

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA
CALIFORNIA.**

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DE LOS SEDIMENTOS
MODERNOS DE BAHÍA CONCEPCIÓN, BAJA CALIFORNIA SUR,
MÉXICO.**



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA:
MOTOLINÍA HIDALGO JOSÉ MANUEL
Ensenada, Baja California,
Marzo de 1996.

RESUMEN

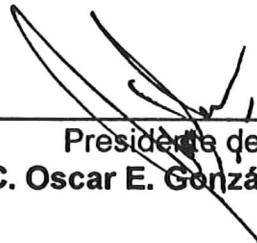
Con el fin de analizar características granulométricas de Bahía Concepción, se realizaron 13 transectos a lo largo y ancho de la bahía, obteniendo 60 muestras de sedimento, de las cuales 44 fueron analizadas laboratorio y sus parámetros estadísticos calculados mediante el método de momentos. Se observó que los valores de la media varían de 0.84 hasta 7.64 phi, la clasificación de 0.52 a 3.17, la asimetría de -0.94 a 1.790 y la kurtosis de 1.40 a 4.09. Se concluye que la bahía está caracterizada por tres grupos sedimentarios de acuerdo a su composición y por dos grupos de acuerdo a su granulometría, los cuales están controlados en su distribución por la distancia de la costa y profundidad. Se aplicaron también los criterios de Sunomura y Horikawua (1971) para determinar la dirección del transporte sedimentario dentro de la bahía a dos grupos selectos de estaciones a lo largo de sus dos márgenes principales, resultando en ambos casos en un transporte de Norte a Sur.

**“CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DE LOS SEDIMENTOS
MODERNOS DE BAHÍA CONCEPCIÓN , BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.”**

**TESIS DE LICENCIATURA
QUE PRESENTA:**

JOSÉ MANUEL MOTOLINÍA HIDALGO

Aprobada por:



Presidente del jurado
M.C. Oscar E. González Yajimovich



Sinodal Propietario
Oc. Guillermo E. Avila Serrano



Sinodal Propietario
M.C. Jorge Ledesma Vázquez

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por que sin Fe no hay Hombre.

A Mi Padre, por su sacrificio, apoyo y comprensión incondicionales.

A Mi Abuelo, por el ejemplo y consejo que nunca me falta.

A Mis Hermanos, Blanca y Daniel por aguantarme,

A Toda, pero toda mi familia, que sin ella no hubiese conseguido lo que ahora, gracias por su confianza.

Al M.C. Oscar E. González Yajimovich, por su gran amistad y paciencia, durante toda mi carrera y los años siguientes.

A mi primotío, casi M.C. Oc. Guillermo Ávila Serrano, por sus consejos. apoyo, amistad y su buen humor (con extensiva a Martha).

Al M. C. Jorge Ledesma Vázquez, por sus atinadas sugerencias durante la realización de esta.

A Keith Meldahl y Christina por su amistad y sencillez durante la salida de campo.

A mi Tía Flora, y la familia Ávila Serrano por la bondad que los caracteriza.

A mis Amigos Christian y Yoyo que siempre me prestaron su apoyo en las buenas y en la malas.

Al Oc. José Luis Pérez Soto por ayudarme en la realización de las figuras y en la impresión del trabajo.

A mis amigos Alejandro, Rhamsés e Hiram.

A Adriana y el Mar.

(no podría olvidarme del enfadoso de Crisanto mi amigo).

El presente trabajo se realizó como parte del proyecto "Sedimentología, Paleoecología y Preservación Fósil de una Cuenca Activa " apoyado por la UABC (1355322) y National Geographic Society (5127-93).

DEDICATORIA

A Dios,

A MI Padre por educarme con ejemplo y amor, tu hijo.

A Mis Hermanos.

Y Al Futuro.

CONTENIDO

RESUMEN:.....	I
PÁGINA DE APROBACIÓN:.....	II
AGRADECIMIENTOS:.....	III
DEDICATORIA:.....	IV
CONTENIDO:.....	V y VI
LISTA DE TABLAS:.....	VII
LISTA DE FIGURAS:.....	VIII
INTRODUCCIÓN:.....	1
ANTECEDENTES:.....	2
I) <i>Antecedentes Generales</i>	2
II) <i>Antecedentes Particulares</i>	4
OBJETIVO:.....	7
ÁREA DE ESTUDIO:.....	8
METODOLOGÍA:.....	13
RESULTADOS:.....	17
ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO.....	25

DIRECCIÓN DE TRANSPORTE DEL SEDIMENTO..... 29

DISCUSIONES:..... 32

CONCLUSIONES:..... 36

BIBLIOGRAFÍA:..... 37

LISTA DE TABLAS

	Pagina
Tabla I. Resultados del análisis granulométrico de 44 muestras de sedimento en Bahía Concepción, Baja California Sur.	19

