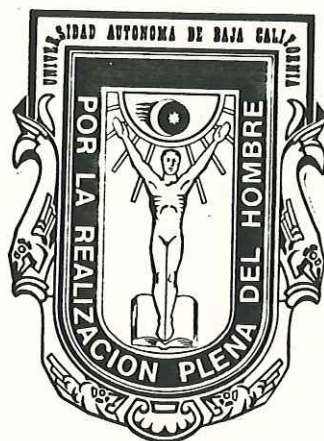


*UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA*

*FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS*



*"CARACTERIZACION TEXTURAL DE LOS SEDIMENTOS EN UNA SECCION DE PLAYA EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, B. C. MEXICO."*



*TESIS*

*QUE PARA OBTENER EL TITULO DE*

*OCEANOLOGO*

*PRESENTA*

*PEDRO GERMAN CASTRO CASTRO*

*ENSENADA, BAJA CALIFORNIA JUNIO DE 1988.*

Con el fin de caracterizar texturalmente los sedimentos de duna, cara de la playa y rompiente mediante el análisis granulométrico, se muestreó un transecto perpendicular a la costa en la barra del Estero de Punta Banda, Baja California durante dos períodos que comprenden del 12 al 16 de Abril y del 14 al 16 de Agosto de 1985.

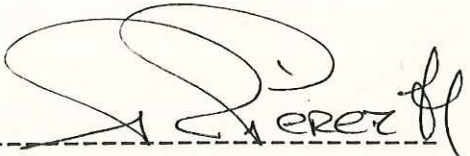
Se analizó la variación de la media, la dispersión y la asimetría con respecto a la distancia a la costa para los promedios mensuales así como para los promedios generales. Además se obtuvo el promedio y rango de variación de cada parámetro en cada uno de los ambientes. En promedio el tamaño de grano y la dispersión de los sedimentos fué menor en las dunas y conforme nos aproximamos a la rompiente ambos parámetros tienden a aumentar. Al efectuar la comparación mensual, el tamaño de grano fué mayor en la cara de la playa y en la rompiente en el mes de Agosto, mientras que la dispersión se mantuvo constante en el orden de las décimas en cada uno de los ambientes durante Abril y Agosto. A pesar de que la asimetría fué negativa en todos los ambientes, se presentó la tendencia de ser menos negativa conforme nos acercamos a la duna. A excepción de la rompiente, en los restantes ambientes la asimetría fué más negativa en Abril.

Se determinó que es imposible la caracterización textural de cada ambiente ya que los rangos variacionales de cada parámetro textural presentaron alto grado de traslape entre si.


CARACTERIZACION TEXTURAL DE LOS SEDIMENTOS  
EN UNA SECCION DE PLAYA EN LA BARRA DEL  
ESTERO DE PUNTA BANDA, B.C. MEXICO.


T E S I S  
QUE PRESENTA:  
PEDRO GERMAN CASTRO CASTRO.

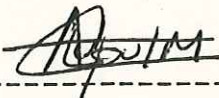
APROBADA POR:

  
-----  
PRESIDENTE DEL JURADO  
OC. ROBERTO PEREZ HIGUERA

  
-----  
SINODAL PROPIETARIO  
OC. ALFREDO CHEE BARRAGAN

  
-----  
SINODAL PROPIETARIO  
OC. LORENZO GOMEZ-MORIN F.

  
-----  
SINODAL SUPLENTE  
OC. FRANCISCO J. ARANDA MANTECA

  
-----  
SINODAL SUPLENTE  
OC. AMILCAR LEVI CUPUL M.

Al Oc. Roberto Pérez H., por su acertada dirección, por guiarme y brindarme todo el tiempo, apoyo y sugerencias necesarias para la culminación del presente trabajo.

A los miembros del jurado: Oc. Lorenzo Gomez-Morín F., Oc. Alfredo Chee Barragán, Oc. Amílcar Levi Cupul Magaña y Oc. Francisco J. Aranda Manteca, por sus valiosas criticas, comentarios sugerencias y consejos durante las revisiones.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas por facilitar material y equipo de laboratorio para el análisis de las muestras.

A la Secretaría de Educación Pública (S.E.P) por la ayuda brindada a través del convenio C87-01-0136.

Al centro de cómputo del CICESE por brindar sus instalaciones y computadoras para la realización de los cálculos y el escrito.

Al Oc. Amílcar L. Cupul y a Sergio Larios por su disponibilidad de tiempo para la obtención de graficas y

tablas en las computadoras.

V

Al técnico Salvador 'Chava' Estrada Diaz, por las facilidades proporcionadas en el laboratorio de sedimentología.

A tito Valdéz, por darme consejos para la realización de las tablas, graficas y figuras.

A mis padres con cariño..... Gaspar Castro Castelo y Luz Esthela Castro de Castro. Con quienes tengo una inmensurable deuda por su incondicional y desinteresado apoyo, y por brindarme la oportunidad de mi realización profesional.

A la memoria de mis hermanos..... Imelda y Gaspar. De quienes guardo en mi mente los mejores recuerdos de convivencia familiar, (Q.E.P.D.).

A mis hermanos..... Beneranda, Elsa, Teresa, Ildefonso, Esthela, Baldemar, Irma, Iralia y Javier, por todo lo que de ellos he recibido.

A mis mejores compañeros durante mi estancia en Ensenada..... Héctor y Juventino, por enfrentar conmigo el desafío a los obstáculos a nuestra superación, y aún mas, por compartir el triunfo final de una etapa más en la vida.

A los maestros, compañeros y amigos de la XXI

Al Oc. Miguel A. Tellez Duarte..... Por ofrecerme su amistad y conocimientos dentro y fuera de la escuela.

A Sergio, Leticia y Gustavo..... Por brindarme voluntariamente su amistad. Por ser mis cómplices en tremendas desveladas en condiciones de trabajo.

A la familia Moreno Iglesias..... Por mantener en constante armonía nuestros lazos amistosos.

En forma muy especial a OLIVIA..... 'Mi Mejor Motivo'. Por su bonita forma de ser, su siempre madura y acertada manera de pensar. Por todo lo que a su lado conocí y aprendí. Toda meta en la vida es posible de alcanzar si se tiene un motivo. Lo he logrado porque mi mejor motivo eres tú!!!!.

# INDICE

VIII

|  | Pagina |
|--|--------|
| I.- INTRODUCCION.....                          | 1      |
| II.-ANTECEDENTES.....                          | 2      |
| III.-OBJETIVO.....                             | 6      |
| IV.-DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....       | 7      |
| V.-METODOLOGIA.....                            | 9      |
| V.1. Muestreo de Campo.....                    | 9      |
| V.2. Técnicas de laboratorio.....              | 11     |
| V.3. Análisis de datos.....                    | 12     |
| V.4. Cálculo del error de muestreo.....        | 12     |
| V.4.1. Muestras individuales superficiales.... | 14     |
| V.4.2. Muestras compuestas superficiales.....  | 14     |
| VI.-RESULTADOS.....                            | 15     |
| VII.-DISCUSIONES.....                          | 25     |
| VII.1. Media.....                              | 27     |
| VII.2. Dispersión.....                         | 32     |
| VII.3. Asimetría.....                          | 35     |
| VIII.-CONCLUSIONES.....                        | 39     |
| IX.-BIBLIOGRAFIA.....                          | 41     |
| X.- APENDICES.....                             | 47     |

## LISTA DE TABLAS

Pagina

|   |    |
|---|----|
| TABLA I.-Parámetros estadísticos del día 12 de Abril....  | 17 |
| TABLA II.-Parámetros estadísticos del día 13 de Abril...  | 18 |
| TABLA III.-Parámetros estadísticos del día 14 de Abril..  | 18 |
| TABLA IV.-Parámetros estadísticos del día 15 de Abril...  | 18 |
| TABLA V.-Parámetros estadísticos del día 16 de Abril....  | 21 |
| TABLA VI.-Parámetros estadísticos del día 14 de Agosto..  | 21 |
| TABLA VII.-Parámetros estadísticos del día 15 de Agosto.  | 21 |
| TABLA VIII.-Parámetros estadísticos del día 16 de Agosto.   | 23 |
| TABLA IX.-Parámetros estadísticos en promedios para el<br>mes de Abril.....   | 23 |
| TABLA X.-Parámetros estadísticos en promedios para el<br>mes de Agosto.....   | 24 |
| TABLA XI.-Parámetros estadísticos en promedios gene-<br>rales (Abril y Agosto).....   | 24 |
| TABLA XII.- Promedio, desviación estandar y rango de la<br>media, la dispersión y la asimetría en cada<br>ambiente depositacional para el mes de Abril,<br>Agosto y para los promedios generales..... | 29 |
| TABLA XIII.-Promedio y desviación estandar de los valores<br>promedios de los parámetros estadísticos de<br>las muestras representativas de la cara de la<br>playa y la rompiente.....                | 37 |

LISTA DE FIGURAS

X

|   | Pagina |
|---|--------|
| FIGURA #1.-Localización del área de estudio.....  | 8      |
| FIGURA #2.-Perfil de la zona de estudio mostrando la<br>localización de las estaciones de muestreo...                     | 10     |
| FIGURA #3.-Variación de la media para los promedios de<br>Abril, promedios de Agosto y promedios gene-<br>rales.....      | 28     |
| FIGURA #4.-Variación de la dispersión para los promedios<br>de Abril, promedios de Agosto y promedios gene-<br>rales..... | 33     |
| FIGURA #5.-Variación de la asimetría para los promedios<br>de Abril, promedios de Agosto y promedios gene-<br>rales.....  | 36     |

## I INTRODUCCION

Los ambientes sedimentarios se identifican de acuerdo con los atributos que poseen, estos son: geométricos, litológicos, faunísticos, estructuras sedimentarias primarias y relaciones estratigráficas. Dentro de los atributos litológicos los más importantes son los texturales y los composicionales. Los primeros comprenden el análisis de tamaño, forma, redondez, esfericidad, rasgos superficiales y arreglo o fabrica de las partículas: y los segundos, sus propiedades mineralógicas y químicas.

Tradicionalmente los sedimentólogos han considerado que se pueden discriminar ambientes sedimentarios en base al tamaño de grano de sedimentos, los cuales están controlados por las condiciones hidrodinámicas y aerodinámicas del lugar de depósito: con esta idea en mente se han utilizado parámetros que los caracterizan, tales como: tamaño promedio, grado de dispersión, grado de asimetría y kurtosis. Estos parámetros involucran a las propiedades dimensionales propias del sedimento, y además son consideradas como indicadores susceptibles a variar acorde con los procesos geológicos, ya que según Folk(1974), la distribución de frecuencia de tamaño de grano en una unidad de sedimentación está controlada por: disponibilidad y tipo de material, procesos de erosión,

transporte y depositación, y por el nivel de energía ambiental.

Cuando se realizan estudios sedimentológicos en playas, y en particular en aquellos dirigidos a la discriminación ambiental, se consideran a estas como constituidas por sedimentos con un valor específico de sus parámetros estadístico-texturales, esto implica que al muestrear cualquier área de la playa, el análisis textural dará, si no los mismos, valores muy próximos. Sin embargo, en la realidad esto no ocurre ya que para hacer tal generalización se hace necesario el muestreo de toda la playa.

