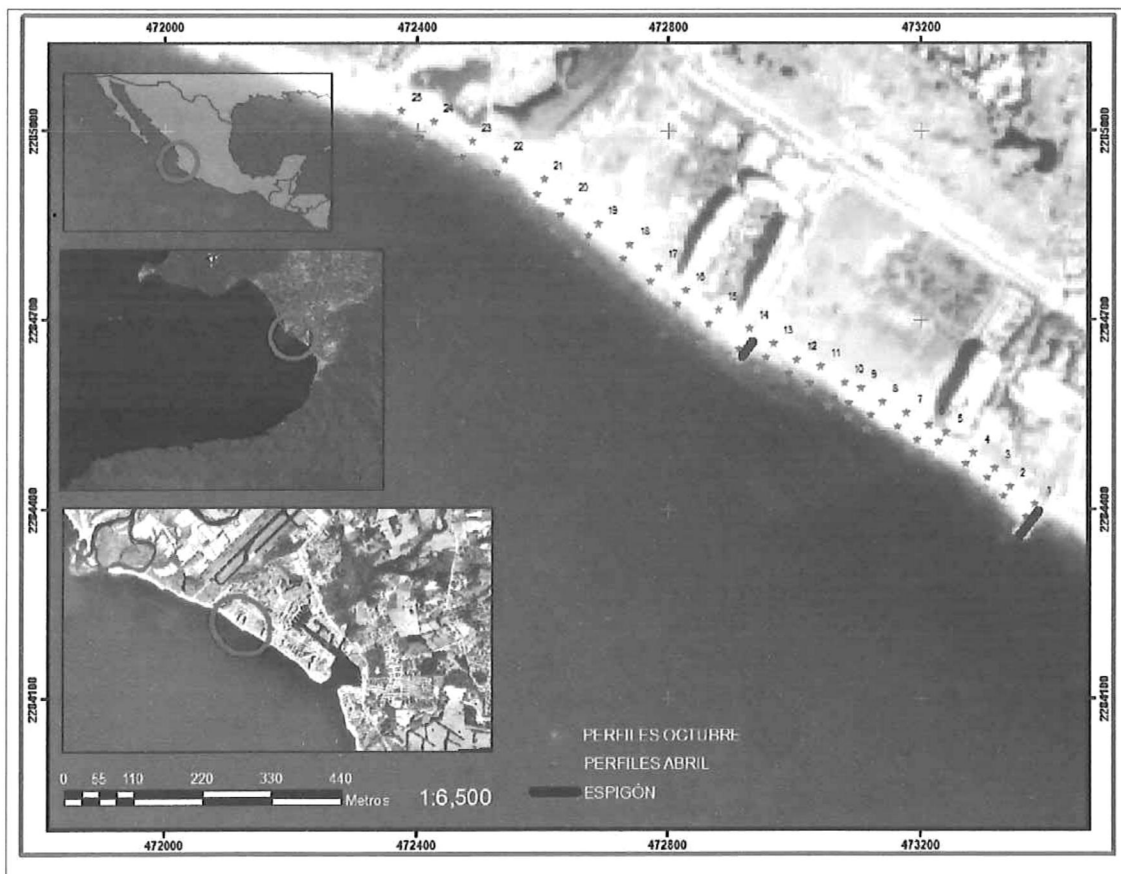
Limita al norte con el estado de Nayarit, al sur con el municipio de Cabo Corriente y Talpa de Allende; al oriente con San Sebastián y Mascota y al poniente con el Océano Pacífico. Su extensión territorial es de 1,300.67km<sup>2</sup>. (<http://www.e-local.gob.mx/enciclo/jalisco/mpios/14067a.htm>).

El clima es semitropical y húmedo, la temperatura máxima es de 31° C. en el verano y la mínima de 19° C en el invierno; con una media anual de 25° C. La temporada de lluvias abarca de mediados del mes de junio a finales del mes de agosto, continuando con lluvias aisladas hasta mediados de octubre; tiene una precipitación media anual de 1,417 milímetros. Los vientos dominantes son en dirección suroeste y no presentan heladas (<http://www.e-local.gob.mx/enciclo/jalisco/mpios/14067a.htm>).

Martinez-Bringas (1982) establece de manera regional, que el estado de Jalisco se aproxima a la Sierra Madre del Sur e influye en la morfología costera que presenta una costa juvenil la cual tiene una angosta planicie con notables accidentes litorales. Esta porción litoral está asociada también a una plataforma

continental muy angosta, con pendientes abruptas y playas de poca longitud sin dunas y con sedimento de color claro.

El municipio está regado al norte por los ríos Ameca que sirve de límite entre los estados de Jalisco y Nayarit, el Mascota que descarga sus aguas en el anterior cerca del poblado de Las Juntas, El Pitillal, La Vena de Santa María y El Cuale, que cruza la ciudad. Al sur se encuentran los arroyos de Las Amapas, Las Estacas, El Carrizo, Palo María, Mismaloya, Los Horcones y el de Quimixto. Al norte de la ciudad se encuentra el estero de El Salado (Fig. 1)



**Figura 1.** Localización de playa El Salado, Puerto Vallarta, Jal., México. Los círculos en rojo indican la ubicación del área de estudio.

## **METODOLOGÍA**

### **1.-Perfiles**

Con el fin de determinar los cambios morfológicos en la línea de costa, se realizaron 25 perfiles de playa a lo largo de 1,193 km de longitud, estableciendo estaciones con separación cada 60 metros.

Las coordenadas marcadas al inicio de cada uno de los perfiles, siguen una sola línea de muestreo, ya que en la mayor parte el área de estudio se contaba con construcciones y/o estructuras pertenecientes a hoteles que delimitan la playa (Tabla I).

En el caso donde se presentaron estructuras de protección costera, se tomaron perfiles en ambos lados de la misma. Las estaciones fueron referenciadas con un GPS marca GARMIN. Los datos del perfil se tomaron por medio de nivelación diferencial y se refirieron al Nivel de Bajamar Medio Inferior.

Se realizaron dos campañas de medición (16 de abril y 27 de octubre del 2003) con el fin de detectar los cambios producidos por condiciones de calma y de tormenta, lo que corresponde a octubre(verano) y abril (invierno). Los datos obtenidos se procesaron y analizaron para determinar las variaciones en el perfil en ambas condiciones.

Para facilitar la obtención del cambio de volumen de sedimento, los perfiles fueron estandarizados hasta la longitud de 20 m y se compararon ambas campañas. El cálculo de volúmenes, fue de acuerdo a Montes de Oca (1979). Se calculó la pendiente de cada perfil en las dos campañas, con la ayuda del programa Excel 2003. Esto con el fin de estimar si dichos perfiles siguen un patrón a lo largo de la zona de estudio.

## 2.-Muestreo de sedimentos

Con la finalidad de identificar las características texturales del sedimento, se tomaron muestras según la morfología de la playa, con un nucleador de mano en la cara y en la rompiente con su respectiva ubicación (Tabla I). Estas muestras fueron empaquetadas y etiquetadas para su posterior manejo en laboratorio.

Tabla I. Localización de las muestras en las dos campañas de mediciones (abril y octubre del 2003)

No. Perfil	Localización (m)	Coordenadas al inicio del perfil (UTM)	
		X (m)	Y (m)
1	0 y 25	473384	2284410
4	0 y 20	473286	2284491
7	0 y 25	473179	2284554
10	0 y 30	473080	2284603
13	0 y 25	472968	2284664
14	0 y 35	472930	2284688
16	0 y 25	472829	2284748
18	0 y 25	472740	2284821
20	0 y 25	472642	2284890
22	0 y 25	472540	2284956
24	0 y 30	472428	2285015

Las muestras se colectaron cada 120 m a lo largo de la playa, obteniendo en total 44 muestras. En donde se encontraban estructuras de protección costera, las muestras se tomaron en ambos lados de ellas.

El sedimento fue pre-tratado para eliminar materia orgánica con solución de peróxido al 15% (Folk.,1974). Posteriormente estas fueron secadas y cuarteadas obteniendo entre 60 y 100 gr debido a que algunas de las muestras contenían material muy grueso. Finalmente, se utilizó un juego de tamices (U.S. Stándar) con intervalos de  $0.5\Phi$  para obtener el porcentaje en peso correspondiente a cada tamaño y así, obtener los descriptivos correspondientes por medio de una hoja de cálculo en Excel utilizando el método de los momentos descrito por Folk (1974). La representación gráfica de los resultados se elaboró mediante los programas ArcGis 8 y Sufer 7. Los datos obtenidos se explican de manera paralela y perpendicular a la costa para determinar el comportamiento del sedimento en estas direcciones.

### 3.-Corriente litoral

La dirección de la corriente litoral se obtuvo de acuerdo a los criterios de Sunamura y Horikawa (1971), con base en las tendencias de los valores de media y clasificación, mismos que fueron obtenidos del análisis granulométrico y la aplicación del método de los momentos. Este criterio se basa en el comportamiento del sedimento bajo presencia de corrientes generadas por el oleaje, las cuales transportan el sedimento en una misma dirección. Como

consecuencia de este transporte (acción mecánica) el grano se desgasta o fractura en este mismo sentido disminuyendo de tamaño lo cual puede indicar la dirección del transporte litoral.

## RESULTADOS

Con la finalidad de poder describir de manera clara los resultados obtenidos durante el muestreo realizado (el 16 de abril y 27 de octubre del 2003) estos serán presentados por separado y se describen de la siguiente manera:

- I. Perfiles de playa.
- II. Volumen de sedimento.
- III. Parámetros estadísticos del sedimento.
  - III.1 Paralelo a la costa.
  - III.2 Perpendicular a la costa.
- IV. Corriente litoral.

La longitud total de la zona de muestreo es de 1,193 m en la cual se ubica un espigón entre los 493 y los 538 metros (entre los perfiles 13 y 14), a partir del inicio del muestreo en la porción sur donde se ubicó el primer perfil.