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1 . Área de Estudio.....	9
2a .- Geología simplificada de la región de bahía Concepción, B.C.S. Tomado de McFall (1968).....	11
2b .- Descripción y simbología de las unidades estratigráficas presentes en la región de Bahía Concepción B.C.S. Tomado de McFall (1968).....	12
3 .- Estaciones de muestreo	14
4 .- Distribución de los sedimentos de acuerdo a su apariencia en fresco.....	18
5 .- Isolíneas de los valores de la media, en valores de phi.....	20
6 .- Isolíneas de los valores de la clasificación, en valores de phi.....	22
7 .- Isolíneas de los valores de la asimetría.....	23
8 .- Isolíneas de los valores de la kurtosis.....	24
9 .- Gráfica binaria de la media vs profundidad.....	26
10 .- Gráfica binaria de la media vs clasificación.....	26
11 .- Gráfica binaria de la media vs asimetría.....	27
12 .- Gráfica binaria de la clasificación vs asimetría.....	27
13 .- Dendograma de las 44 muestras, enlace sencillo y distancias euclidianas.....	28
14 .- Gráfica binaria de la distancia vs media, parte Este de la bahía.....	30
15 .- Gráfica binaria de la distancia vs clasificación, parte Este de la bahía.....	30
16 .- Gráfica binaria de la distancia vs media, parte Oeste de la bahía....	31

17 .- Gráfica binaria de la distancia vs clasificación, parte Oeste de la bahía..... 31

INTRODUCCIÓN:

El estudio de las rocas y sedimentos del Mioceno y Plioceno de las regiones adyacente al Golfo de California, es de gran importancia desde el punto de vista tectónico ya que estos registran los estadios iniciales de su apertura, sin embargo el entendimiento de los procesos de formación de dichos depósitos es limitado. Para lograr una mejor comprensión de ellos, se requiere de comparaciones con rocas y/o depósitos actuales, de aquí que a los estudios con este fin, se les conozca como actualísticos (Schäfer, 1972. Fürsich and Flessa 1987). Los modelos de formación propuestos para el Golfo de California se basan en estudios oceanográficos en la región de la boca y en estudios de cuencas transtensionales en la región del Sur de California (Lonsdale, 1989. Lyle and Ness, 1991. Kerr and Kidwell, 1991), por lo tanto, estudios en cuencas adyacentes al mencionado golfo resultan de gran significancia para el entendimiento de los procesos que actuaron en su formación, además la mayoría de los estudios de la apertura del Golfo y su actividad actual, se basan en la localización e identificación de facies sedimentarias marinas, ya que estas proporcionan información sobre la variación de la posición de la línea de costa. Bahía Concepción, Baja California Sur, es una cuenca transtensional en la costa Este de Baja California que ha sido considerada como un buen

análogo potencial para los sedimentos y rocas del Neógeno en las regiones adyacentes como la cuenca de Loreto, de aquí la importancia de contar con estudios base cuantitativos de las características de los sedimentos y rocas que la conforman. El presente estudio pretende proporcionar información cuantitativa sobre las características texturales de los sedimentos recientes de Bahía Concepción, cumpliendo con dos propósitos: 1) Proveer de información básica sobre los ambientes sedimentarios modernos de la bahía dilucidando sobre los procesos de su formación y 2) Contribuir al entendimiento de la evolución geológica de las cuencas de dispersión, proporcionando la componente moderna para estudios actualísticos en la región.

ANTECEDENTES:

I) Antecedentes Generales.

A principios de siglo, muchos sedimentólogos trataron de utilizar las características texturales (forma y tamaño) de los sedimentos como indicadores ambientales, algunos de estos investigadores fueron Krumbein and Pettijohn (1938), Otto (1939), Folk (1966), entre otros.

McBride (1971), describe la técnica para calcular los parámetros estadísticos en el análisis del tamaño de grano o " método de los momentos postula que una de las ventajas de este sobre el método gráfico, es que se utiliza toda la distribución en el cálculo de los mencionados parámetros.

Moiola y Weiser (1968), realizan comparaciones entre los diferentes resultados obtenidos al utilizar el método de los momentos con gráficas binarias, observando que la gráfica de kurtosis vs. asimetría resulta ambigua para la discriminación de ambientes, mientras que los diagramas de media vs. asimetría y media vs. clasificación proporcionan buenos resultados.

Mason y Folk (1958), en un estudio realizado con muestras de las Islas Mustang, Texas, con arenas de duna, playa y planicie eólica, concluyen que los diagramas de asimetría vs. kurtosis fueron efectivos para discriminar arenas de playa. Estudios en la misma área, pero realizados por Moiola y Spencer (1973), muestran que el mejor diagrama binario discriminante de ambientes es el de media vs. clasificación.

Ramos López (1996), utiliza análisis de componentes principales para agrupar muestras con características semejantes de sedimentos de la plataforma y talud continental de la región Sur del Golfo de México por medio de análisis de conglomerados, demostrando que es posible utilizar técnicas alternativas para diferenciar sedimentos.