El presente trabajo forma parte del proyecto Minerales de importancia económica en playas y cuencas hidrológicas de la costa Noroeste de Baja California del Departamento de Geología del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.), de la U.A.B.C.

## II ANTECEDENTES

A pesar de que existe amplia literatura relacionada con el uso de las características texturales de los sedimentos como indicadores ambientales,

desafortunadamente no existe uniformidad acerca de cual es el criterio más eficaz para caracterizar medios ambientes.

Mason y Folk (1958), mediante el análisis de tamaño de grano logran diferenciar las arenas de playa, duna y planicie eólica en la Isla Mustang, Texas, encontrando que las arenas de playa presentan una distribución normal o con asimetría negativa y son leptocúrticas, las arenas de duna son mesocúrticas y con asimetría positiva, las arenas de planicie eólica presentaron características leptocúrticas y asimetría positiva. Los sedimentos de duna y planicie eólica presentaron una mejor dispersión que los de playa. Finalmente concluyeron que la mejor forma de identificar los ambientes es por medio de los diagramas de media contra kurtosis, ya que estas propiedades reflejan los cambios en las 'colas' de las distribuciones de tamaño y son estas las partes más sensibles a los mecanismos de transporte.

Shepard y Young (1961), en un estudio similar al anterior, determinaron que existe gran ambigüedad en la diferenciación de los ambientes y proponen para tal efecto el análisis petrográfico de las arenas.

Friedman (1961), por medio del análisis textural y utilizando los diagramas bivariados logró diferenciar los

sedimentos de río, playa y duna, apoyando así los resultados obtenidos por Mason y Folk (Op. cit), además concluyó que el parámetro más sensible a los cambios ambientales fué la asimetría.

Fox, Ladd y Martin (1966), analizan una serie de catorce muestras tomadas sobre un perfil perpendicular a la costa en el Lago Michigan con el objeto de estudiar los cambios de los cuatro parámetros texturales, encontrando que el tamaño medio del sedimento, la dispersión y la asimetría alcanzan valores máximos en la zona de rompiente y en la barra arenosa fuera de la costa, la kurtosis fué mayor entre la rompiente y la barra arenosa. Además concluyeron que la playa presenta una distribución phi-normal de arena fina la cual es mezclada con material grueso para formar los sedimentos en los otros ambientes.

Posteriormente, Friedman (1967), realizó un estudio para evaluar los parámetros texturales de las arenas de playa y río en el cual encontró que la dispersión y la asimetría son los parámetros más efectivos para la discriminación ambiental.

Moiola y Weiser (1968), en un análisis textural obtienen resultados que contradicen la afirmación de Mason y Folk (Op. cit.), ya que determinaron que los diagramas

de asimetría contra kurtosis son ambiguos para fines de diferenciación ambiental, concluyendo que los más favorables para tal efecto son los de media contra kurtosis y media contra dispersión.

Visher (1969), utilizando las curvas de frecuencia acumulativa diferenció ambientes sedimentarios en base a las diferencias en tamaño de grano y grado de dispersión, los cuales dependen del mecanismo de transporte para un ambiente determinado.

Moiola y Spencer (1973), en la Isla Mustang, Texas llevaron a cabo un estudio donde al igual que Moiola y Weiser (Op.cit.) concluyen que el diagrama de media contra clasificación es el mejor discriminador ambiental.

Aguayo (1980), obtiene la discriminación ambiental para sedimentos calcáreos de la costa de Quintana Roo, México, mediante la aplicación del diagrama circular tridimensional donde relaciona media, dispersión y asimetría.

Estrella (1983), a través de la aplicación del análisis de grupo en un transecto perpendicular a la costa, menciona que es una herramienta muy efectiva para enfatizar las relaciones gradacionales que existen entre

muestras que pertenecen a un mismo ambiente. Además deduce que los factores ambientales responsables de la diferenciación de los medios ambientes son: el oleaje y las corrientes, principalmente.

De Gorostegui (1985), efectúa una comparación de los ambientes de duna, cara de la playa y zona de rompiente en la barra del Estero de Punta Banda así como en Playa Los Amigos, Baja California, mediante el método gráfico binario y ternario, concluyendo que ambos métodos favorecen la diferenciación ambiental en la primera localidad no siendo así en Playa Los Amigos.

Ortega (1986), logra la discriminación ambiental de los sedimentos de duna, cara de la playa, arroyo y planicie eólica en cuatro localidades de la costa NW de Baja California por medio del análisis estadístico de las distribuciones de frecuencia-tamaño, afirmando que la media y la kurtosis son las medidas descriptivas que mejor determinan a los cuatro ambientes.

### III OBJETIVO

Caracterizar texturalmente los sedimentos de la zona de playa en la parte sur de la barra del Estero de Punta

Banda, B.C., mediante el análisis granulométrico.

#### IV DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Estero de Punta Banda es una laguna costera localizada dentro de la Bahía de Todos Santos, Baja California entre los  $31^{\circ} 42'$  y los  $31^{\circ} 47'$  Norte y los  $116^{\circ} 36'$  y los  $116^{\circ} 40'$  Oeste (figura #1). Posee una barra arenosa que se extiende con una orientación noroeste desde la base de la cadena montañosa que conforma Punta Banda hasta la boca del estero. Toda esta extensión consta de una playa de pendiente suave, presentando un campo de dunas bien desarrolladas en la parte posterior de la post-playa, producto del transporte eólico hacia tierra del material formador de playa. Siendo el área de interés para el caso particular del presente trabajo, la parte sur de dicha barra.

El origen de la barra arenosa es aún discutido, según Walton (1955) es originada por la acción combinada de las corrientes a lo largo de la costa, corrientes de mareas y la descarga del Arroyo San Antonio. La mayor parte del material sedimentario que constituye a tal estructura proviene de la parte sur, posiblemente producto de la erosión de las terrazas sedimentarias que afloran en los

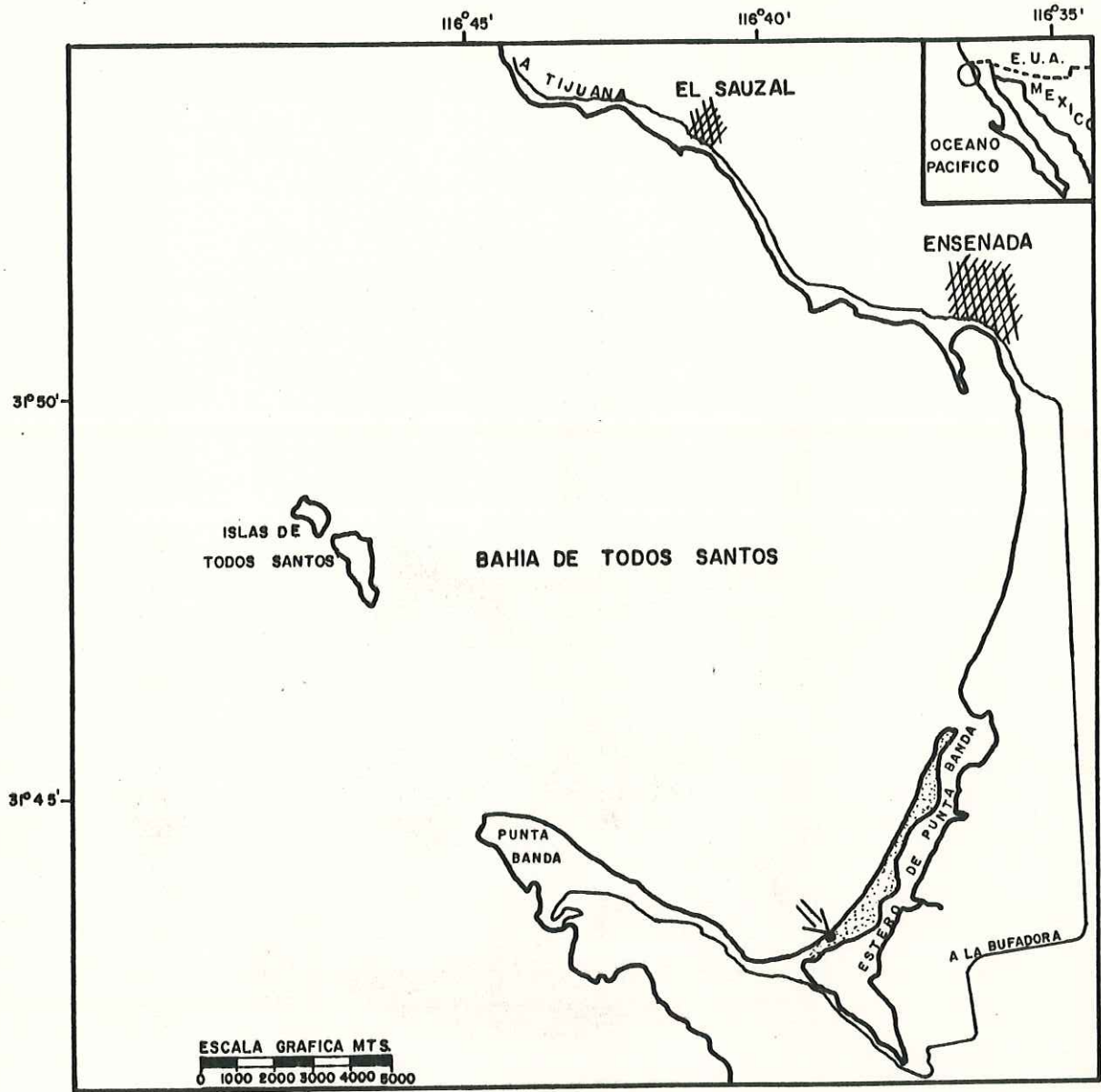


Fig. #1.- Localización del área de estudio

cantiles de Punta Banda, ya que O'Brien y Zeevaert (1968), Lizarraga (1976), Baca (1981), Chee y Pérez (1982) y Aranda (1983) mencionan que en esta región de la Bahía el transporte litoral es en el sentido Sur-Norte, y en particular Baca (1981) encuentra que los sedimentos se distribuyen en tal sentido, depositándose los más gruesos en la base de Punta Banda y los más finos en la parte no protegida de la barra.

## V METODOLOGIA

### V.1. Muestreo de Campo

El total de estaciones que componen el transecto así como su ubicación sobre el perfil de playa están expuestas en la figura #2.

Se muestreó el perfil diariamente de 12 al 16 de Abril y del 14 al 16 de Agosto de 1985, obteniendo un total de 116 muestras representativas de las dos épocas de diferentes condiciones ambientales (Invierno y Verano).