### I. Perfiles

En las figuras 2 a 4 se muestran los perfiles obtenidos en ambas campañas (abril y octubre del 2003). Los perfiles se caracterizan por presentar pendiente baja del orden de 3° a 5° (Tabla II) y por ser relativamente cortos, ya que el perfil mas largo alcanza los 60 m desde su inicio hasta la zona de rompiente. Los perfiles son muy similares en las dos campañas, ya que estos siguen un comportamiento casi paralelo. Por lo tanto las diferencias en altura y

volumen de sedimento son pocas. Sin embargo, la diferencia es en longitud para el mes de octubre.

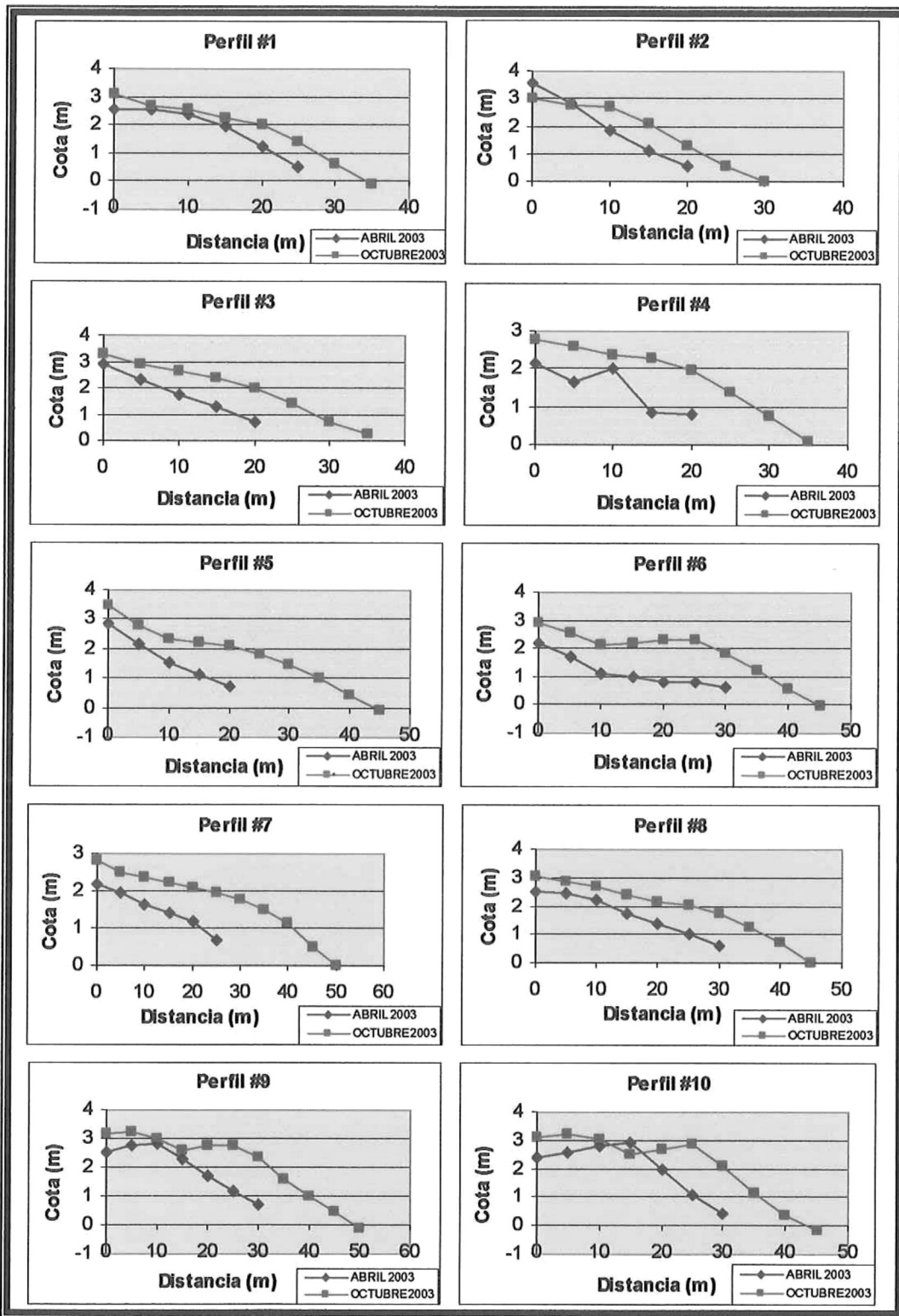


Figura 2. Comparación gráfica de los perfiles 1 a 10 de las dos campañas. Se indica el mes en que fue realizado.

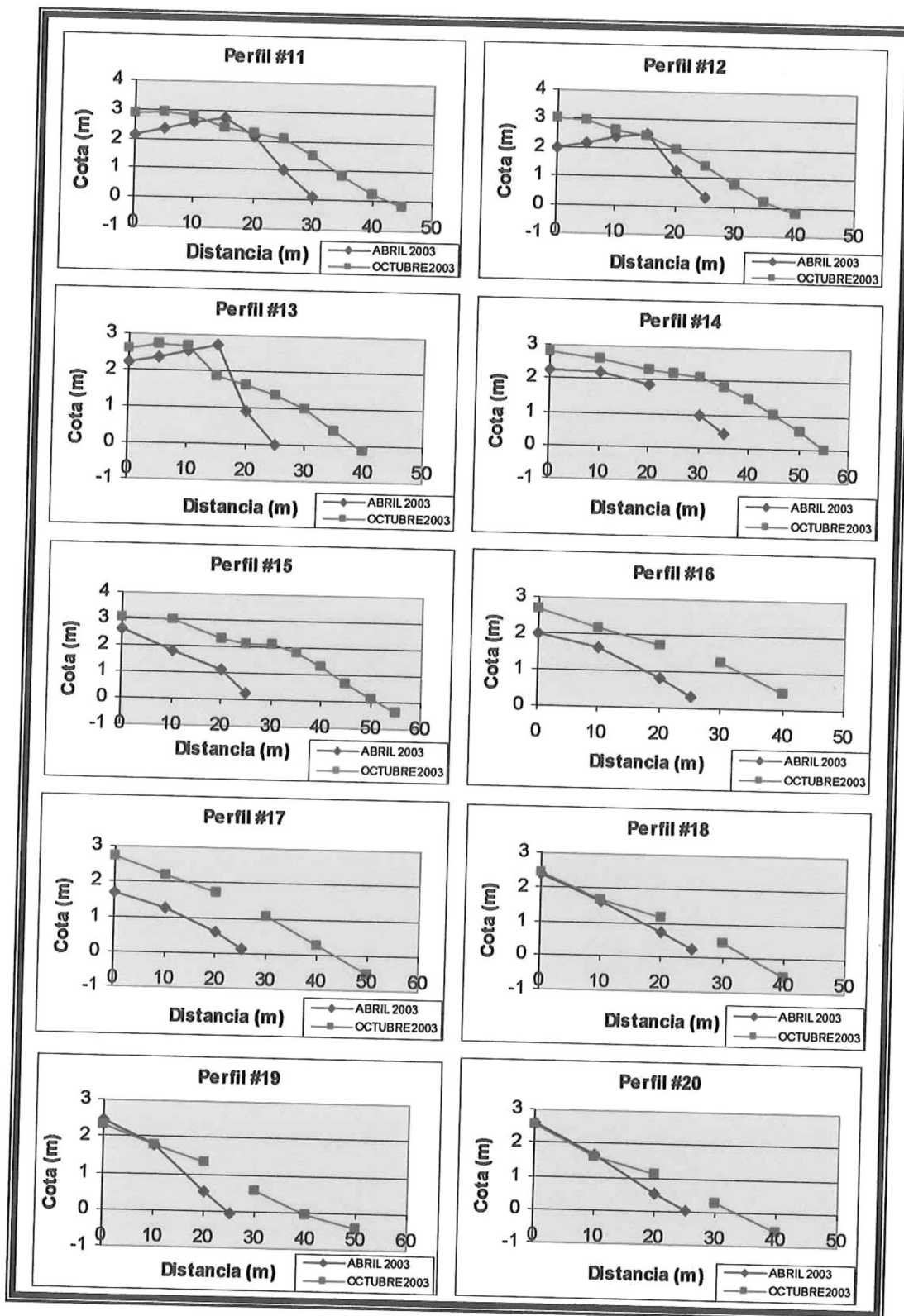


Figura 3. Comparación gráfica de los perfiles 11 a 20 de las dos campañas. Se indica el mes en que fue realizado.