Sunamura y Horikawa (1971), desarrollan un estudio sobre dirección predominante de transporte litoral a lo largo de la playa de Kujyukuri, Japón, y obtienen cinco casos de tendencias de tamaño de grano y grado de

clasificación; concluyendo que estos parámetros se comportan como buenos indicadores de la dirección de transporte litoral.

Wilson, J.L. (1975), realiza un compendio de casos tipo en carbonatos antiguos y presenta una buena discusión sobre sus orígenes y distribución.

Merrifield, et al. (1987). Lleva a cabo un estudio sobre las variables atmosféricas en el Golfo de California y encuentran que los vientos en la región soplan desde el norte, especialmente en el invierno.

II) Antecedentes Particulares.

Mateo et al., (1993), describen el clima de Bahía Concepción como desértico, seco, cálido y muy extremo; encontrando que la temperatura media anual es de 23°C. La bahía se encuentra influenciada por la corriente del golfo y presenta marea tipo mixta, observando que las mareas vivas se presentan en los meses de noviembre a febrero.

Dentro de los trabajos que aportan datos importantes sobre la geología de la región, se encuentra el de Rodríguez et al. (1992), los cuales describen a la región como una zona de varios ambientes: playa de arena, roca y grava, marismas, acantilados y bloques. Existen trabajos más especializados y descriptivos, como el de Durham y Allison que en 1959, realizan un estudio de la historia geológica de Baja California y su fauna marina, describiendo los cambios en la línea de costa, tipo de roca, fauna y clima existente, entre el

periodo Mesozoico y el Cenozoico, en el Tómbolo conocido como "El Requesón".

Beal (1948), Mina (1957) y Chávez (1978), publicaron mapas de gran escala de reconocimientos geológicos, sin embargo, el trabajo más completo del área es el de McFall (1968), en donde presenta un mapa base a escala 1:70,000 que muestra los diferentes tipos de rocas y la localización de afloramientos, también reconoce seis formaciones y una serie de fallas en la bahía.

Ledesma Vázquez y Johnson (1993), trabajan sobre la neotectónica del área de Loreto-Mulegé, proponen un modelo para incorporar las estructuras presentes en la zona costera Loreto-Santa Rosalía en base a la presencia de facies de línea de costa rocosa, como una herramienta para evaluar el grado de deformación tectónica, postulan que el levantamiento para el área al Norte de Loreto es superior a la tasa general encontrada para la península, producida por la apertura del Golfo de California desde el Plioceno tardío.

Ashby et al. (1988), datan la parte Noroeste de la bahía, específicamente las terrazas de Mulegé, mediante el uso del coral *Porites californica*, por series de Uranio y les asigna una edad de 125,000 años, obteniendo una razón de elevación de las terrazas de 5 cm/1000 años, por lo que concluye que esto indica estabilidad y ausencia de deformación vertical, desde el Pleistoceno tardío.

Godínez Orta et al. (1994), describen la geología marina de Bahía Concepción, diferenciando cinco tipos de sedimento que van desde arena muy gruesa hasta limos, con una distribución alineada con el eje longitudinal de la bahía. En cuanto a composición del sedimento, afirman que el material está dominado por fragmentos de roca, fragmentos de conchas y de foraminíferos, e identifican también a los minerales hornblenda, biotita, cuarzo y feldespato.

Pérez Soto (1995), realiza un estudio del volumen de sedimento drenado a Bahía Concepción, encontrando que el volumen potencial total de sedimento drenado es de 14,777.57 m³/año y las cuencas del lado Oeste no forman deltas debido a la alta pendiente y al canal submarino existente en el área.

OBJETIVO:

Describir y analizar las características granulométricas de los sedimentos modernos de Bahía Concepción, Baja California Sur.

ÁREA DE ESTUDIO:

Bahía Concepción está localizada en la costa noreste de Baja California Sur, entre los paralelos 26° 55' y 26° 30' Norte y 112° y 110° 40' Oeste; aproximadamente con 45 km. de largo, 9 km en la parte más ancha y 5 km en su parte más angosta (Figura,1). La bahía se encuentra en una región desértica árida, donde las temperaturas en los meses de verano van de los 32°C a 38°C, mientras que en meses de invierno la temperatura decrece hasta 6°C (Mateo Cid. et al., 1993). Las lluvias normalmente son escasas, torrenciales y asociadas a chubascos (McFall, 1968), resultando una precipitación media anual de 112 a 155 mm (García 1981).