Las estaciones que corresponden a las dunas solo fueron muestreadas en el primero y en los dos últimos

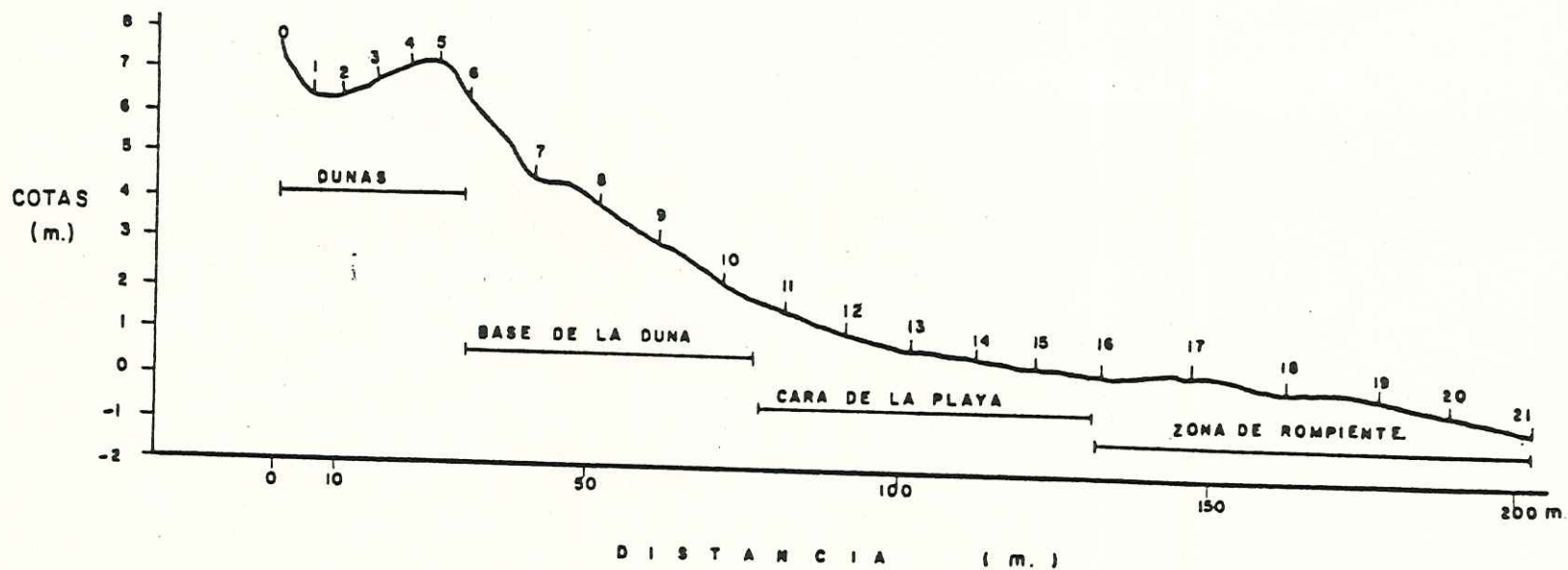


Fig. 2. \_ Perfil de la zona de estudio, mostrando la localización de las estaciones de muestreo.

días, ya que según Krumbein (1954), la anteplaya y su cinturón de dunas tierra adentro pueden considerarse como la parte más consistente de la playa.

Todas las muestras fueron tomadas con un nucleador de mano, aproximadamente a cinco centímetros de profundidad, después se colocaron en bolsas de plástico previamente etiquetadas y se llevaron al laboratorio para su posterior análisis.

Adicionalmente se tomaron 27 muestras superficiales en la cara de la playa en una área de un metro cuadrado para evaluar el error de muestreo. También se tomaron un total de 7 muestras a diferente profundidad con el mismo fin: la primera a 5 centímetros de profundidad y las restantes con una variación de 2-3 centímetros en la profundidad. Para ambos grupos se prepararon 8 muestras compuestas a partir de las muestras originales.

## V.2. Técnicas de Laboratorio

El pretratamiento (eliminación de materia orgánica y sales soluble) se realizó de acuerdo con la técnica descrita por Royse (1970) y Carver (1971), la cual básicamente consiste en el tratamiento de las muestras con

peróxido de Hidrógeno y el lavado con agua destilada.

Para el tamizado se utilizaron tamices U.S. Standard con intervalos de 0.5 phi y durante 15 minutos por muestra.

### V.3. Análisis de datos

El cálculo de los parámetros estadísticos convencionales, media, dispersión y asimetría se realizó en una computadora PRIME 750 empleando el programa 'SEDIM'.

Se obtuvieron graficas de media, dispersión y asimetría para los promedios mensuales y promedios generales para analizar la variación de estos parámetros con respecto a la distancia a la costa.

### V.4. Cálculo del error de muestreo

Entre las medidas más ampliamente usadas para evaluar los errores está el probable error, el cual representa la cantidad que debe ser adicionada a o sustraída de la media de las observaciones para obtener dos valores

extremos entre los cuales exista una misma probabilidad de que estén los valores reales.

El probable error está específicamente definido como:

$$PE = 0.6745\sigma \quad (1)$$

donde ( $\sigma$ ) es la desviación estandar de la distribución, (Krumbein y Rasmussen, 1941).

Cuando dos o más errores independientes están presentes, no pueden ser combinados como una simple suma aritmética, aunque obedecen la siguiente relación:

$$E^2 = e_1^2 + e_2^2 \quad (2), \text{ donde}$$

$E$  = Error Total

$e_1$  = Error de Muestreo

$e_2$  = Error de Laboratorio.

Del apendice A, la sumatoria de las desviaciones cuadradas es utilizada para determinar la desviación estandar( $\sigma$ ) con la siguiente ecuación:

$$\sigma = \sqrt{d^2/n}, \text{ donde } n \text{ es el número de muestras consideradas.}$$

Las 27 muestras individuales proporcionan el error total  $E$  y las 8 muestras compuestas el error de laboratorio  $e_2$ .

## V.4.1. Muestras individuales superficiales

$$\begin{aligned} \sum d^2 &= 0.026616 & \sigma &= \sqrt{0.026616/27} = 0.031397098 \\ n &= 27 & PE &= (0.6745)(0.031397098) \\ & & &= 0.021177342 \quad (E) \end{aligned}$$

## V.4.2. Muestras compuestas superficiales

$$\begin{aligned} \sum d^2 &= 0.005384 & \sigma &= \sqrt{0.005384/8} = 0.025942243 \\ n &= 8 & PE &= (0.6745)(0.025942243) \\ & & &= 0.017498043 \quad (e_2) \end{aligned}$$

Ya evaluado el error total (E) y el error de laboratorio ( $e_2$ ), el error de muestreo se evaluó por medio de la ecuación (2):

$$\begin{aligned} (0.021177342)^2 &= (e_1)^2 + (0.017498043)^2 \\ (0.021177342)^2 - (0.017498043)^2 &= (e_1)^2 \\ e_1 &= 0.011928885 \end{aligned}$$

En resumen se tiene:

$$\begin{aligned} E &= 0.021177342 \\ e_1 &= 0.011928885 \\ e_2 &= 0.017498043 \end{aligned}$$

El mismo procedimiento se siguió para las muestras tomadas a diferente profundidad (Apendice B), obteniendo los siguiente valores para los errores:

$$E = 0.149652383$$

$$e_1 = 0.149400036$$

$$e_2 = 8.687052015 \times 10^{-3}$$

## VI RESULTADOS

En la tabla I se presentan los parámetros estadísticos para las muestras del 12 de Abril.

La media presenta el valor máximo de 2.978  $\phi$  en la estación #3, el valor mínimo 1.605  $\phi$  corresponde a la estación #19 y el valor promedio es de 2.605  $\phi$ . La dispersión adquiere el valor máximo de 1.545 phi en la estación #20, el mínimo de 0.312 phi en la estación #2 y el respectivo promedio es de 0.586 phi. En cuanto a la asimetría, su valor máximo es de 0.469 phi correspondiente a la estación #9, el mínimo de -1.895 phi en la estación #14 y un promedio de -0.598 phi.

En la tabla II se exponen los parámetros correspondientes al día 13 de Abril.

El máximo valor de la media es de 2.974  $\phi$  en la estación #12 y el mínimo de 2.486  $\phi$  en la estación #17 con un promedio de 2.798  $\phi$ . En lo referente a la dispersión se

tiene que el máximo es de 0.888 phi en la estación #17, el mínimo de 0.350 phi en la estación #11 y el promedio es de 0.613 phi. La asimetría es máxima en la estación #11 con un valor de 0.194 phi, mínima en la estación #18 con un valor de -2.235 phi presentando un valor promedio de -1.332 phi.

La tabla III presenta los valores de los parámetros del día 14 de Abril.

En la columna correspondiente a la media, el valor máximo está en la estación #17 siendo de 3.048  $\phi$ , el mínimo de 2.098  $\phi$  en la estación #21 y un promedio de 2.691  $\phi$ . La dispersión tiene los valores extremos en las estaciones #21 y #13, siendo de 1.229 phi el máximo y 0.292 phi el mínimo respectivamente, el correspondiente promedio es de 0.646 phi. La asimetría es máxima en la estación #13 con un valor de 0.218 phi, mínima en la estación #19 con -1.681 phi y un promedio de -0.803 phi.

En la tabla IV se exponen los valores correspondientes al día 15 de Abril.

El máximo de la media es de 2.923  $\phi$  en la estación #12, el mínimo es de 2.027  $\phi$  en la estación #18 y el promedio es de 2.680  $\phi$ . La dispersión máxima está en la

Tabla I.- Parámetros estadísticos del día 12 de  
Abril.

| Número de<br>Muestra | Media<br>( $\bar{x}$ ) | Dispersión<br>( $\sigma$ ) | Asimetría<br>( $\phi$ ) |
|----------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1                    | 2.960                  | 0.336                      | -0.273                  |
| 2                    | 2.913                  | 0.312                      | 0.086                   |
| 3                    | 2.978                  | 0.328                      | -0.437                  |
| 4                    | 2.889                  | 0.347                      | -0.652                  |
| 5                    | 2.914                  | 0.414                      | -0.942                  |
| 6                    | 2.899                  | 0.460                      | -1.493                  |
| 7                    | 2.850                  | 0.530                      | -1.125                  |
| 8                    | 2.459                  | 0.703                      | -0.357                  |
| 9                    | 1.740                  | 0.506                      | 0.469                   |
| 10                   | 2.373                  | 0.546                      | 0.043                   |
| 11                   | 2.841                  | 0.348                      | 0.082                   |
| 12                   | 2.919                  | 0.386                      | -0.488                  |
| 13                   | 2.895                  | 0.416                      | -0.822                  |
| 14                   | 2.709                  | 0.663                      | -1.895                  |
| 15                   | 2.808                  | 0.456                      | -1.311                  |
| 16                   | 2.968                  | 0.431                      | -0.900                  |
| 17                   | 2.832                  | 0.467                      | -1.232                  |
| 18                   | 2.435                  | 0.758                      | -0.428                  |
| 19                   | 1.605                  | 1.275                      | -0.140                  |
| 20                   | 1.818                  | 1.545                      | -0.399                  |
| 21                   | 1.900                  | 1.089                      | -0.354                  |
| Promedio             | 2.605                  | 0.586                      | -0.598                  |