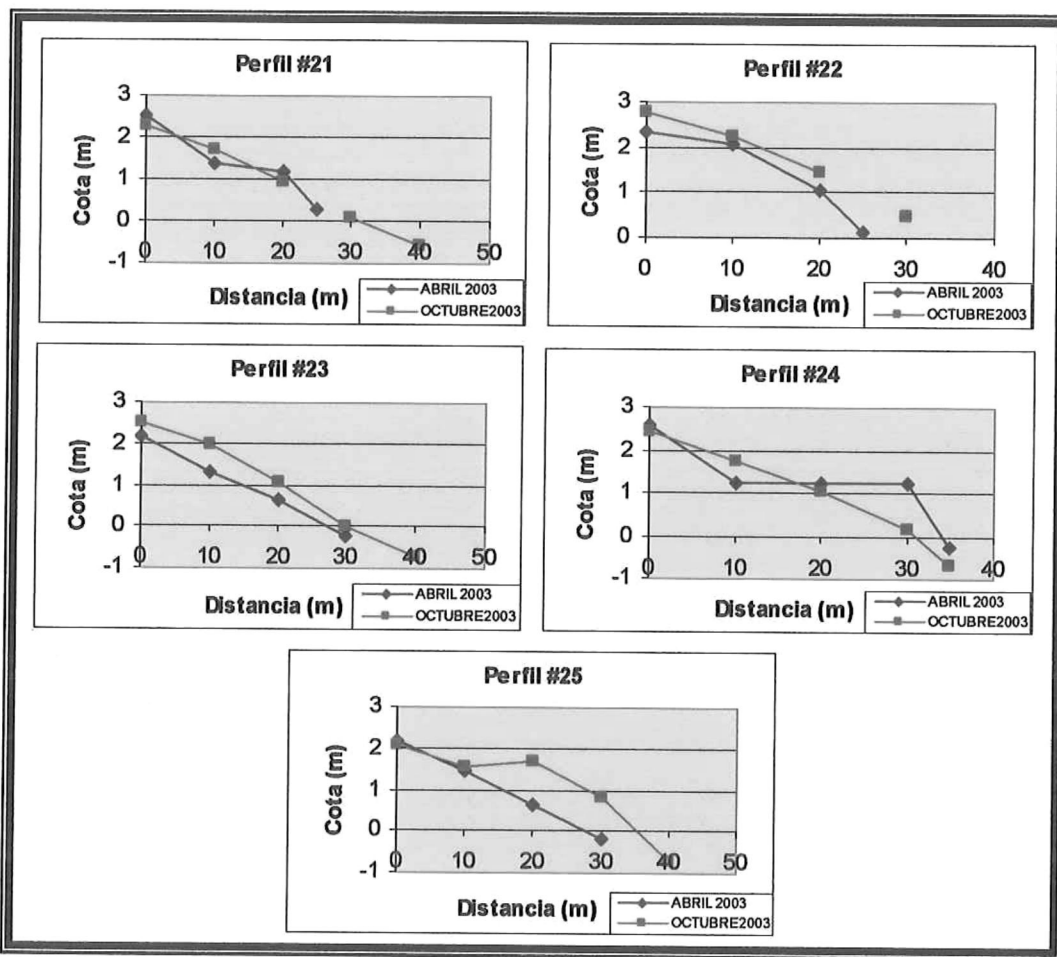


Figura 4. Comparación gráfica de los perfiles 21 a 25 de las dos campañas. Se indica el mes en que fue realizado.

Tabla II. Pendientes de los perfiles medidos para cada campaña de medición, con su respectiva diferencia.

perfil	PENDIENTE EN GRADOS		
	abril	octubre	Diferencia
1	4.7	4.9	0.2
2	8.7	6.1	2.7
3	6.2	4.9	1.2
4	4.0	4.0	0.0
5	5.9	3.9	2.0
6	2.8	3.1	0.3
7	3.3	2.9	0.5
8	3.8	3.5	0.3
9	4.0	3.7	0.3
10	3.9	3.5	0.4
11	3.7	4.1	0.3
12	3.6	4.9	1.3
13	5.0	4.1	0.9
14	3.0	3.1	0.1
15	5.1	3.5	1.5
16	3.8	3.5	0.2
17	3.5	3.7	0.1
18	4.8	4.2	0.6
19	5.8	3.3	2.6
20	5.9	4.3	1.6
21	4.5	4.2	0.3
22	5.0	4.8	0.2
23	4.6	4.8	0.2
24	3.4	4.9	1.5
25	4.0	3.6	0.4

De manera general, se observa que los perfiles en el mes de octubre se encuentran por arriba de los de abril (Figura 2 a 4). Se puede apreciar que para este mes disminuye la altura de manera casi constante respecto a los de octubre. Por otra parte, el perfil 13 y 24, presentan un comportamiento inverso.

Respecto a la longitud de los perfiles es evidente la diferencia en los dos meses de muestreo, ya que son mayores durante octubre en promedio por 20 m.

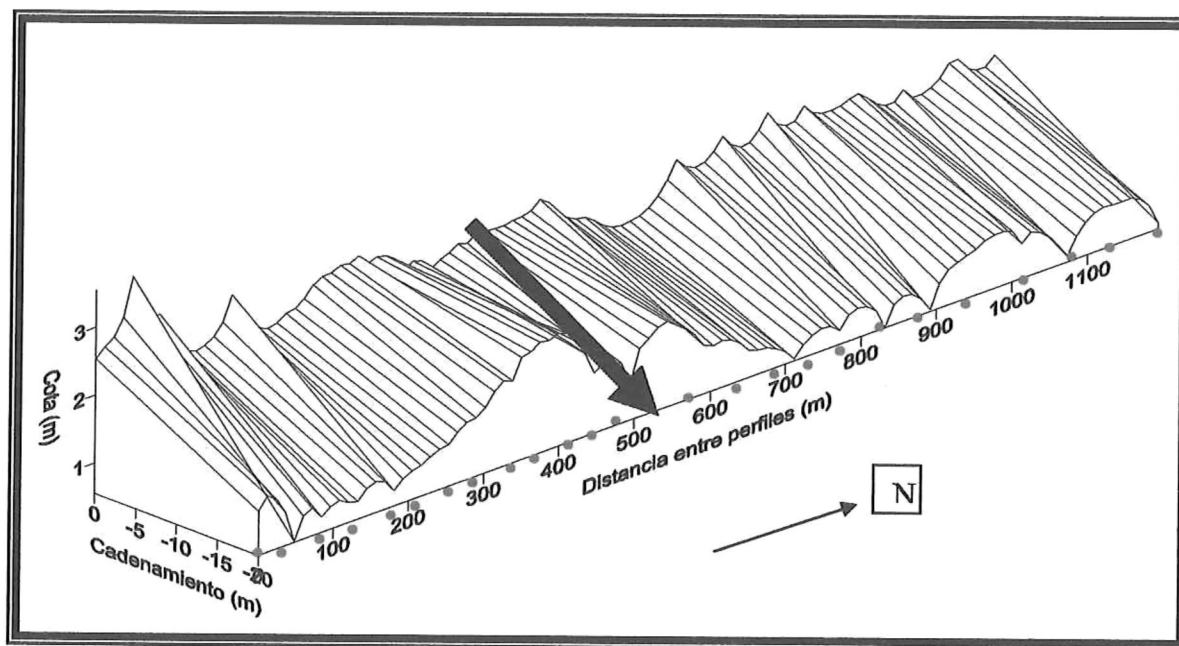
## II. Volumen de sedimento

A partir de los perfiles se obtuvieron los volúmenes de sedimento para las dos campañas. Para abril se contó con 41,432.90 m<sup>3</sup>, mientras que para octubre con 53,738.26 m<sup>3</sup>. Esto indica una ganancia neta para el mes de octubre de 12,305.36 m<sup>3</sup> (Tabla III).

Tabla III. Volumen total de sedimento entre las dos campañas realizadas.

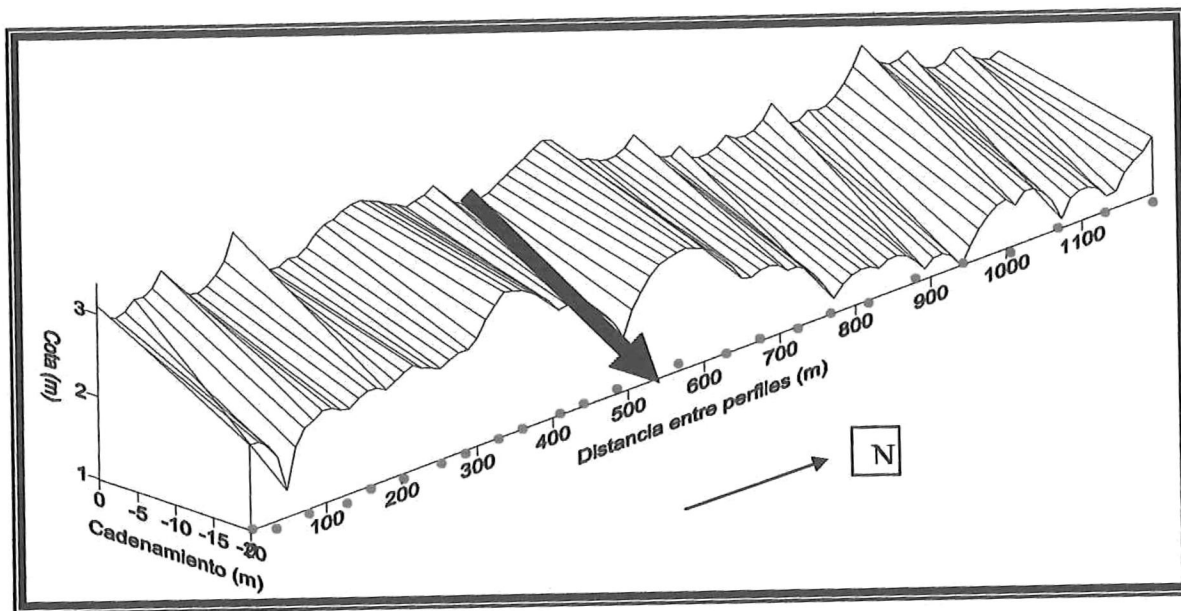
	Abril	Octubre
Volumen (m <sup>3</sup> )	41,432.906315	53,738.264147
Área superficial total (m <sup>2</sup> )	23,873.20	23,873.20
Cambio de volumen total (m <sup>3</sup> )	12,305.36	

Se puede notar que para el mes de abril, la mayor cantidad de sedimento se encuentra ubicado entre los 300 y 500 m, que es donde se localiza el espigón, entre los perfiles 13 y 14 (Figura 5). En los extremos norte y sur sucede lo contrario, la menor cantidad de sedimento está en los primeros 200 m y posteriormente, a los 700 m desde el inicio del perfil.



**Figura 5.** Mapa de contorno en 3D para el 16 de abril del 2003. La flecha de mayor grosor indica el espigón (Los puntos rojos indican la ubicación de los transectos).