Bahía Concepción se encuentra comunicada con el Mar de Cortés, por medio de la boca, localizada en su parte Norte, mientras su parte Este se encuentra limitada por la península del mismo nombre y donde encontramos grandes extensiones aluviales del Cuaternario reciente, conformados por lechos de arroyos y terrazas de rocas volcanoclástica y conglomerados, que a su vez están limitados por una zona de fallas localizadas a lo largo de la península. Las excepciones se encuentran en los extremos Noroeste y Sureste; en la primera se localiza un afloramiento de la Formación Infierno (Plioceno), formada por areniscas, lutitas, pedernales y coquinas; en la segunda encontramos dos pequeños afloramiento de la Formación Requesón (Mioceno), caracterizada por presentar flujos de andesita y basaltos,

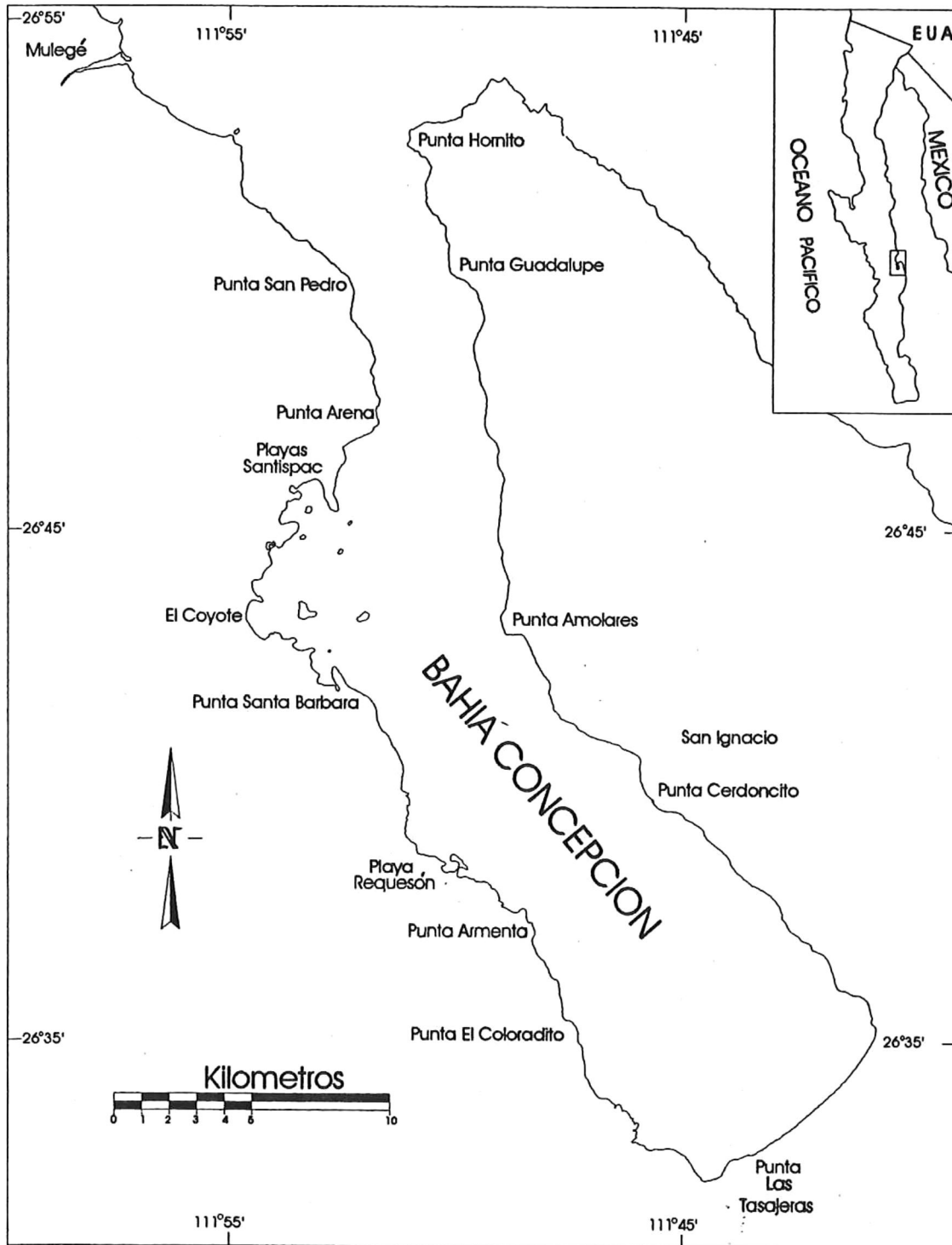


Figura 1. Area de Estudio.

aglomerados y tobas; ambas formaciones pertenecen al Grupo Comondú (McFall, 1968).

La zona Sur de la bahía tiene una extensión de 8 km y al igual que la zona Este, presenta Aluviones del Cuaternario (McFall, 1968). Las pendientes de la parte Este y Sur cerca de la línea de costa no excederán los 5° en su pendiente (Pérez Soto, 1995).

La parte Oeste difiere topográfica y geológicamente de las Este y Sur, presentando pendientes de 6° a 10° muy cerca de la línea de costa (Pérez Soto, 1995); la geología está representada en su mayor parte por la Formación Requesón (Mioceno), ya antes descrita (McFall, 1968). El lado Oeste presenta zonas de falla en diferentes puntos, también presenta afloramientos de Aluvión del Cuaternario reciente representados como abanicos aluviales en la parte Norte y en algunos arroyos distribuidos en la zona (Figura 2 a y b).