Tabla II.- Parámetros estadísticos del día 13 de Abril.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión (phi) | Asimetría (phi) |
|-------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| 11                | 2.920               | 0.350            | 0.194           |
| 12                | 2.974               | 0.357            | -0.044          |
| 13                | 2.943               | 0.412            | -0.677          |
| 14                | 2.889               | 0.462            | -1.265          |
| 15                | 2.802               | 0.515            | -1.218          |
| 16                | 2.796               | 0.462            | -1.625          |
| 17                | 2.486               | 0.688            | -1.524          |
| 18                | 2.756               | 0.811            | -2.235          |
| 19                | 2.731               | 0.806            | -2.157          |
| 20                | 2.697               | 0.843            | -2.053          |
| 21                | 2.695               | 0.839            | -2.050          |
| Promedio          | 2.789               | 0.613            | -1.332          |

Tabla III.- Parámetros estadísticos del día 14 de Abril.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión (phi) | Asimetría (phi) |
|-------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| 11                | 2.856               | 0.380            | -0.260          |
| 12                | 2.864               | 0.364            | -0.383          |
| 13                | 2.861               | 0.292            | 0.218           |
| 14                | 2.816               | 0.418            | -1.497          |
| 15                | 2.781               | 0.417            | -1.129          |
| 16                | 3.032               | 0.377            | -0.859          |
| 17                | 3.048               | 0.385            | -0.803          |
| 18                | 2.184               | 1.205            | -0.792          |
| 19                | 2.714               | 0.879            | -1.881          |
| 20                | 2.227               | 1.199            | -1.034          |
| 21                | 2.098               | 1.229            | -0.614          |
| Promedio          | 2.691               | 0.649            | -0.803          |

Tabla IV.- Parámetros estadísticos del día 15 de Abril.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión (phi) | Asimetría (phi) |
|-------------------|---------------------|------------------|-----------------|
| 10                | 2.294               | 0.491            | 0.086           |
| 11                | 2.840               | 0.319            | 0.193           |
| 12                | 2.923               | 0.316            | -0.039          |
| 13                | 2.882               | 0.332            | -0.453          |
| 14                | 2.858               | 0.355            | -1.303          |
| 15                | 2.747               | 0.414            | -1.789          |
| 16                | 2.894               | 0.565            | -1.676          |
| 17                | 2.723               | 0.592            | -1.769          |
| 18                | 2.027               | 1.246            | -0.660          |
| 19                | 2.744               | 0.746            | -2.245          |
| 20                | 2.688               | 0.813            | -1.820          |
| 21                | 2.586               | 0.784            | -2.255          |
| Promedio          | 2.680               | 0.580            | -1.087          |

estación #18 siendo de 1.246 phi y la mínima en la estación #12 con un valor de 0.316 phi y el promedio es de 0.580 phi. La asimetría adquiere el valor máximo de 0.086 phi en la estación #10 y el valor mínimo de -2.245 phi en la estación #19 y en promedio presenta un valor de -1.087 phi.

La tabla V corresponde al 16 de Abril.

La media muestra los valores de 3.053  $\phi$  y 1.724  $\phi$  como máximo y mínimo en las estaciones #17 y #18 respectivamente y un promedio de 2.761  $\phi$ . La dispersión es máxima en la estación #18 con un valor de 1.417 phi y mínima en la estación #11 con un valor de 0.339 phi y el valor promedio correspondiente es de 0.689 phi. La asimetría varía desde el el máximo de -0.047 phi correspondiente a la estación #11 hasta el mínimo de -2.530 phi en la estación #20 y en promedio presenta el valor de -1.296 phi.

En la tabla VI se exponen los valores correspondientes al 14 de Agosto.

La media tiene el máximo de 3.108  $\phi$  que corresponde a la estación #20, el mínimo de 2.691  $\phi$  en la estación #19 y el promedio es de 3.003  $\phi$ . La dispersión es máxima con un

valor de 1.119 phi en la estación #19, mínima en la estación #12 con un valor de 0.339 phi y el valor promedio es de 0.515 phi. El valor de la asimetría es máximo en la estación #12 con un valor de -0.068 phi, mínimo en la estación #20 con un valor de -2.789 phi y en promedio adquiere el valor de -1.214 phi.

La tabla VII expone los datos correspondientes al día 15 de Agosto.

El valor de la media es máximo (3.214  $\phi$ ) en la estación #20, mínima (1.806  $\phi$ ) en la estación #9 y en promedio tiene el valor de 2.841  $\phi$ . La dispersión varía desde su máximo de 1.022 phi que corresponde a la estación #19 hasta su mínimo de 0.315 phi en la estación #7 y el valor promedio es de 0.496 phi. La asimetría tiene su máximo de 0.545 phi en la estación #9, su mínimo de -3.496 phi en la estación #20 y un promedio de -0.821 phi.

La tabla VIII corresponde a los valores del 16 de Agosto.

El máximo valor de la media es de 3.140  $\phi$  en la estación #13, el mínimo de 1.251  $\phi$  en la estación #8 y el valor promedio es de 2.679  $\phi$ . La máxima dispersión (1.115 phi) está en la estación #19, la mínima (0.309 phi) en la

Tabla V.- Parámetros estadísticos del día 16 de Abril.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\phi$ ) | Asimetría ( $\phi$ ) |
|-------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 11                | 2.822               | 0.339                 | -0.047               |
| 12                | 2.924               | 0.374                 | -0.523               |
| 13                | 3.027               | 0.394                 | -1.364               |
| 14                | 2.846               | 0.565                 | -2.225               |
| 15                | 2.998               | 0.463                 | -1.338               |
| 16                | 2.985               | 0.616                 | -0.879               |
| 17                | 3.053               | 0.436                 | -1.749               |
| 18                | 1.724               | 1.417                 | -0.403               |
| 19                | 2.729               | 0.946                 | -2.095               |
| 20                | 2.894               | 0.745                 | -2.530               |
| 21                | 2.269               | 1.284                 | -1.108               |
| Promedio          | 2.761               | 0.689                 | -1.296               |

Tabla VI.- Parámetros estadísticos del día 14 de Agosto.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\phi$ ) | Asimetría ( $\phi$ ) |
|-------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 11                | 3.072               | 0.343                 | -0.103               |
| 12                | 3.072               | 0.339                 | -0.068               |
| 13                | 3.082               | 0.355                 | -0.455               |
| 14                | 3.007               | 0.345                 | -0.329               |
| 15                | 3.074               | 0.349                 | -0.366               |
| 16                | 3.022               | 0.462                 | -1.884               |
| 17                | 2.964               | 0.576                 | -2.284               |
| 18                | 2.941               | 0.747                 | -2.231               |
| 19                | 2.691               | 1.119                 | -1.634               |
| 20                | 3.108               | 0.519                 | -2.789               |
| Promedio          | 3.003               | 0.515                 | -1.214               |

Tabla VII.- Parámetros estadísticos del día 15 de Agosto.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\phi$ ) | Asimetría ( $\phi$ ) |
|-------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 1                 | 2.964               | 0.338                 | 0.047                |
| 2                 | 2.962               | 0.322                 | -0.255               |
| 3                 | 2.921               | 0.361                 | -0.705               |
| 4                 | 2.935               | 0.381                 | -0.535               |
| 5                 | 2.982               | 0.322                 | 0.086                |
| 6                 | 2.902               | 0.457                 | -1.004               |
| 7                 | 2.994               | 0.315                 | 0.065                |
| 8                 | 2.384               | 0.711                 | -0.182               |
| 9                 | 1.806               | 0.609                 | 0.545                |
| 10                | 2.084               | 0.756                 | -0.598               |
| 11                | 3.100               | 0.335                 | 0.103                |
| 12                | 3.062               | 0.373                 | -0.082               |
| 13                | 3.030               | 0.342                 | 0.287                |
| 14                | 3.010               | 0.353                 | -0.618               |
| 15                | 3.009               | 0.468                 | -2.641               |
| 16                | 2.954               | 0.470                 | -1.863               |
| 17                | 2.868               | 0.679                 | -1.834               |
| 18                | 2.943               | 0.724                 | -2.217               |
| 19                | 2.698               | 1.022                 | -1.530               |
| 20                | 3.214               | 0.577                 | -3.496               |
| Promedio          | 2.841               | 0.496                 | -0.821               |

estación #4 y el promedio es de 0.522 phi. La asimetría adquiere el máximo de 0.844 phi en la estación #11, el mínimo de -2.280 phi en la estación #18, el correspondiente promedio es de -0.798 phi.

La tabla IX muestra los valores promedios para el mes de Abril.

El valor máximo de la media (2.978  $\phi$ ) corresponde a la estación #3, el mínimo (1.740  $\phi$ ) a la estación #9 y el promedio es de 2.713  $\phi$ . La dispersión varía desde su máximo de 1.087 phi en la estación #18 hasta su mínimo de 0.312 phi en la estación #2, el promedio es de 0.520 phi. La asimetría es máxima (0.469 phi) en la estación #9, mínima (-1.663 phi) en la estación #19 y su valor promedio es de -0.756 phi.

La tabla X muestra los valores promedios del mes de Agosto.

La media es máxima en la estación #13 con un valor de 3.084  $\phi$ , mínima en la estación #9 con un valor de 1.767  $\phi$  y el promedio es de 2.772  $\phi$ . La dispersión es máxima (1.085 phi) en la estación #19, mínima (0.319 phi) en la estación #5 y el correspondiente promedio es de 0.502 phi. La asimetría varía desde su máximo de 0.560 phi

Tabla VIII.- Parámetros estadísticos del día 16 de Agosto.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\sigma^2$ ) | Asimetría ( $\sigma_3$ ) |
|-------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1                 | 2.708               | 0.523                     | -0.562                   |
| 2                 | 2.719               | 0.504                     | -0.570                   |
| 3                 | 2.984               | 0.332                     | -0.526                   |
| 4                 | 2.867               | 0.309                     | 0.091                    |
| 5                 | 2.974               | 0.316                     | -0.053                   |
| 6                 | 2.951               | 0.377                     | -0.667                   |
| 7                 | 2.773               | 0.503                     | -1.094                   |
| 8                 | 1.251               | 0.505                     | -0.253                   |
| 9                 | 1.728               | 0.594                     | 0.576                    |
| 10                | 1.955               | 0.717                     | 0.048                    |
| 11                | 2.958               | 0.319                     | 0.844                    |
| 12                | 2.618               | 0.390                     | 0.560                    |
| 13                | 3.140               | 0.431                     | -0.823                   |
| 14                | 3.131               | 0.456                     | -1.841                   |
| 15                | 2.946               | 0.526                     | -2.027                   |
| 16                | 2.916               | 0.595                     | -2.036                   |
| 17                | 2.831               | 0.779                     | -1.859                   |
| 18                | 2.901               | 0.552                     | -2.280                   |
| 19                | 2.586               | 1.115                     | -1.464                   |
| 20                | 2.656               | 0.600                     | -2.043                   |
| Promedio          | 2.679               | 0.522                     | -0.798                   |

Tabla IX.- Parámetros estadísticos en promedios para el mes de Abril.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\sigma^2$ ) | Asimetría ( $\sigma_3$ ) |
|-------------------|---------------------|---------------------------|--------------------------|
| 1                 | 2.960               | 0.336                     | -0.273                   |
| 2                 | 2.913               | 0.312                     | 0.086                    |
| 3                 | 2.978               | 0.328                     | -0.437                   |
| 4                 | 2.889               | 0.347                     | -0.652                   |
| 5                 | 2.914               | 0.414                     | -0.942                   |
| 6                 | 2.899               | 0.460                     | -1.492                   |
| 7                 | 2.850               | 0.530                     | -1.125                   |
| 8                 | 2.459               | 0.703                     | -0.357                   |
| 9                 | 1.740               | 0.506                     | 0.469                    |
| 10                | 2.333               | 0.518                     | 0.064                    |
| 11                | 2.855               | 0.347                     | 0.162                    |
| 12                | 2.944               | 0.359                     | -0.295                   |
| 13                | 2.921               | 0.369                     | -0.619                   |
| 14                | 2.843               | 0.492                     | -1.633                   |
| 15                | 2.827               | 0.453                     | -1.357                   |
| 16                | 2.835               | 0.490                     | -1.187                   |
| 17                | 2.828               | 0.553                     | -1.415                   |
| 18                | 2.220               | 1.087                     | -0.903                   |
| 19                | 2.504               | 0.769                     | -1.663                   |
| 20                | 2.464               | 1.029                     | -1.567                   |
| Promedio          | 2.713               | 0.520                     | -0.756                   |

Tabla X.- Parámetros estadísticos en promedios para el mes de Agosto.