Para el muestreo realizado en octubre, se observa un aumento general en el volumen de sedimento, llega a tener cotas de poco más de 3 m. En los primeros 700 m, se distingue un mayor incremento al que se muestra entre los 800 m y 1000 m (Figura 6).



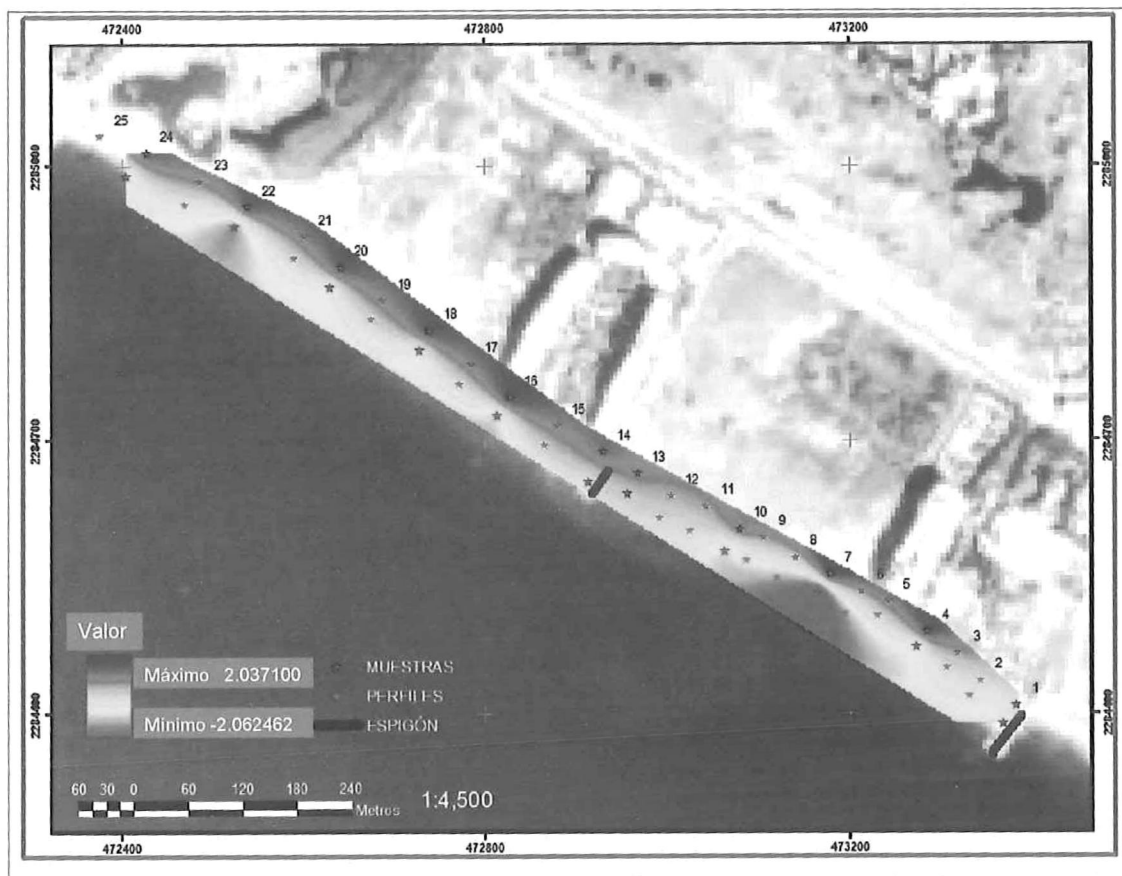
**Figura 6.** Mapa de contorno en 3D para el 27 de octubre del 2003. La flecha de mayor grosor indica el espigón (Los puntos rojos indican la ubicación de los transectos).

### III. Parámetros texturales

#### III.1 Paralelo a la costa

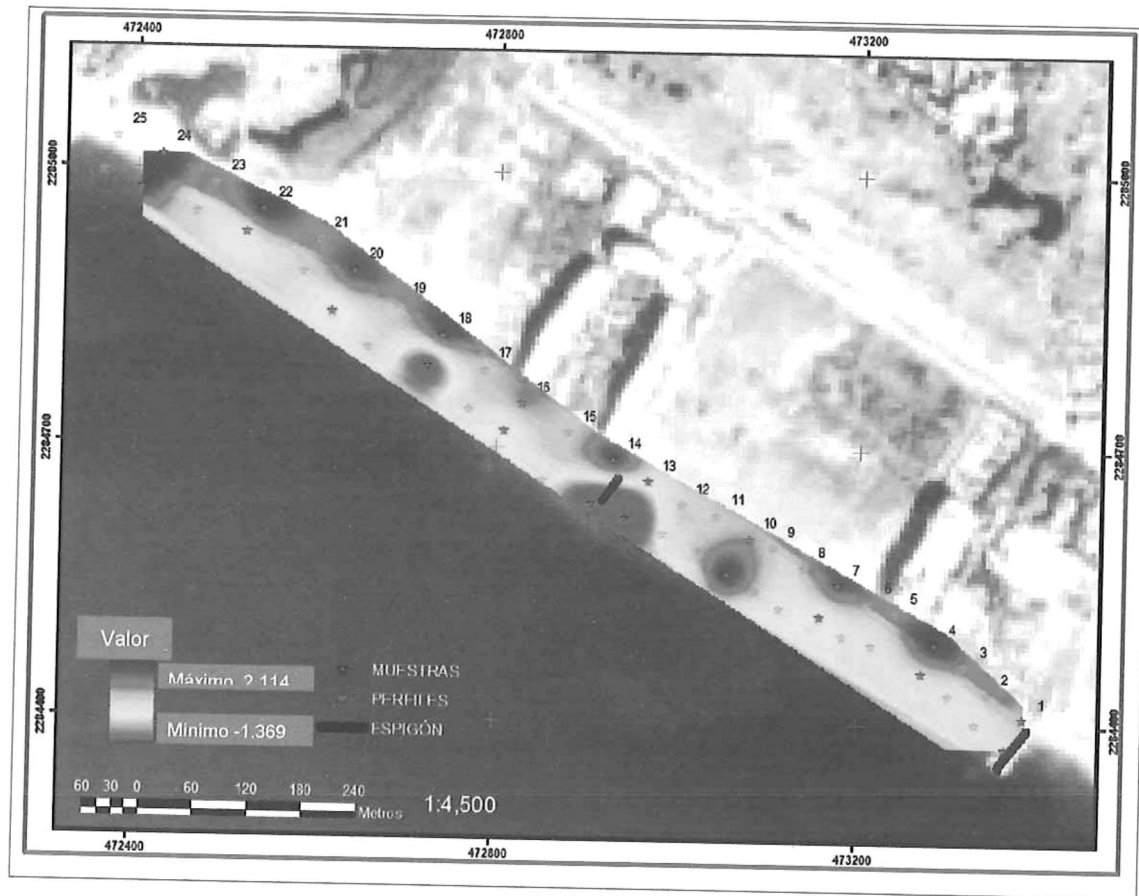
##### Media

La media determina el promedio del tamaño de grano y de manera paralela a la costa, se puede observar que en el mes de abril el sedimento tiene predominantemente arenas muy gruesas ( $-1$  a  $0 \Phi$ ) para los primeros 300 m. A partir de este punto, el tamaño del sedimento disminuye y predominan las arenas gruesas ( $0$  a  $1 \Phi$ ) para el resto del área de estudio (Figura 7 y Tabla III, Anexo I).



**Figura 7.** Distribución espacial de la media en escala phi para abril del 2003.

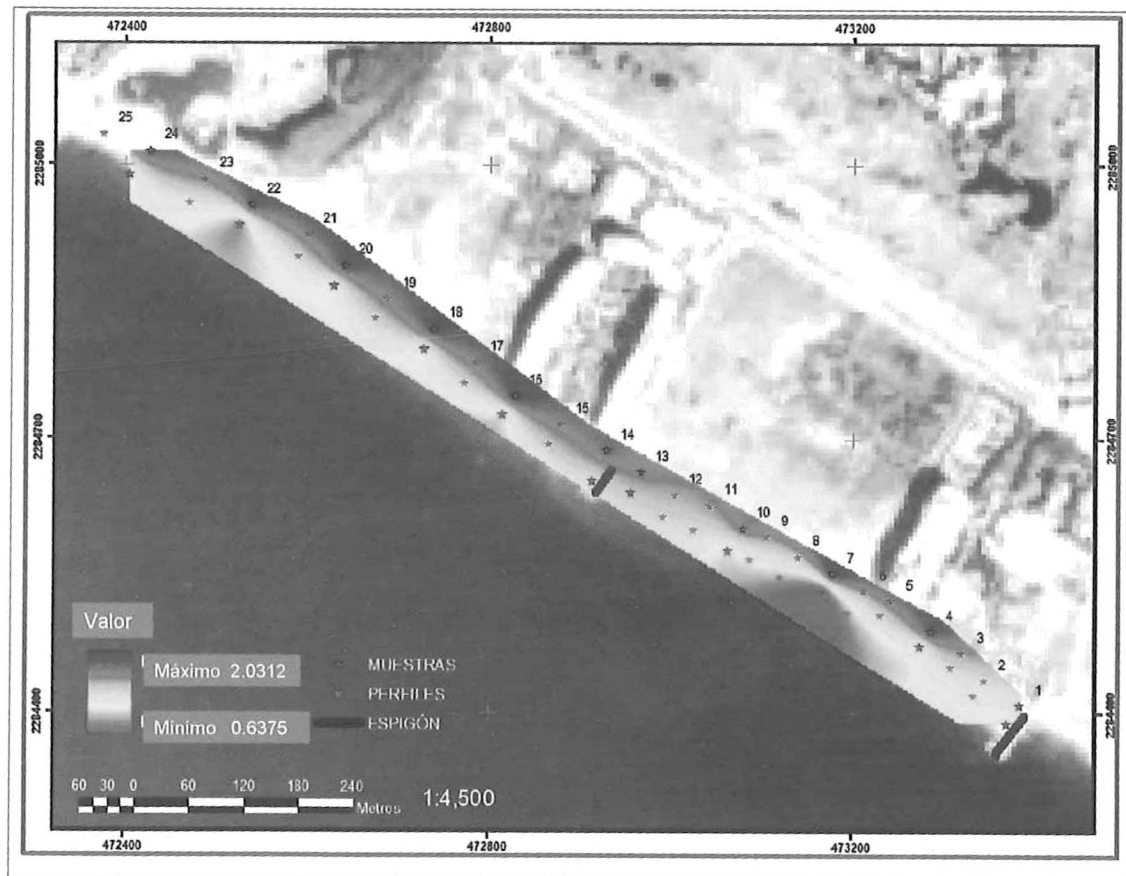
En el mes de octubre, el comportamiento de la media a lo largo de toda el área es muy similar (Figura 8 y Tabla IV, Anexo I). En los primeros 300 m se cuenta con tamaño de grano desde arena gruesa a media (0 a  $1\Phi$  y  $1$  a  $2\Phi$ , respectivamente) y la excepción es aproximadamente a los 350 m en donde únicamente se cuenta con arena de tamaño medio ( $1-2\Phi$ ).