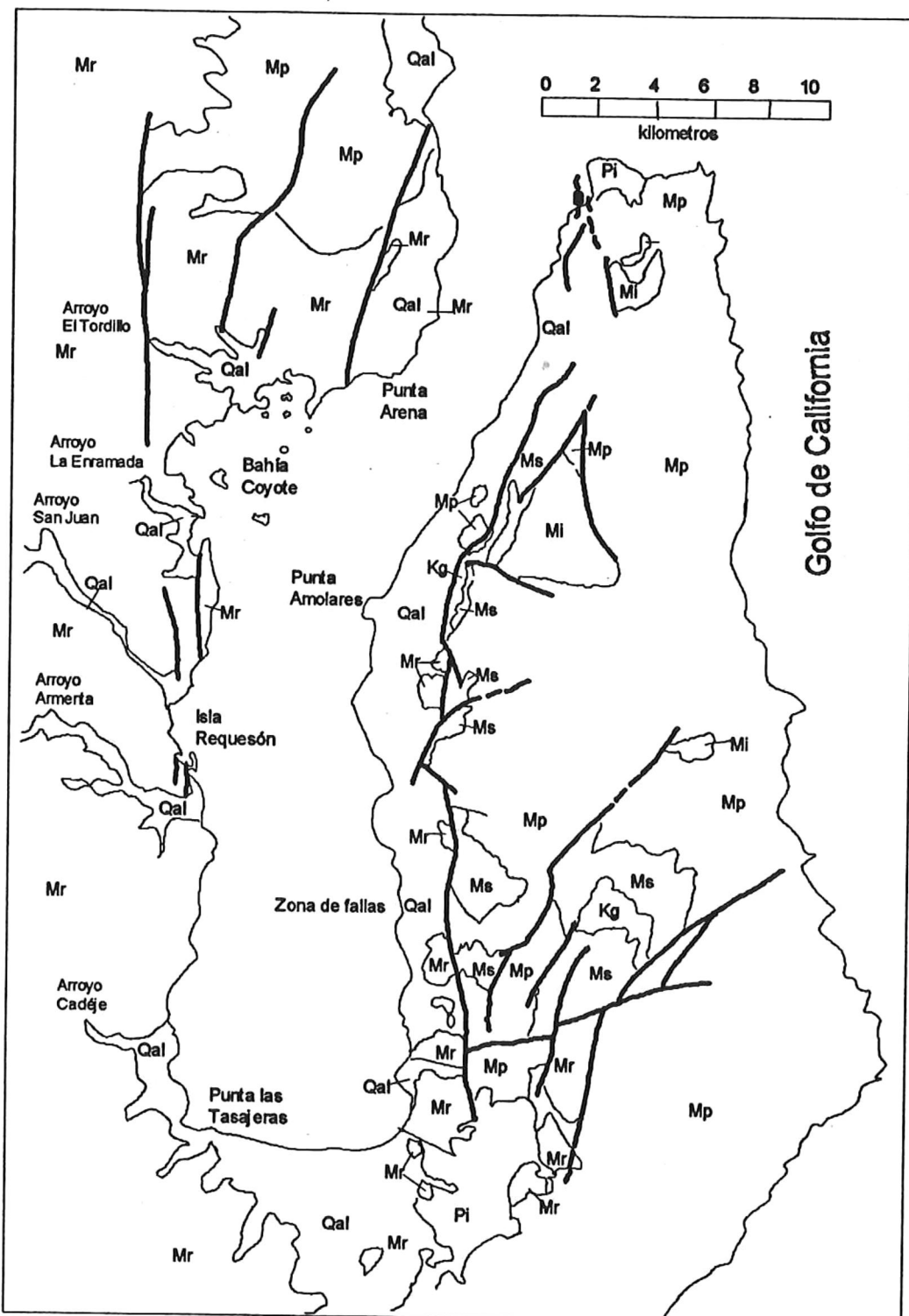


Figura 2a. Geología simplificada de la región de Bahía Concepción, B.C.S.. Tomado de McFall (1968). (Ver simbología en la figura 2b).

Qal	Aluvi3n del Cuaternario	Arena volcanocl3stica y conglomerados de abanicos aluviales, estratificaci3n cruzada, terrazas de abracci3n.
Pi	Formaci3n Infierno Plioceno	Areniscas marinas marginales y de baja profundidad, pedernal y coquinas.
Mr	Formaci3n Reques3n Mioceno	Flujos bas3lticos y andesita, aglomerados y tobas.
Mi	Intrusi3n Mioceno (Posterior a la formaci3n Pelones)	Tonalita o gabro.
Mp	Formaci3n Pelones Mioceno (Incluye la Formaci3n Pilares y Hornillos base de la Península de Concepci3n; tambi3n la sobreposici3n de la Formaci3n Minitas al Noroeste de la boca de la bahía y al Este de la península).	Aglomerados andesíticos y tobas.
Ms	Formaci3n El Salto Mioceno	Estratificaci3n cruzada y tobas.
Kg	Basamento Cret3sico	Granodeorita y monosita con intrusiones de esquistos.