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\sigma^2$ ) | Asimetría ( $\phi$ ) |
|-------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                 | 2.836               | 0.430                     | -0.257               |
| 2                 | 2.840               | 0.418                     | -0.412               |
| 3                 | 2.952               | 0.346                     | -0.570               |
| 4                 | 2.901               | 0.345                     | -0.444               |
| 5                 | 2.978               | 0.319                     | 0.033                |
| 6                 | 2.926               | 0.417                     | -0.835               |
| 7                 | 2.883               | 0.409                     | -0.514               |
| 8                 | 1.817               | 0.608                     | -0.217               |
| 9                 | 1.767               | 0.601                     | 0.560                |
| 10                | 2.019               | 0.736                     | -0.550               |
| 11                | 3.043               | 0.332                     | 0.241                |
| 12                | 2.917               | 0.367                     | 0.410                |
| 13                | 3.084               | 0.376                     | -0.330               |
| 14                | 3.049               | 0.379                     | -0.829               |
| 15                | 3.009               | 0.447                     | -1.678               |
| 16                | 2.864               | 0.509                     | -1.927               |
| 17                | 2.887               | 0.678                     | -1.992               |
| 18                | 2.928               | 0.674                     | -2.242               |
| 19                | 2.658               | 1.085                     | -1.542               |
| 20                | 2.992               | 0.565                     | -2.776               |
| Promedio          | 2.772               | 0.502                     | -0.791               |

Tabla XI.- Parámetros estadísticos en promedios generales (Abril y Agosto).

| Número de Muestra | Media ( $\bar{x}$ ) | Dispersión ( $\sigma^2$ ) | Asimetría ( $\phi$ ) |
|-------------------|---------------------|---------------------------|----------------------|
| 1                 | 2.877               | 0.399                     | -0.262               |
| 2                 | 2.864               | 0.379                     | -0.246               |
| 3                 | 2.961               | 0.340                     | -0.556               |
| 4                 | 2.897               | 0.345                     | -0.365               |
| 5                 | 2.956               | 0.350                     | -0.303               |
| 6                 | 2.917               | 0.431                     | -1.054               |
| 7                 | 2.872               | 0.449                     | -0.718               |
| 8                 | 2.031               | 0.485                     | -0.324               |
| 9                 | 1.758               | 0.569                     | 0.530                |
| 10                | 2.137               | 0.672                     | -0.169               |
| 11                | 2.926               | 0.341                     | 0.125                |
| 12                | 2.934               | 0.362                     | -0.133               |
| 13                | 2.982               | 0.371                     | -0.511               |
| 14                | 2.920               | 0.452                     | -1.371               |
| 15                | 2.895               | 0.450                     | -1.477               |
| 16                | 2.945               | 0.497                     | -1.465               |
| 17                | 2.850               | 0.600                     | -1.631               |
| 18                | 2.655               | 0.935                     | -1.405               |
| 19                | 2.562               | 0.988                     | -1.618               |
| 20                | 2.662               | 0.855                     | -2.020               |
| Promedio          | 2.730               | 0.513                     | -0.748               |

correspondiente a la estación #9 hasta su mínimo de -2.776 phi en la estación #20 y el respectivo promedio es de -0.791 phi.

Por último, en la tabla XI están los valores de los promedios generales.

La media es máxima en la estación #13 (2.982  $\phi$ ), mínima en la estación #9 (1.758  $\phi$ ) y el promedio es de 2.730  $\phi$ . La dispersión adquiere el máximo valor (0.988 phi) en la estación #19, el mínimo (0.340 phi) en la estación #3 y en promedio tiene el valor de 0.513 phi. La asimetría es máxima con un valor de 0.530 phi en la estación #9, mínima con un valor de -2.020 phi en la estación #20 y el respectivo promedio es de -0.748 phi.

## VII DISCUSIONES

Es importante evaluar la magnitud de las variaciones de los parámetros texturales de los sedimentos en una misma estación de muestreo ya que es en función de estas variaciones como es posible establecer criterios para la diferenciación ambiental y la predicción de la dirección del transporte litoral. Con este fin se analizaron las medias de 27 muestras tomadas en una misma estación (un

metro cuadrado) en la cara de la playa a cinco centímetros de profundidad, encontrando una desviación estandar de 0.032 phi. Además se evaluó el error de muestreo para las 27 muestras antes mencionadas y para 7 tomadas en un mismo punto de la cara de la playa a diferentes profundidades, determinando que para el primer grupo de muestras el error de muestreo fué de 0.011928885 y para el segundo fué 0.149400036. Para el caso de las muestras tomadas en la superficie el error de muestreo fué marcadamente menor a consecuencia de que las variaciones en la media de las muestras fueron mínimas, en tanto que el error correspondiente a las muestras tomadas a diferente profundidad fué de mayor significancia ya que las variaciones en la media fueron de mayor magnitud con una desviación estandar de 0.239 phi. De aquí la gran importancia de tener un estricto control en la profundidad de muestreo para así tener mayor confiabilidad en los resultados.

La variación morfológica entre los perfiles de playa correspondientes a cada mes muestreado fueron mínimas y sin causar cambios significativos en los parámetros texturales de los sedimentos de cada ambiente a lo largo del perfil.

Para facilitar el entendimiento se discutirán por

separado cada uno de los parámetros considerados para el análisis textural.

#### VII.1. Media

La figura #3 muestra la variación de la media para los promedios de Abril, promedios de Agosto y promedios generales. A pesar de que De Gorostegui (1985) obtiene la diferenciación de los ambientes de duna, cara de la playa y rompiente, en el presente trabajo solo se logra la identificación de las fronteras entre los mencionados ambientes.

Para los promedios generales, en la duna (de la estación #1 a la #7) los sedimentos son de un tamaño promedio de 2.920  $\phi$  con un rango de 2.961-2.864  $\phi$  y una desviación estandar de 0.040 phi (ver Tabla XIIC). como resultado de la comparación de la media para Abril y Agosto en las dunas, se obtiene que tanto la media como la desviación estandar de esta permanecen constantes en el orden de las décimas, lo que refirma que desde el punto de vista del tamaño de grano el cinturón de dunas inherente a la playa se comporta como la parte más consistente de esta, lo cual a su vez está estrechamente relacionado con la estabilidad de la energía del viento.

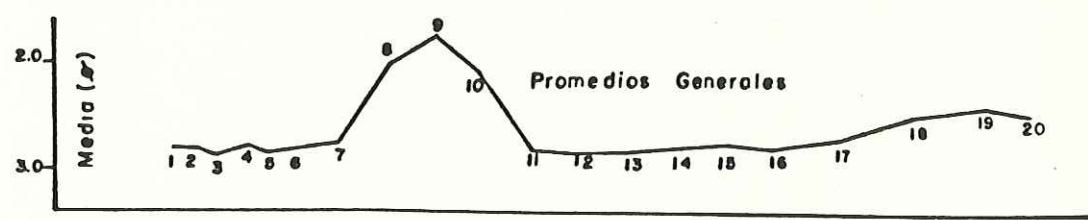
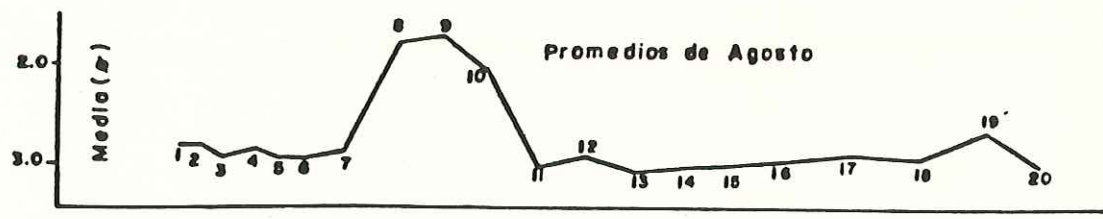
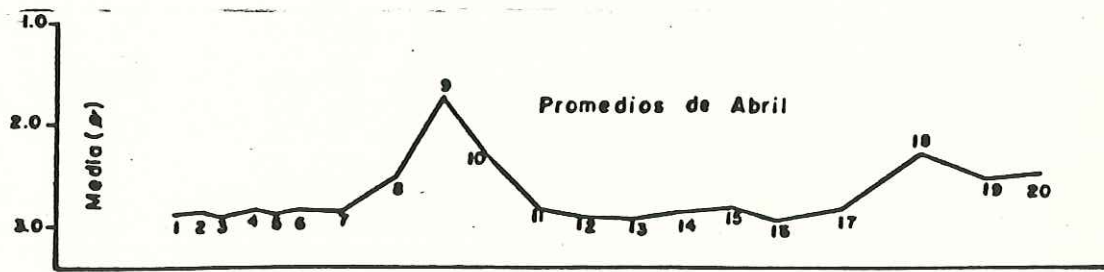
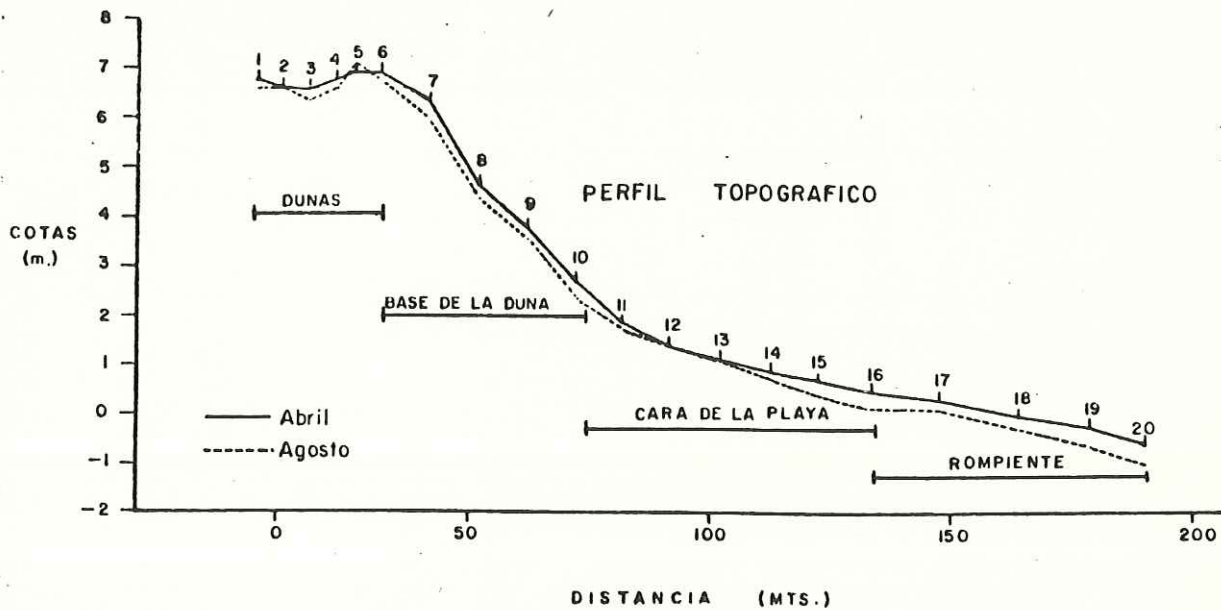