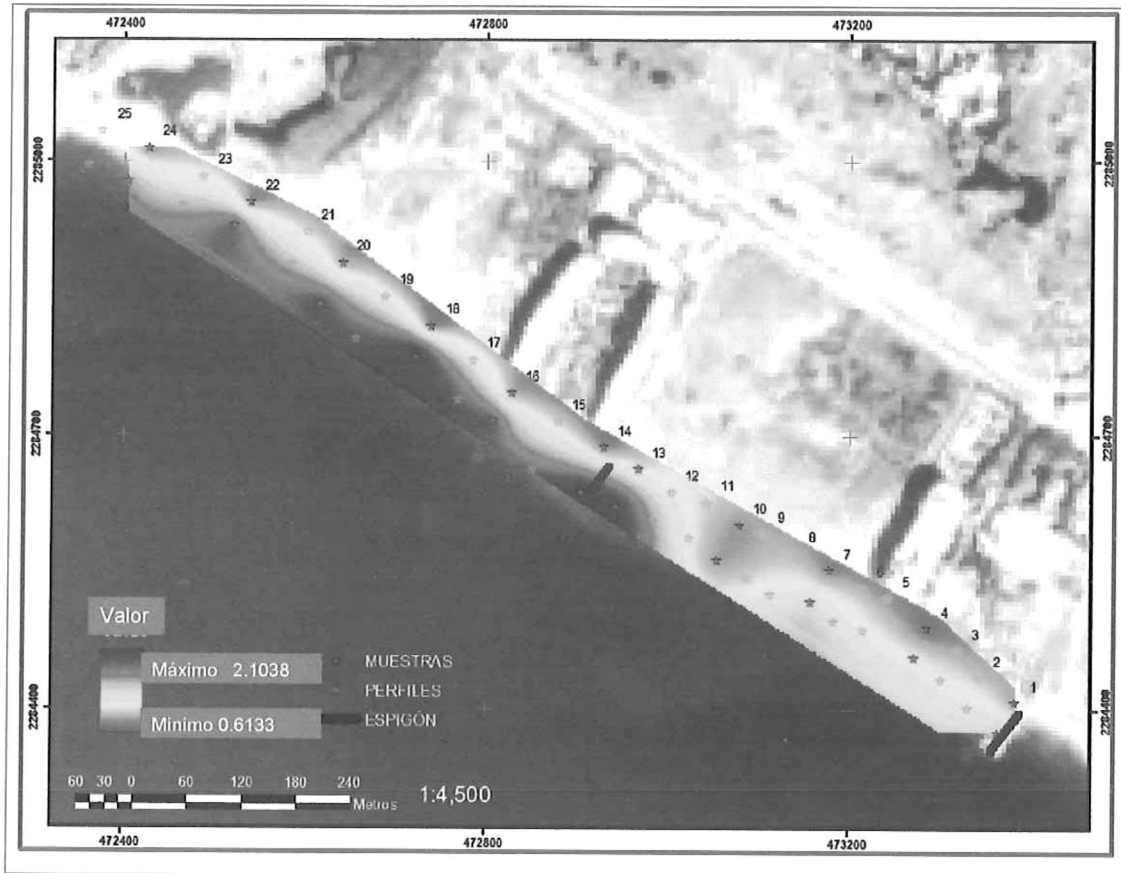
**Figura 8.** Distribución espacial de la media en escala phi para octubre del 2003.

## Desviación estándar

La desviación es la medida del grado de clasificación o de dispersión del sedimento. Lo que indica que para el mes de abril (Figura 9 y Tabla IV, Anexo I), el sedimento está pobremente clasificado (1 a  $2\Phi$ ) y en el mes de octubre (Figura 10 y Tabla V, Anexo I), presenta hasta los 350 m una clasificación moderada ( $0.71$  a  $1\Phi$ ) El resto de la zona es pobremente clasificado (1 a  $2\Phi$ ).



**Figura 9.** Distribución espacial de desviación en escala phi para abril del 2003.



**Figura 10.** Distribución espacial de desviación en escala phi para octubre del 2003.

## Asimetría

En el mes de abril (Figura 11 y Tabla IV, Anexo I), en los primeros 300 m el comportamiento es fuertemente asimétrica hacia los finos ( $1$  a  $0.30\Phi$ ), hacia el Norte aumenta la tendencia hasta llegar a ser fuertemente asimétrica hacia los gruesos ( $-0.30$  a  $-1\Phi$ ). Por el contrario, en octubre (Figura 12 y Tabla IV, Anexo I) tiende a ser asimétricos hacia los gruesos de sur a norte, ( $-0.10$  a  $-0.30\Phi$ ), hasta llegar a ser fuertemente asimétricos hacia los gruesos ( $-0.30$  a  $-1\Phi$ ).

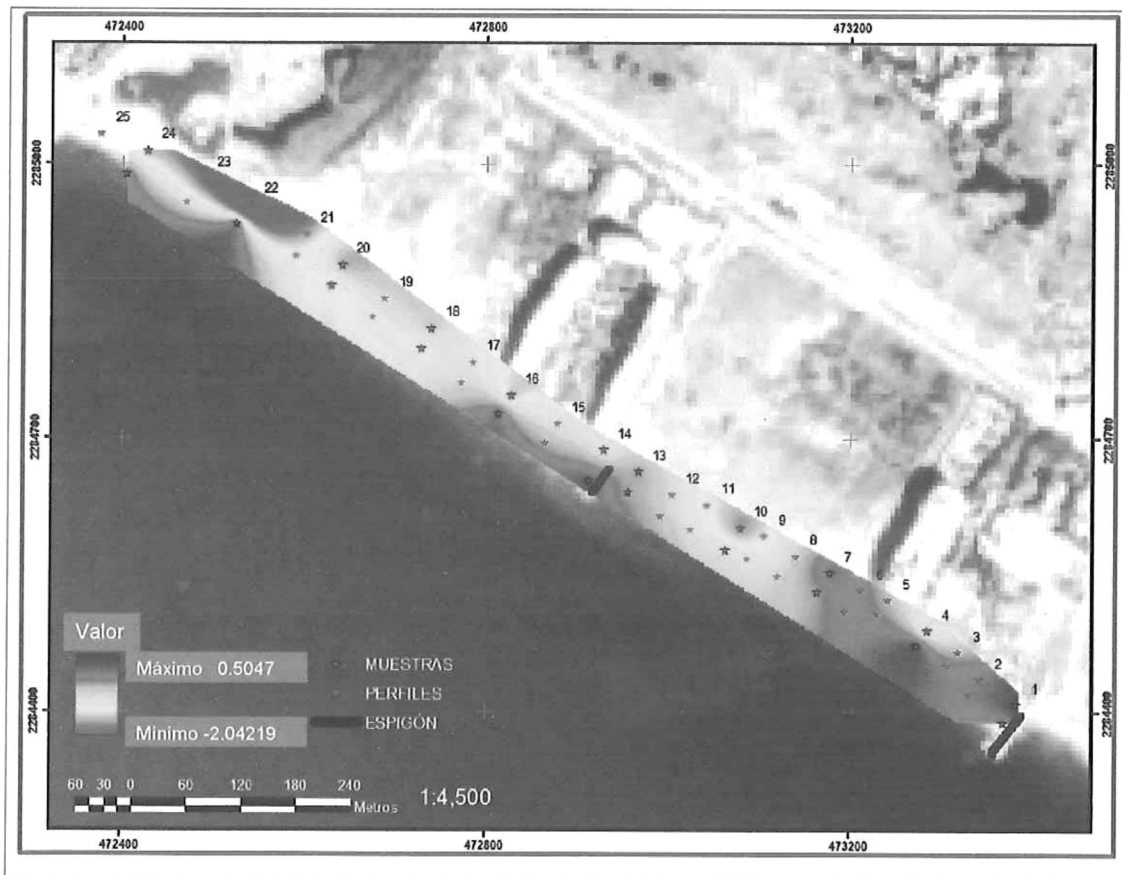
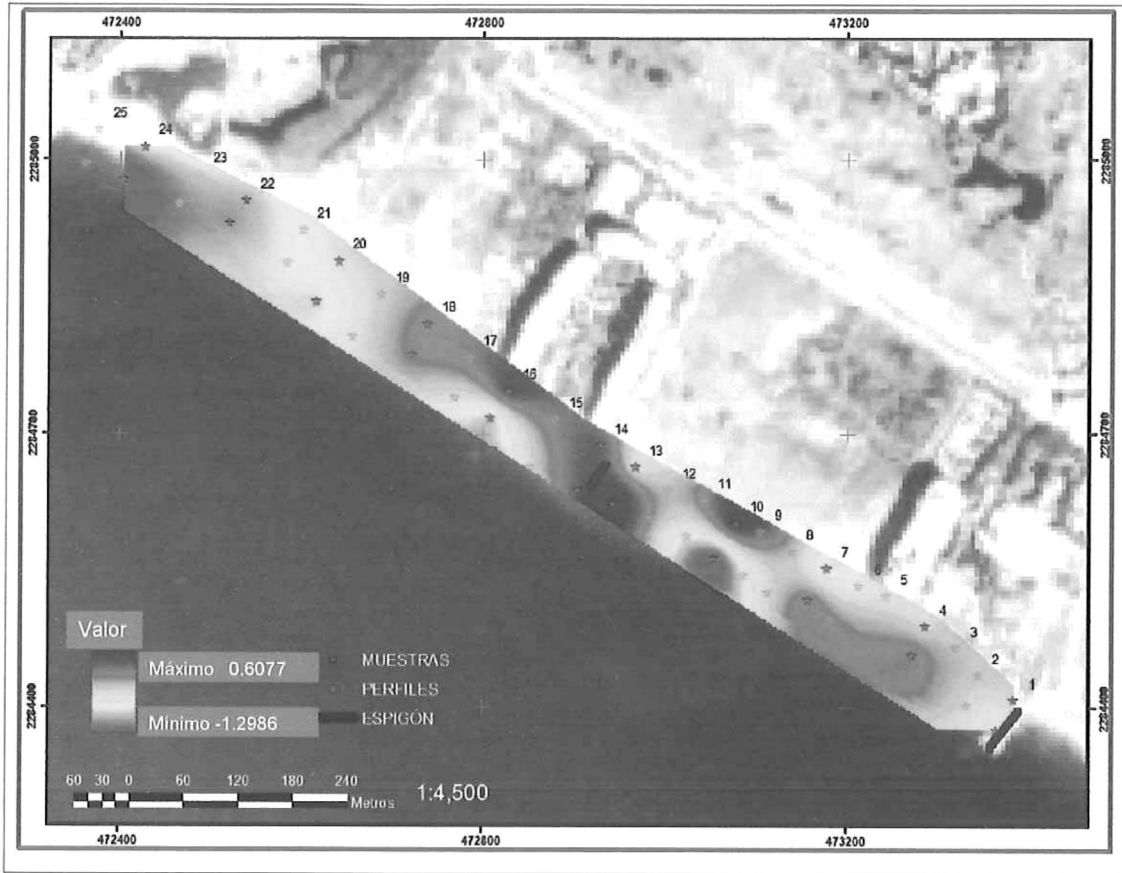