Figura 2b. Descripci3n y simbología de las unidades estratigr3ficas presentes en la regi3n de Bahía Concepci3n B.C.S.. Tomado de McFall (1968).

METODOLOGÍA:

Con el objetivo de describir los sedimentos modernos de Bahía Concepción, durante el mes de marzo de 1994 se obtuvieron 60 muestras de fondo mediante el uso de una draga de quijadas tipo Pomar (2,770 cm³), abordo de una pequeña embarcación inflable (3m de largo). El diseño de muestreo consistió en una serie de 13 transectos orientados Oeste-Este a todo el ancho de la bahía, las estaciones se distribuyeron equidistantes dentro de cada transecto, variando el número de ellas de transecto a transecto (Figura 3). Las muestras fueron descritas en el campo de acuerdo a su apariencia en fresco, empaquetadas y etiquetadas con su correspondiente localización y profundidad. Esta última fue obtenida utilizando la misma draga a manera de sondaleza y la localización fue obtenida por medio de un posicionador por satélite (GPS) Garmin 2000.

De las 60 muestras colectadas, 44 fueron analizadas en el laboratorio de Sedimentología de la Facultad de Ciencias Marinas para obtener su granulometría, mediante las técnicas descritas por Royse (1970) y Folk (1974). Para la fracción <4 phi, la separación mecánica se realizó con tamices Tyler Standard a intervalos de 0.5 phi. Para la fracción fina (> 4 phi) se utilizó el método de pipeta con la técnica descrita por Lewis (1984). Las medidas descriptivas de las distribuciones de sedimento fueron obtenidas por medio de una hoja de cálculo en Excel 5.0 utilizando el método de momentos

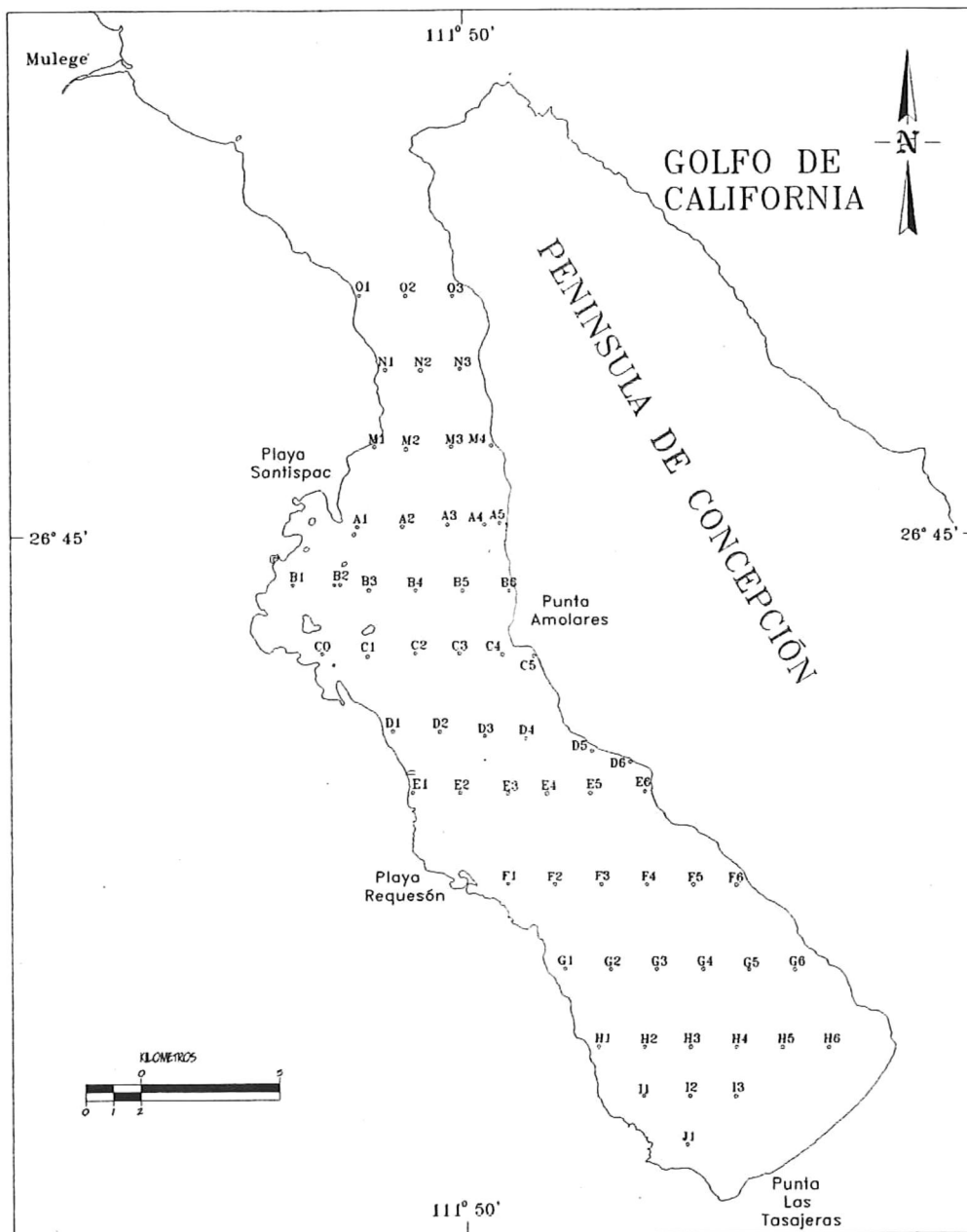


Figura 3. Estaciones de Muestreo.