Fig.#3.- Variación de la media para los promedios de Abril, promedios de Agosto y promedios generales.

Tabla XII.- Promedio, desviación estandar y rango de la media, la dispersión y la asimetría en cada ambiente depositacional para el mes de Abril (A), Agosto (B) y promedios generales (C). Los valores son en unidades phi ( $\phi$ ).

## A).- ABRIL

| PARAMETRO  | D U N A S                 |            |              | B A S E D E L A D U N A |            |              |
|------------|---------------------------|------------|--------------|-------------------------|------------|--------------|
|            | Promedio                  | Desv. Std. | Rango        | Promedio                | Desv. Std. | Rango        |
| Media      | 2.914                     | 0.043      | 2.978-2.850  | 2.345                   | 0.459      | 2.850-1.740  |
| Dispersión | 0.389                     | 0.081      | 0.530-0.312  | 0.564                   | 0.093      | 0.703-0.506  |
| Asimetría  | -0.690                    | 0.538      | -1.492-0.086 | -0.237                  | 0.681      | -1.125-0.469 |
|            | C A R A D E L A P L A Y A |            |              | R O M P I E N T E       |            |              |
| Media      | 2.808                     | 0.214      | 2.944-2.333  | 2.950                   | 0.289      | 2.935-2.220  |
| Dispersión | 0.432                     | 0.072      | 0.518-0.347  | 0.785                   | 0.270      | 1.087-0.490  |
| Asimetría  | -0.695                    | 0.711      | -1.633-0.162 | -1.347                  | 0.306      | -1.663-0.903 |

## B).- AGOSTO

| PARAMETRO  | D U N A S                 |            |              | B A S E D E L A D U N A |            |              |
|------------|---------------------------|------------|--------------|-------------------------|------------|--------------|
|            | Promedio                  | Desv. Std. | Rango        | Promedio                | Desv. Std. | Rango        |
| Media      | 2.902                     | 0.053      | 2.978-2.836  | 2.121                   | 0.519      | 2.883-1.767  |
| Dispersión | 0.383                     | 0.045      | 0.430-0.319  | 0.588                   | 0.134      | 0.736-0.409  |
| Asimetría  | -0.428                    | 0.269      | -0.835-0.033 | -0.180                  | 0.515      | -0.550-0.560 |
|            | C A R A D E L A P L A Y A |            |              | R O M P I E N T E       |            |              |
| Media      | 2.869                     | 0.379      | 3.084-2.019  | 2.885                   | 0.133      | 2.992-2.658  |
| Dispersión | 0.449                     | 0.139      | 0.736-0.332  | 0.702                   | 0.225      | 1.085-0.509  |
| Asimetría  | -0.660                    | 0.896      | -1.927-0.410 | -2.095                  | 0.455      | -2.776-1.542 |

## C).- PROMEDIOS GENERALES

| PARAMETRO  | D U N A S                 |            |              | B A S E D E L A D U N A |            |              |
|------------|---------------------------|------------|--------------|-------------------------|------------|--------------|
|            | Promedio                  | Desv. Std. | Rango        | Promedio                | Desv. Std. | Rango        |
| Media      | 2.920                     | 0.040      | 2.961-2.864  | 2.199                   | 0.475      | 2.872-1.758  |
| Dispersión | 0.384                     | 0.043      | 0.449-0.340  | 0.543                   | 0.099      | 0.672-0.449  |
| Asimetría  | -0.500                    | 0.298      | -1.054-0.246 | -0.170                  | 0.520      | -0.718-0.530 |
|            | C A R A D E L A P L A Y A |            |              | R O M P I E N T E       |            |              |
| Media      | 2.819                     | 0.302      | 2.982-2.137  | 2.738                   | 0.157      | 2.945-2.562  |
| Dispersión | 0.449                     | 0.113      | 0.672-0.341  | 0.755                   | 0.215      | 0.998-0.497  |
| Asimetría  | -0.714                    | 0.702      | -1.477-0.125 | -1.627                  | 0.239      | -2.020-1.405 |

Partiendo de las dunas y en dirección hacia la cara de la playa el tamaño de las arenas aumenta en las estaciones 8, 9 y 10 (base de la duna) alcanzando el máximo de 1.758  $\phi$  en la estación 9. En esta sección del transecto los sedimentos tienen un tamaño promedio de 2.199  $\phi$  y un rango de 2.872-1.758  $\phi$ . Este incremento a que es en el barlovento (zona de máximo 2.872-1.758  $\phi$ ). Este incremento se atribuye a que es en el barlovento (zona de máximo transporte) donde el viento actúa directa transportando los sedimentos más finos hacia la cima y parte posterior de la duna (zona de máxima depositación) dejando solo los sedimentos más gruesos (fenómeno conocido como deflación), dando como resultado que a partir de esta sección y en dirección hacia las dunas exista una disminución paulatina del tamaño de grano de las arenas como consecuencia de la pérdida gradual de la competencia del agente de transporte.

Al comparar el tamaño de grano para Abril y Agosto en la base de la duna, se obtiene que el sedimento es mayor en Agosto (2.345  $\phi$  para Abril y 2.121  $\phi$  para Agosto), probablemente a consecuencia de un aumento en la intensidad del viento ya que Gil Silva (1987) compara el transporte eólico para los meses mencionados y determina que es mayor en Agosto.

Los ambientes de duna y cara de la playa solo pueden diferenciarse muy ligeramente entre si ya que las diferencias en tamaño de grano no son muy claras, aunque la tendencia de la arenas de duna es de ser más finas y las de la cara de la playa tienden a ser menos finas, además la cara de la playa es más variable en tamaño de grano mostrando una desviación estandar de 0.302 phi la cual representa aproximadamente ocho veces la de la duna. Los sedimentos de duna son de un tamaño promedio de 2.920  $\phi$  con un rango de 2.961-2.864  $\phi$  y los de la cara de la playa tienen un tamaño de grano de 2.819  $\phi$  y un rango de 2.982-2.137  $\phi$ . Estas diferencias en la variación de tamaño de grano son causadas por las discrepancias en el tratamiento natural impuesto por los agentes físicos de cada ambiente, asi en las dunas el transporte de sedimento es unidireccional y por un solo agente (el viento) lo cual explica la poca variación. La variación correspondiente a la cara de la playa se atribuye a que es la parte de la playa la cual puede estar parcial o totalmente cubierta con agua dependiendo de la marea y por tal razón ser afectada en forma combinada por el oleaje y el viento.

Exceptuando a la base de la duna, la rompiente está caracterizada por los valores más altos de tamaño de grano, en promedio posee 2.738  $\phi$  y un rango de 2.945-2.562  $\phi$ . La presencia de sedimentos más gruesos en este

ambiente se explica por el hecho de que el oleaje que actúa en la rompiente tiene mayor competencia que el viento que actúa en la duna y cara de la playa.

Comparando la media para Abril y Agosto en la rompiente, se observa un aumento en el tamaño de grano en el mes de Agosto ocasionado posiblemente por un incremento en la energía del oleaje y por consiguiente una mayor capacidad de transporte de éste en Agosto.

#### VII.2. Dispersión.

La figura #4 muestra la variación de la dispersión de los sedimentos a lo largo del transecto de muestreo para los promedios de Abril, promedios de Agosto y promedios generales.

La característica más sobresaliente que se observa es de que a pesar de que no existe dependencia teórica entre el tamaño de grano y la dispersión, de manera general ocurre que donde hay un incremento en la media existe un correspondiente aumento en la dispersión.

En las dunas están los sedimentos mejor clasificados indicado por los valores más bajos de dispersión, el valor