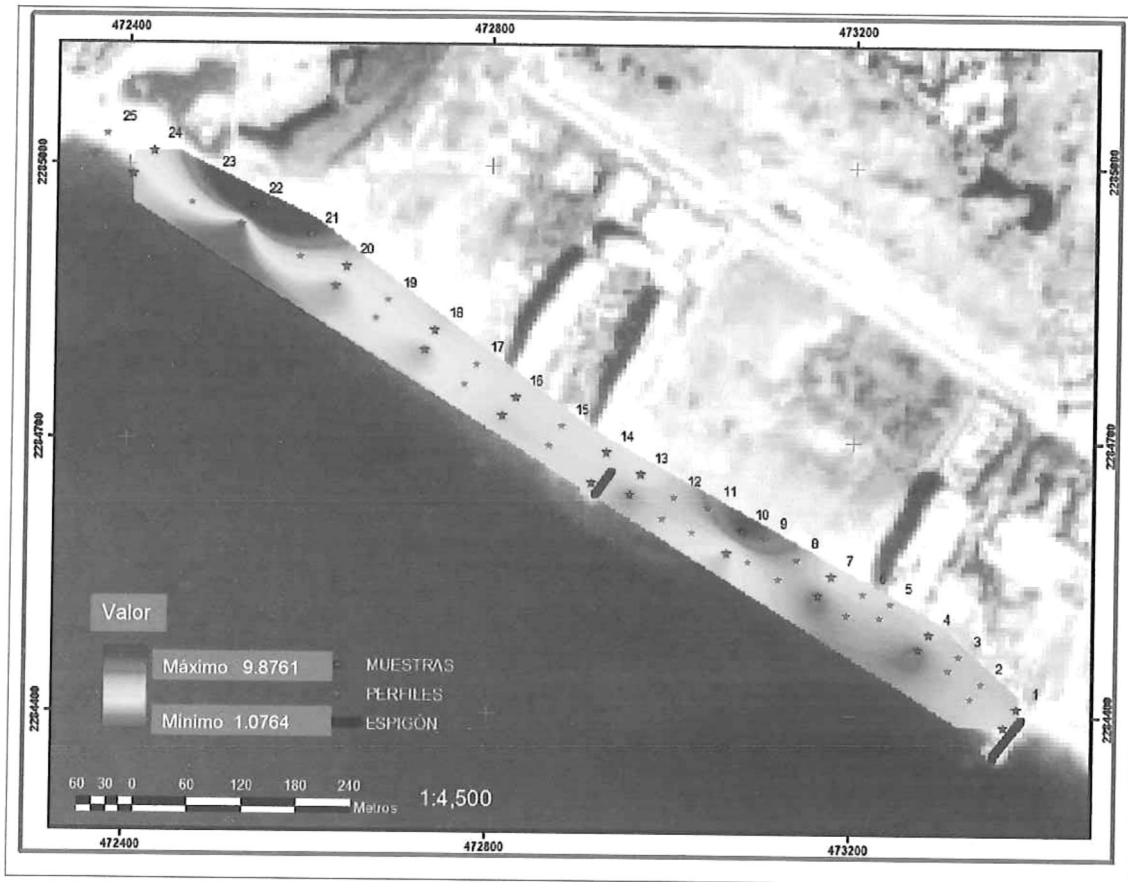
Figura 11. Distribución espacial de asimetría en escala phi para abril del 2003.



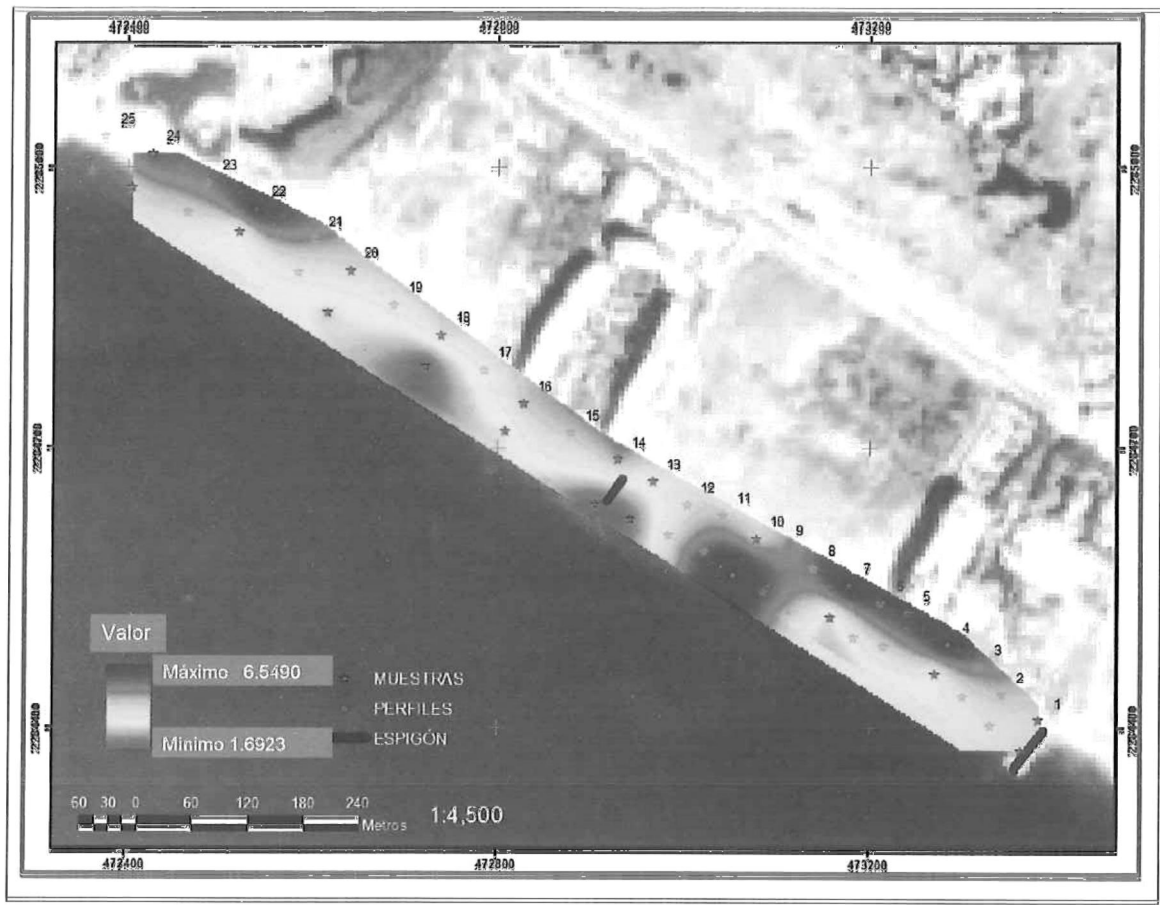
**Figura 12.** Distribución espacial de asimetría en escala phi para octubre del 2003.