descrito por McBride (1971). La representación gráfica de los resultados se elaboró mediante el programa Surfer para Windows versión 5.0.

La diferenciación de los ambientes de sedimentación se llevó a cabo por medio de dos técnicas 1) se realizaron gráficas binarias como las descritas por Royse (1970), y 2) por análisis de agrupamiento utilizando las frecuencias de clase como variables y con el uso de distancias euclidianas (Ramos López, 1996); la estrategia que se utilizó fue similar a la utilizada por Mather (1976), con la cual se elimina la redundancia entre las variables, mediante el análisis de componentes principales, agrupando las muestras de sedimento con características similares, representadas en un dendograma.

La matriz, base del dendograma, está compuesta por los valores de la media de las 44 muestras y 12 variables tomadas de los diferentes tamaños de phi representados en las muestras (0.0 - >10 phi). El algoritmo principal por el cual se llevó a cabo el análisis de componentes principales y el análisis de conglomerados (Cluster) es el descrito por Davis (1973), el cual utiliza el método de ligamento promedio con medidas aritméticas ponderadas, para formar grupos sedimentarios con características semejantes (Sokal and Michener, 1958; Sokal and Sneath, 1963; Sneath and Sokal, 1973). Los cálculos estadísticos y el dendograma, se realizaron mediante el programa Statistics para Windows.

Con el objetivo de identificar la dirección de transporte sedimentario en la bahía, se aplicaron los criterios propuestos por Sunamura y Horikawa (1971), a dos conjuntos de muestras escogidos de tal manera que formaran secuencias a lo largo de las costas Este y Oeste de la bahía.

RESULTADOS:

Los resultados de la inspección en fresco de las 60 muestras de fondo obtenidas en Bahía Concepción, definen tres categorías principales de sedimento de acuerdo a su composición y textura: Arena Volcánica AV [con contenido variable de algas calcáreas], Calcoarenita CA [compuesta por algas calcáreas y moluscos] y Lodo Verde LV [con contenido variable de conchas] (Figura 4). En general se encontró que el lodo verde está restringido a las zonas más profundas de la bahía (>18 metros) y que éste sedimento es el más común en la misma. Las arenas calcáreas se encontraron restringidas a la margen occidental a profundidades en el rango de 0 a 14 metros. Las arenas volcánicas se encuentran distribuidas en la margen Este, en la cabecera de la bahía (región Sur) y en algunas partes de la margen Oeste, a profundidades de 0 a 28 metros. Del total de las muestras obtenidas, 44 fueron analizadas para obtener los valores y en términos generales se encontró que los valores de media van desde arena gruesa hasta limos muy finos (0.84373 hasta 7.6485 Phi), con grado de clasificación desde moderadamente clasificados hasta pobremente clasificados (0.5243 a 3.1737 phi). Los valores de asimetría encontrados fueron en el rango de -0.9458 a 1.790 y la kurtosis en el rango de 1.4017 a 4.0979 (Tabla I).