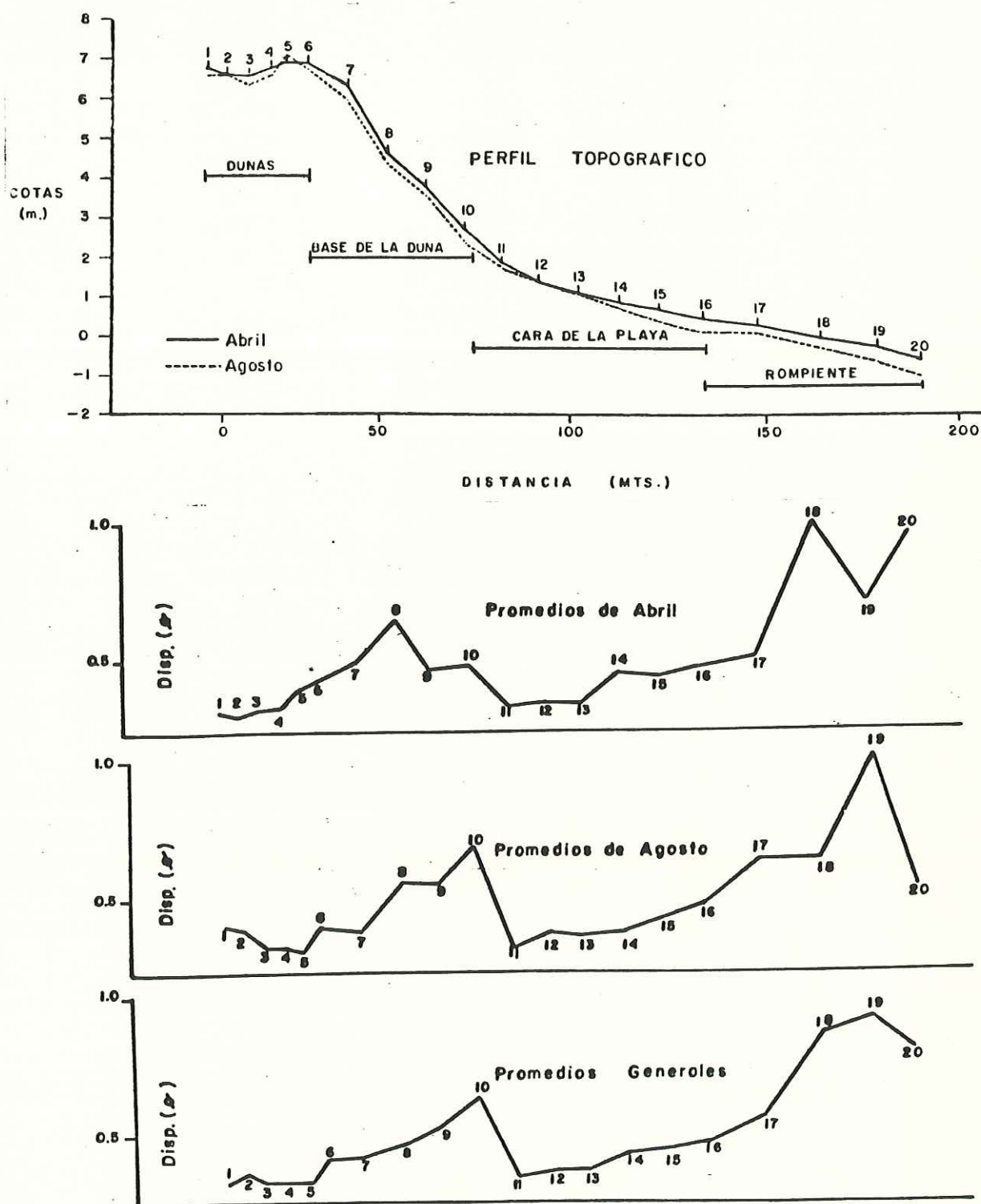


Fig.#4.- Variación de la dispersión para los promedios de Abril, promedios de Agosto y promedios generales.

promedio es de 0.384 phi y el rango es de 0.449-0.340 phi, mientras que en la cara de la playa y la rompiente están los peor clasificados con altos valores de dispersión, con un promedio de 0.449 phi y un rango de 0.672-0.341 phi para cara de la playa y 0.755 phi de promedio y 0.998-0.497 phi de rango para la rompiente. Este comportamiento de la dispersión puede relacionarse con las condiciones de energía del ambiente de depósito, ya que la energía del viento que actúa en las dunas no es muy variable y por lo tanto los sedimentos eólicos pueden depositarse con mayor uniformidad que los de la cara de la playa y rompiente. En estos últimos ambientes, frecuentemente las condiciones de energía del agente de depósito no pueden distribuir uniformemente los sedimentos y además pueden transportar lo mismo partículas gruesas que finas lo que no permite una sedimentación bien clasificada.

Al hacer la comparación de la dispersión entre Abril y Agosto en cada ambiente, se observa que ésta permanece invariable en el orden de las décimas para ambos meses, lo cual no permite una clara diferenciación estacional. Los cambios más significativos ocurren entre los valores promedios para cada ambiente a lo largo del perfil.

Los resultados de media y dispersión obtenidos en el

presente trabajo concuerdan con los reportados por Fox, Ladd y Martin (Op. cit.), ya que también ellos encuentran valores máximos de media y dispersión en la zona de rompiente.

### VII.3. Asimetría

En la figura #5 se expone la variación de la asimetría para los promedios de Abril, promedios de Agosto y promedios generales.

Este parámetro muestra el grado de asimetría de una curva de distribución de frecuencia. Los valores son positivos cuando la curva presenta 'cola' hacia la derecha de la media y cuando la 'cola' está a la izquierda son negativos. La asimetría positiva indica un exceso de material fino y la asimetría negativa exceso de material grueso, con respecto a la distribución normal.

A partir de la tabla XIIC se obtiene que no obstante que en todos los ambientes la asimetría es negativa, cada uno presenta su valor característico. Tomando en cuenta que cuando un sedimento presenta asimetría negativa significa que tiene un exceso de material grueso con respecto a la distribución normal y que conforme la

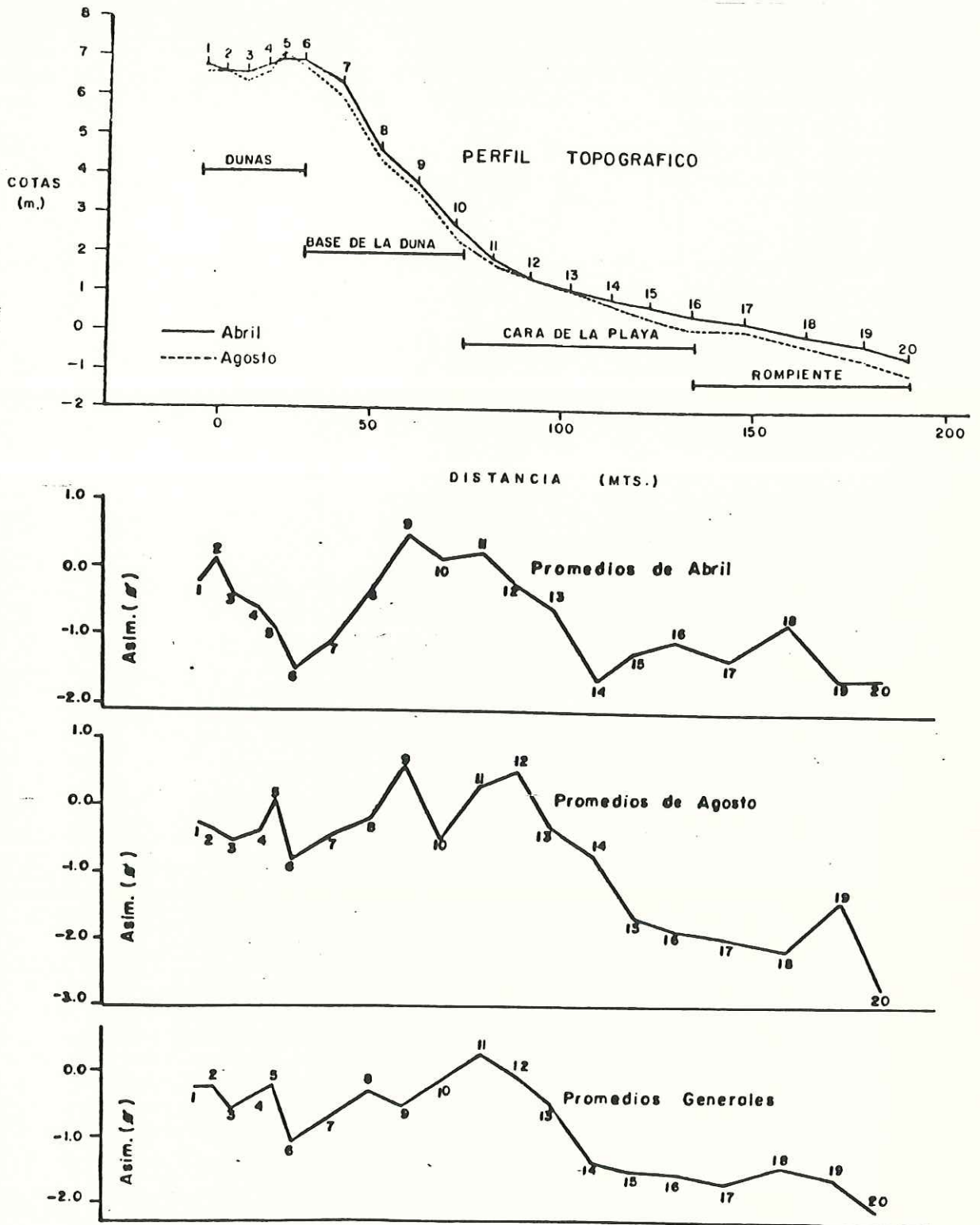


Fig.#5.- Variación de la asimetría para los promedios de Abril, promedios de Agosto y promedios generales.

Tabla XIII.- Promedio y desviación estandar de los promedios de media, dispersión y asimetría para las muestras representativas de la cara de la playa y la rompiente (de la 11 a la 16 y de la 16 a la 20 respectivamente) considerando el total de días muestreados.

| Muestra | MEDIA    |            | DISPERSION |            | ASIMETRIA |            |
|---------|----------|------------|------------|------------|-----------|------------|
|         | Promedio | Desv. Std. | Promedio   | Desv. Std. | Promedio  | Desv. Std. |
| 11      | 2.926    | 0.108      | 0.341      | 0.019      | 0.125     | 0.329      |
| 12      | 2.934    | 0.141      | 0.362      | 0.024      | -0.133    | 0.347      |
| 13      | 2.982    | 0.102      | 0.371      | 0.048      | -0.511    | 0.550      |
| 14      | 2.920    | 0.131      | 0.452      | 0.112      | -1.371    | 0.644      |
| 15      | 2.895    | 0.124      | 0.451      | 0.057      | -1.477    | 0.678      |
| 16      | 2.945    | 0.076      | 0.497      | 0.084      | -1.465    | 0.501      |
| 17      | 2.850    | 0.186      | 0.600      | 0.174      | -1.631    | 0.448      |
| 18      | 2.488    | 0.469      | 0.935      | 0.310      | -1.405    | 0.901      |
| 19      | 2.562    | 0.389      | 0.988      | 0.178      | -1.618    | 0.668      |
| 20      | 2.662    | 0.456      | 0.855      | 0.351      | -2.020    | 0.976      |

asimetría es más negativa la cantidad de material grueso es mayor, entonces la variación de la asimetría a lo largo del transecto indica que el exceso de material grueso en los sedimentos es mayor a medida que se aproxima a la zona de rompiente.

A pesar de que se ha establecido que en general las arenas de las dunas poseen valores positivos de asimetría y las de la cara de la playa tienen asimetría negativa, en los resultados de este trabajo no se cumple tal generalidad quizá debido a la gran influencia que tiene el ambiente marino sobre las dunas, aunque la asimetría fué menos negativa en las dunas que en la playa:  $-0.500$  phi de promedio y un rango de  $-1.054-0.246$  phi para las dunas,  $-0.714$  phi de promedio y un rango de  $-1.477-0.125$  phi para la cara de la playa. La asimetría en la cara de la playa fué más negativa que en las dunas a consecuencia de la acción selectiva del viento y oleaje los cuales remueven sedimento fino hacia las dunas y el mar.

La tendencia hacia valores predominantemente negativos de asimetría en los sedimentos de la cara de la playa está fundamentada en dos posibles causas, adición de material grueso o substracción de material fino a partir de una población normal. Estas posibles causas se explican por el hecho de que en la cara de la playa el

sedimento transportado está sujeto a dos fuerzas de diferente magnitud en dirección opuesta, el mayor oleaje entrante (Swash) y el menor oleaje saliente (Backwash). Así el sedimento grueso es transportado desde la rompiente hasta la cara de la playa y depositado en esta y el material fino es transportado hacia mar adentro.