## Kurtosis

Para ambas campañas de medición, abril (Figura 13 y Tabla IV, Anexo I) y octubre (Figura 14 y Tabla V, Anexo I), el comportamiento general de la zona es desde muy leptocúrtica a extremadamente leptocúrtica ( $1.5$  a  $3\Phi$ )



**Figura 13.** Distribución espacial de kurtosis en escala phi para abril del 2003.



**Figura 14.** Distribución espacial de kurtosis en escala phi para octubre del 2003.

**III.2 Perpendicular a la costa**

**Media**

En la distribución espacial de lo sedimentos perpendicular a la costa, se puede distinguir que para ambos muestreos (abril y octubre) en la zona de rompiente se encuentran desde guijarros muy finos (-2 a -1 $\Phi$ ) hasta arenas medias (1 a 2  $\Phi$ ), mientras que en la cara de la playa están ausentes los guijarros (Figura 7 y 8) y la muestra se compone únicamente de arena gruesa (0 a 1 $\Phi$ ).

## **Desviación**

En cuanto a la desviación estándar (Figura 9 y 10) se observa que en la cara de la playa está moderadamente clasificado (0.71 a  $1\Phi$ ). Pero en la parte sur en los primeros 300 m, esta característica cubre hasta la zona de rompiente. Mientras que para la rompiente del resto de la zona el sedimento es pobremente clasificado (1 a  $2\Phi$ ).

## **Asimetría**

Durante abril el sedimento muestra un sesgo fuerte hacia los gruesos (-0.10 a  $-0.30\Phi$ ) en la cara de la playa, pero justo entre los perfiles 13 y 14 (Figura 11 y Tabla IV, Anexo I) se muestra casi asimétrica (0.10 a  $-0.10$ ), es decir, no hay una preferencia de tamaño.

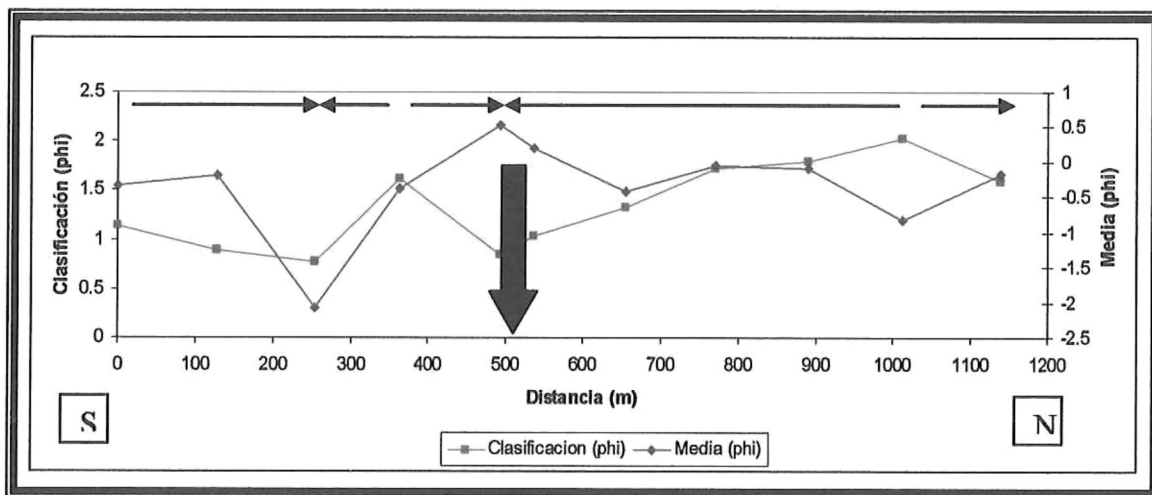
En el mes de octubre se observa que en la porción norte, en los últimos 300 m, el comportamiento es con asimetría hacia los gruesos desde la cara de la playa hasta la zona de rompiente (Figura 12 y Tabla V, Anexo I). Sin embargo, el resto de la zona presenta una asimetría hacia los finos.

## **Kurtosis**

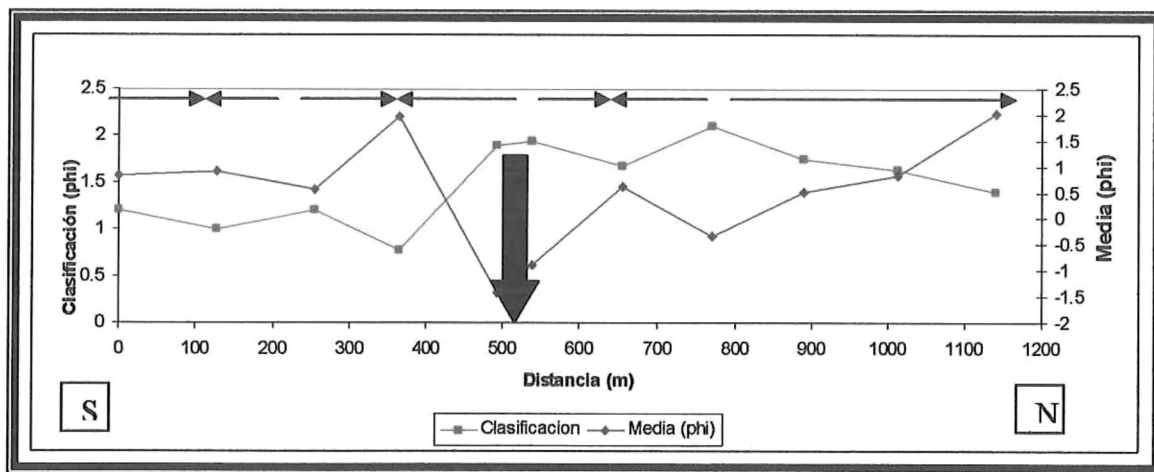
En la figura 13 y 14 se observa que la zona de estudio, durante los dos muestreos, tiene un comportamiento en donde predomina una tendencia extremadamente leptocúrtica (1.5 a  $3\Phi$ ).

#### IV. Corriente litoral

Utilizando como base la clasificación y el tamaño medio de grano, se estimó la dirección de transporte litoral y los resultados se muestran en las figuras 15 y 16. En ellas se puede observar que para el mes de abril hay una dirección neta de norte a sur, mientras que para octubre es de manera inversa.



**Figura 15.** Dirección de la corriente litoral para abril del 2003. La flecha de mayor grosor indica el espigón.



**Figura 16.** Dirección de la corriente litoral para octubre del 2003. La flecha de mayor grosor indica el espigón.

Para el mes de abril, en la porción norte es evidente una dirección preferencial hacia el sur. Sin embargo, en la parte sur no existe un patrón que defina una dirección en forma clara ya que se presenta en ambas direcciones (hacia el norte y hacia el sur).

## DISCUSIONES

En general, los perfiles muestran las pendientes esperadas, es decir, en condiciones de verano (octubre) la pendiente es baja mientras que en invierno (abril) se hace un poco más abrupta. Esto concuerda con lo descrito por Martínez-Bringas, *et al.* (1982) y Komar (1998) quienes lo relacionan con el efecto del oleaje constructivo y destructivo que caracteriza a verano e invierno respectivamente y mueve el sedimento en forma perpendicular a la línea de costa. Sin embargo, las diferencias en pendientes (Tabla II) no son demasiado marcadas, lo cual se puede atribuir a que la Bahía de Banderas, en donde se encuentra Puerto Vallarta, es una bahía relativamente cerrada lo que hace que esta sea una zona semi-protegida, excepto por la presencia de oleaje de tormenta.

En relación a las longitudes de los perfiles, se hicieron hasta alcanzar la zona de rompiente y se observa que los que corresponden al mes de abril se caracterizan por ser más cortos. Esto con seguridad se debe a que se realizaron después de la presencia del huracán Kenna en el 2002 y el cambio energético del oleaje produjo la remoción o movimiento de arena hacia el mar.

Al analizar los resultados de los perfiles levantados durante el mes de octubre, se hace evidente su estabilización en los mismos con el respectivo aumento en su longitud, por lo que describen un comportamiento de condiciones de verano.

Lo antes mencionado se refuerza con el decremento en las alturas de los perfiles para abril y un aumento para octubre, así como el cambio en las longitudes. La excepción en éste comportamiento es de los perfiles 10 a 13 que están ubicados en la porción sur de la zona de estudio (Figura 3, contiguos al espigón). En este caso la presencia de la obra de protección y sus efectos en la hidrodinámica costera pueden ser los responsables del comportamiento descrito, es decir, perfiles mucho más cortos y de menor altura para abril.

Como se mencionó anteriormente, con la finalidad de obtener el volumen de sedimento transportado, se estandarizaron los perfiles a una distancia de 20 m a partir de la línea base (Tabla I). El motivo de esto obedece a que los perfiles en ambas campañas fueron tomados hasta la zona de rompiente. En la primera campaña (abril) la longitud de los perfiles fue de 20 m mientras que en la segunda campaña (octubre) se alcanzó la rompiente hasta los 60 m.

En el lapso de abril a octubre del 2003, la diferencia de volumen fue de  $+12,305.357832 \text{ m}^3$  en un área de  $23,873.2 \text{ m}^2$ . lo que indica un proceso de depositación, mientras que el análisis de los perfiles pone de manifiesto un aumento en el ancho de playa. Esto corrobora el patrón clásico de depositación en verano y de erosión en invierno. La idea anterior se ve reforzada por la presencia en abril (invierno) de perfiles cortos, pendientes un poco más pronunciadas y sedimento grueso siendo lo contrario para octubre (verano).

Con relación al tamaño de grano, el mes de octubre se caracteriza por tener material grueso en la porción sur de la zona de estudio y fino en la porción norte, lo cual permite identificar fácilmente la dirección de la corriente litoral en el mismo sentido de acuerdo a los criterios descritos por Sunamura y Horikawa (1971).

A diferencia del mes de octubre, en abril no se puede definir una dirección general de transporte litoral. La dirección de la corriente litoral en la porción norte es fácil de establecer de acuerdo a los criterios de Sunamura y Horikawa (1971) presentando esta un sentido al sur lo cual coincide con la corriente litoral descrita por Félix-Delgado (2004). Sin embargo, en la porción sur no se puede definir con facilidad ya que el sedimento presenta tamaños muy homogéneos (guijarros muy finos y arenas gruesas que están pobremente clasificados (perfiles 1 a 13)).

Esta falta de claridad en la tendencia granulométrica se puede atribuir a que en esta zona se encuentra la zona hotelera que cuenta con 3 obras principales, los dos espigones ya mencionados y un enrocamiento en la porción norte del área. Aparentemente estas interfieren con la hidrodinámica, sobre todo en condiciones de invierno, porque se conjuga oleaje alto, mareas y en algunas ocasiones oleaje de tormenta. Como resultante de esta dinámica, se presenta un mayor nivel de agua y energía de oleaje incidiendo en las obras, lo que a su vez

acentúa los procesos de reflexión y por ende genera patrones de corriente litoral erráticos.

Es importante recordar que la campaña del mes de abril se realizó posterior al huracán Kenna, que obviamente representa condiciones muy energéticas y que también pueden explicar lo siguiente:

Para el mes de abril, al analizar las figuras 7, 9, 11 y 13, el comportamiento de las isolíneas de media, desviación, asimetría y kurtosis, se hace evidente la presencia de corrientes de retorno como se puede observar en el perfil 10. En este perfil, se tiene la presencia de arenas un poco más gruesas en la parte alta de la playa tendiendo a ser más finas a medida que avanzamos en dirección a mar, los valores de clasificación indican arenas bien sorteadas a lo largo del perfil y es importante hacer notar que las isolíneas se comportan de manera convexa en dirección al mar mientras que los valores de asimetría (negativa en este caso) indican un exceso de material grueso, es decir, un deslavado de material fino. Finalmente los valores de kurtosis indican una población muy leptocurtica (no hay mucha variación entre los tamaños de grano que componen la muestra). Este comportamiento no es tan evidente para condiciones de verano (octubre) donde como se mencionó anteriormente, se puede determinar de manera relativamente clara una tendencia en transporte litoral a lo largo de la costa.

## CONCLUSIONES

- Durante condiciones de tormenta (abril) la zona de estudio se caracteriza por presentar guijarros finos y arenas muy gruesas pobremente clasificadas,
- Para condiciones de calma (octubre) se presentan arenas gruesas pobremente clasificadas.
- Los perfiles presentan una clara tendencia a aumentar tanto en longitud como en altura de abril a octubre, teniendo una ganancia neta de sedimento de  $+12,305.357832 \text{ m}^3$  en un área de superficie de  $23,873.2 \text{ m}^2$ .
- La corriente litoral para el mes de octubre es de sur a norte.
- Para el mes de abril, en la porción norte la corriente litoral tiene dirección predominante al sur. Debido a la presencia de estructuras de protección que interfieren con la dinámica costera, es difícil inferir una dirección preferencial para la porción sur. En este mes se presentó un componente de transporte perpendicular a la playa probablemente asociado a la presencia del Huracán Kena.

## REFERENCIAS

- Appendini-Albrechtsen, C. M., (1995). Aplicación de un modelo numérico para la estimación de volúmenes de azolve en la central termoeléctrica de Rosarito, B.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 94 pp
- Barrera-Gaona, J. A, (1998). Patrón de dispersión de sedimentos en la Bahía de Todos Santos, B. C., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 54pp.
- Castellón-Álvarez, R., (1988). Transporte de sedimento y su efecto sobre el perfil de playa en Bahía Todos Santos B.C., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 57 pp.
- Cruz-Colín, M.E., (1994). Balance sedimentario de la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 77pp.
- Cruz-Varela, J., (1989). Transporte litoral durante Invierno y Verano en la Bahía de Kino, Sonora, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada. 62pp.
- Cupul-Magaña, L. A., Cupul-Magaña, A. L., Nuñez-Cornú, F.J., Gil-Silva, E.,(2004). El evento erosivo de la playa de Mismaloya, Jalisco, México. Ciencias Marinas. 30(3):417-425.

- Félix-Delgado, A., (2004). Análisis de las características granulométricas y físicas en presencia de estructuras de protección en una playa de Puerto Vallarta, Jal., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, B.C. 58 pp.
- Guardado-France, R., (1997). Funcionalidad de las obras de protección costera construidas en la Bahía de Todos Santos, B.C., México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Marinas. U.A.B.C.
- Folk., R.L. (1974). Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, Texas. Hemphill publishing company. 182 pp.
- Komar, P. D., (1998). Beach processes and sedimentation. 2<sup>da</sup>. ed. Ed. Prentice Hall, New Jersey, E.U.A. 544 pp
- Kreeke, J., Martinez, B. A. y Nelsen, T. A., (2001). Sediment Exchange and Sources of Beach Sediment, Costa Banderas, Mexico. Shore and Beach. 69(4):19-24.
- Lizárraga-Arciniega, J. R., (1972). Estudio de los movimientos cíclicos de la playa en la bahía de Todos Santos, B.C. por medio de mediciones transversales. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B. C. 31 pp.
- López-Luna, M. G., (1990). Cuantificación del volumen de sedimento transportado por la corriente litoral en las playas, El Sauzal y Pesquera Zapata ubicadas en la zona Norte de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 57 pp.

- Lugo-Ibarra, K., (2004). Caracterización sedimentológica y estimación de cambios estacionales de la playa La Misión, Baja California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 65 pp.
- Martínez-Bringas, A. y Castro C.J., (1982). Sedimentología litoral de los estados de Nayarit, Jalisco, Michoacán y Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. 154pp.
- Montes de Oca (1979). Topografía. 4ta. Edición. Representaciones y servicios de ingeniería, S.A. México. 344pp.
- Motolinía-Hidalgo, J. M.,(1996). Características granulométricas de los sedimentos modernos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 42 pp.
- Sunamura, T., y Horikawa, K., (1971). Predominant direction of litoral transport along kujyukuri beach, Japan. Coastal Engineering in Japan. 14: 107-117
- Van-Dooren, K., (1991). Cuantificación del volumen de sedimento depositado frente al rompeolas (lado no protegido) del puerto de Ensenada, B.C. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California. Ensenada, B.C. 63 pp.
- <http://www.e-local.gob.mx/enciclo/jalisco/mpios/14067a.htm>

# ANEXO I

Tabla IV. Variación de los parámetros texturales obtenidos a partir del método de los momentos para abril del 2003.

No. Perfil	Ubicación de muestra	Media	Desviación	Asimetría	Kurtosis
1	Cara	0.2569	0.7877	0.5102	3.6789
	Rompiente	-0.3387	1.1431	0.0572	3.3327
4	Cara	1.6552	0.8611	-0.4677	3.4633
	Rompiente	-0.1960	0.8854	0.3921	4.2768
7	Cara	1.9560	0.6338	0.2365	3.1140
	Rompiente	-2.0769	0.7780	0.0003	4.3155
10	Cara	1.1005	0.9548	-0.6915	5.3988
	Rompiente	-0.3635	1.6203	-0.2258	2.3707
13	Cara	0.9699	0.9291	0.0006	3.1190
	Rompiente	0.5192	0.8416	-0.0114	4.1736
14	Cara	1.3063	0.8464	-0.3098	3.3200
	Rompiente	0.2047	1.0349	0.3235	3.4282
16	Cara	1.8891	0.8207	-0.5303	3.2813
	Rompiente	-0.4081	1.3251	0.2390	3.6068
18	Cara	1.8516	0.7379	-0.1007	3.5179
	Rompiente	-0.0518	1.7273	-0.3166	2.1376
20	Cara	1.6514	0.7197	0.0151	3.5464
	Rompiente	-0.0873	1.7984	-0.4941	2.1361
22	Cara	1.6176	1.1461	-2.0649	9.9456
	Rompiente	-0.8149	2.0389	0.1888	1.6695
24	Cara	1.4900	0.9814	-0.6064	3.5173
	Rompiente	-0.1591	1.5896	0.1471	2.3424

Tabla V. Variación de los parámetros texturales obtenidos a partir del método de los momentos para octubre del 2003.

No. Perfil	Ubicación de muestra	Media	Desviación	Asimetría	Kurtosis
1	Cara	1.1334	0.8022	-0.3051	3.7571
	Rompiente	0.8221	1.2039	-0.5495	3.7403
4	Cara	2.0273	0.6583	-0.3460	5.9791
	Rompiente	0.9236	0.9990	0.0135	3.2022
7	Cara	1.7623	0.7077	-0.6357	6.1190
	Rompiente	0.5713	1.2036	0.0110	2.8661
10	Cara	1.2837	0.7620	0.4483	3.8389
	Rompiente	1.9684	0.7812	-1.1475	6.5751
13	Cara	0.7960	0.9644	-0.3924	3.3954
	Rompiente	-1.4062	1.8922	0.6246	2.0878
14	Cara	1.8508	0.7193	0.1583	4.2198
	Rompiente	-0.9004	1.9463	0.1138	1.6869
16	Cara	1.3295	0.7988	0.2763	3.9512
	Rompiente	0.6276	1.6800	-0.6916	2.9225
18	Cara	1.9070	0.6904	-0.0297	3.7412
	Rompiente	-0.3446	2.1061	-0.0801	1.7182
20	Cara	1.8269	0.8037	-0.3342	3.8013
	Rompiente	0.5015	1.7495	-0.6575	2.7748
22	Cara	2.0505	0.7382	-0.7335	5.9641
	Rompiente	0.8196	1.6393	-0.7964	3.2407
24	Cara	2.1262	0.7286	-0.5608	5.0919
	Rompiente	2.0179	1.3918	-1.3151	3.8982