Debido al alto nivel de energía ambiental que predomina en la rompiente, los sedimentos tienen poco contenido de granos de tamaño fino lo cual explica el porqué en esta zona están los valores más negativos de asimetría, con un valor promedio de  $-1.627 \phi$  y un rango de  $-2.020$ - $-1.405 \phi$ .

Como resultado de la comparación del valor promedio de la asimetría en cada ambiente para Abril y Agosto se obtuvo que a excepción de la zona de rompiente en la duna, base de la duna y cara de la playa la asimetría fue más negativa en Abril.

## VIII CONCLUSIONES

- Considerando que el rango de variación de la media y la dispersión presentan alto grado de traslape, para el caso particular del área estudiada, es imposible la

diferenciación de cada ambiente únicamente en función de las características texturales de sus sedimentos. Para lograr tal diferenciación es necesario considerar adicionalmente las características fisiográficas de cada ambiente, ya que no es posible reconocer cuando un sedimento es de duna, playa o rompiente, sin embargo el tamaño de grano y la dispersión de los sedimentos es menor en las dunas y ambos parámetros presentan la tendencia de aumentar hacia la rompiente.

- El tamaño de grano de las arenas en la cara de la playa y la rompiente fué mayor en el mes de Agosto y el valor promedio de la dispersión permaneció constante en el orden de las décimas en cada uno de los ambientes durante Abril y Agosto.

- Debido a la influencia del ambiente marino la asimetría en las dunas fué negativa no obstante que se ha establecido que en general en las dunas la asimetría es positiva y en las playas es negativa. La tendencia que presentó la asimetría es de ser menos negativa conforme nos aproximamos a la duna.

- Cuando se pretenda obtener una caracterización textural de los sedimentos en la zona considerada en el presente trabajo, en la cual se involucre a la cara de la

playa, las muestras deberán ser tomadas en la mitad de la cara de la playa y a una profundidad no mayor de cinco centímetros.

- Los resultados de los estudios sobre predicción de la dirección del transporte litoral en base a las variaciones de tamaño de grano de los sedimentos serán válidos, para la zona de estudio, solo si tales variaciones son de una magnitud mayor que 0.032 phi.

#### IX BIBLIOGRAFIA

AGUAYO, C.J.E. (1980). Representación grafica ternaria de parámetros estadísticos y su aplicación en el análisis de ambientes sedimentarios. Subdirección de Tecnología de Exploración. Instituto Mexicano del Petroleo. XII, pp. 8-13.

ARANDA-MANTECA, F.J. (1983). Estudio de minerales pesados como trazadores de la corriente litoral en la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis de licenciatura Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 78 pp.

BACA-CHACON C. (1981). Procedencia de minerales pesados en la Bahía Todos Santos, Baja California. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 50 pp.

CARVER, R. C. (1971). Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley Interscience, New York. pp 51-52.

CHEE-BARRAGAN, A. Y R. PEREZ-HIGUERA. (1982). Patrón de circulación costera a partir de algunas características naturales de los sedimentos de la Bahía Todos Santos. Informe anual, U.A.B.C., I.I.O.-SEP., 48 pp.

DE GOROSTEGUI-MURIEDAS, I.J. (1981). Comparación de ambientes sedimentarios por medio de los métodos grafico binario y ternario en dos playas de Baja California. Informe-Memoria de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 21 pp.

ESTRELLA-ORDUNA, H.G. (1983). Aplicación del análisis de grupo para la identificación de medios ambientes

sedimentarios. Informe-Memoria de licenciatura,  
Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C. 25  
pp.

FOLK, R.L. (1974). Petrology of Sedimentary Rocks. Univ.  
Texas, Hemphill Publishing Company. U.S.A., Austin.  
170 pp.

FOX, T.W., LADD, W.J. AND MARTIN, K.M. (1966). A profile  
of the four moment measures perpendicular to a shore  
line, South Haven, Michigan. Journal of Sedimentary  
Petrology, Vol.36, No.4 pp.1126-1130

FRIEDMAN, G.M. (1961). Distinction Between Dune, Beach and  
River Sands From Their Textural  
Characteristics. Journal of Sed. Petrol. Vol.31,  
No.4, pp. 514-529.

----- (1967). Dynamic processes and statistical  
parameters compared for size frequency distributions  
of beach and river sands. Journal of Sedimentary  
Petrology. Vol.37, pp.327-354.

GIL-SILVA, E. (1987). Transporte de arena por acción del viento en una playa natural. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 44 pp.

KRUMBEIN, W.C. (1954). Statistical significance of beach sampling methods. Technical memorandum No. 50. Beach erosion board engineers. 33 pp.

KRUMBEIN, W.C. AND RASMUSSEN, W.C. (1941). The probable error of the sampling beach sand for heavy minerals analysis. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 11, No. 1, pp. 10-20.

LIZARRAGA-ARCINIEGA, R. (1976). Estudio de los movimientos cíclicos de la playa en la Bahía Todos Santos, Baja California. Ciencias Marinas. Vol. 3, No. 1, pp. 30-50.

MASON, C.C. AND FOLK, R.L. (1958). Differentiation of Beach, Dune and Eolian Flat Environments by Size Analysis, Mustang Island, Texas. Journal of Sed. Petrol. Vol. 28, No. 2, pp. 211-226.

MOIOLA, R.J. AND SPENCER, A.B. (1973). Sedimentary structures and grain-size distributions, Mustang Island, Texas. Geol. Soc., Vol.23, pp.324-332.

MOIOLA, R.J. AND WEISER, D. (1968). Textural parameters: an evaluation. Journal of Sedimentary Petrology. Vol.38, pp.45-53.

O'BRIEN, M. P. AND ZEEVAERT, L. (1968). Design of a Small Tidal Inlet. A. Soc. Engineering Congress of Coastal Engineering. Vol.II. pp.1242-1257.

ORTEGA-RIVERA, M.A. (1986). Discriminación de medios ambientes sedimentarios recientes mediante el análisis estadístico de arenas. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 132 pp. licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C., 132 pp.

ROYSE, CH. (1972). A Introduction to Sediment Analysis. Arizona State University Publication. 180 pp.

SHEPARD, F.P. AND R.YOUNG. (1961). Distinguishing Between Beach and Dune Sands. Journal of Sed. Petrol. Vol. 31, pp. 196-214.

VISHER, G.W. (1969). Grain-size distribution and depositional processes. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 38, pp 1074-1106.

WALTON, W.R. (1955). Ecology of Living Benthic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California. Journal of Paleontology. Vol. 29, No. 6. pp. 952-1018.

Apendice A.- Datos para evaluar el error de laboratorio en las muestras superficiales.

## MUESTRAS INDIVIDUALES SUPERFICIALES

| Número de Muestra | Tamaño de grano (phi) | Desviación d(phi) | Desv. Cuadrada d (phi) |
|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|
| 1                 | 2.924                 | 0.049             | 0.002401               |
| 2                 | 2.913                 | 0.038             | 0.001444               |
| 3                 | 2.850                 | -0.025            | 0.000625               |
| 4                 | 2.870                 | -0.005            | 0.000025               |
| 5                 | 2.835                 | -0.040            | 0.001600               |
| 6                 | 2.888                 | 0.013             | 0.000169               |
| 7                 | 2.841                 | -0.034            | 0.001156               |
| 8                 | 2.866                 | -0.009            | 0.000081               |
| 9                 | 2.831                 | -0.044            | 0.001936               |
| 10                | 2.846                 | -0.029            | 0.000841               |
| 11                | 2.909                 | 0.034             | 0.001156               |
| 12                | 2.889                 | 0.014             | 0.000196               |
| 13                | 2.901                 | 0.026             | 0.000676               |
| 14                | 2.859                 | -0.016            | 0.000256               |
| 15                | 2.897                 | 0.022             | 0.000484               |
| 16                | 2.871                 | -0.004            | 0.000016               |
| 17                | 2.895                 | 0.020             | 0.000400               |
| 18                | 2.904                 | 0.029             | 0.000841               |
| 19                | 2.810                 | -0.065            | 0.004225               |
| 20                | 2.885                 | 0.010             | 0.000100               |
| 21                | 2.880                 | 0.005             | 0.000025               |
| 22                | 2.870                 | -0.005            | 0.000025               |
| 23                | 2.843                 | -0.032            | 0.001024               |
| 24                | 2.836                 | -0.039            | 0.001521               |
| 25                | 2.883                 | 0.008             | 0.000064               |
| 26                | 2.930                 | 0.055             | 0.003025               |
| 27                | 2.923                 | 0.048             | 0.002304               |
| Media             | 2.875                 | Total             | 0.026616               |

## MUESTRAS COMPUESTAS SUPERFICIALES

|       |       |        |          |
|-------|-------|--------|----------|
| 1     | 2.876 | -0.006 | 0.000036 |
| 2     | 2.873 | -0.009 | 0.000081 |
| 3     | 2.858 | -0.024 | 0.000576 |
| 4     | 2.915 | 0.033  | 0.001089 |
| 5     | 2.925 | -0.043 | 0.001849 |
| 6     | 2.842 | -0.040 | 0.001600 |
| 7     | 2.879 | -0.003 | 0.000009 |
| 8     | 2.894 | 0.012  | 0.000144 |
| Media | 2.882 | Total  | 0.005384 |

Apendice B.- Datos para evaluar el error de laboratorio en las muestras tomadas a diferente profundidad.

MUESTRAS INDIVIDUALES A DIFERENTE PROFUNDIDAD

| Número de Muestra | Tamaño de grano (phi) | Desviación d(phi) | Desv. Cuadrada d (phi) |
|-------------------|-----------------------|-------------------|------------------------|
| 1                 | 2.949                 | 0.347             | 0.120409               |
| 2                 | 2.733                 | 0.131             | 0.017161               |
| 3                 | 2.546                 | -0.056            | 0.003136               |
| 4                 | 2.687                 | 0.085             | 0.007225               |
| 5                 | 2.666                 | 0.064             | 0.004096               |
| 6                 | 2.193                 | -0.409            | 0.167281               |
| 7                 | 2.443                 | -0.159            | 0.025281               |
|                   | Media 2.602           |                   | Total 0.344589         |

MUESTRAS COMPUESTAS A DIFERENTE PROFUNDIDAD

|   |             |        |                |
|---|-------------|--------|----------------|
| 1 | 2.933       | -0.011 | 0.000121       |
| 2 | 2.922       | -0.022 | 0.000484       |
| 3 | 2.953       | 0.009  | 0.000081       |
| 4 | 2.947       | 0.003  | 0.000009       |
| 5 | 2.968       | 0.024  | 0.000576       |
| 6 | 2.950       | 0.006  | 0.000036       |
| 7 | 2.940       | -0.004 | 0.000016       |
| 8 | 2.946       | 0.002  | 0.000004       |
|   | Media 2.944 |        | Total 0.001327 |