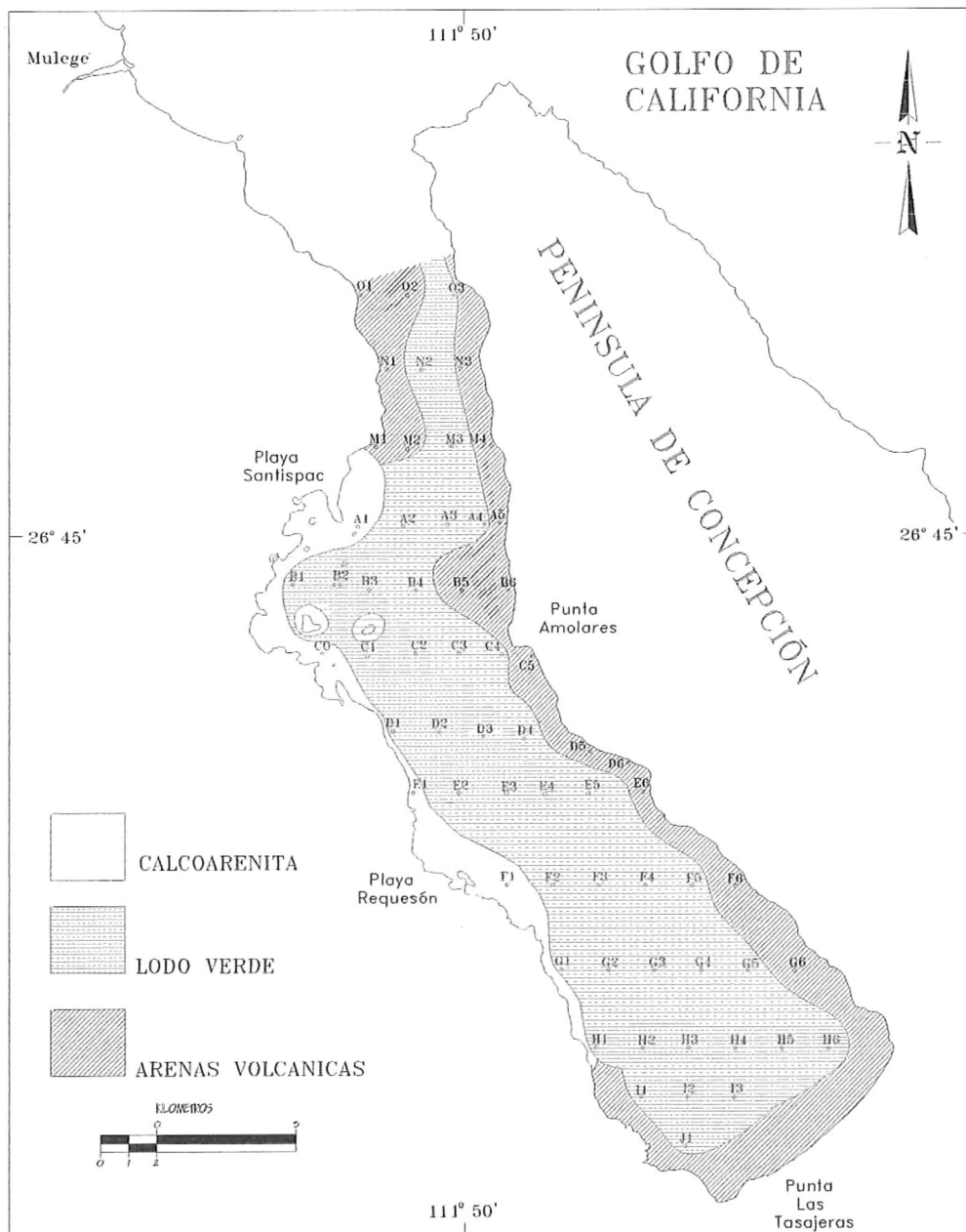


Figura 4. Distribución de los sedimentos de acuerdo a su apariencia en fesco.

Tabla I. Resultados del análisis granulométrico de 44 muestras de sedimento en Bahía Concepción, Baja California Sur. [CA: Calcoarenita; LV: Lodo Verde; AV: Arena Volcánica].

Muestra	Tipo	Posición		Profundidad (m)	Granulometría			
		Latitud	Longitud		Media(Phi)	Clasificación(Phi)	Asimetría	Kurtosis
A1	CA	26° 45.20	111° 52.25	4.9	0.84751	1.04147	0.38817	1.87547
A2	LV	26° 45.16	111° 51.22	20.0	6.69015	1.53349	-0.04731	1.49054
A4	LV	26° 45.19	111° 49.25	25.0	2.805655	1.022893	-0.92769	3.87492
A5	AV	26° 45.20	111° 49.09	4.5	0.84373	0.7881	0.30742	2.77084
B1	LV	26° 44.09	111° 53.33	16.5	2.915727	2.984697	0.81666	2.31732
B2	LV	26° 44.13	111° 52.29	20.0	6.424000	1.67352	1.40756	3.33178
B3	LV	26° 44.1	111° 51.26	24.0	6.842454	1.52329	-0.76415	2.57578
B5	AV	26° 44.06	111° 49.27	19.0	2.03245	1.02068	-0.9458	3.03394
B6	AV	26° 44.12	111° 48.96	4.0	2.130058	0.994383	-0.80878	3.10878
C0	CA	26° 42.71	111° 53.00	12.0	1.06959	1.10664	0.40639	2.15186
C2	LV	26° 42.68	111° 50.97	20.0	6.55501	1.12988	-0.2335	3.84931
C3	LV	26° 42.70	111° 50.00	25.0	7.648556	1.65294	-0.38169	2.06515
C5	AV	26° 42.66	111° 48.36	2.0	1.04638	1.12984	0.31844	1.92778
D1	LV	26° 41.19	111° 51.36	21.0	1.27075	1.47566	0.60265	2.14685
D2	LV	26° 41.11	111° 50.05	25.0	1.787753	1.301782	-0.02142	2.19824
D5	AV	26° 40.92	111° 47.07	6.5	1.198533	1.109888	0.23152	2.08388
D6	AV	26° 40.67	111° 46.11	1.5	1.923954	0.78555	0.47458	3.64272
E1	CA	26° 40.03	111° 50.90	10.0	1.33133	0.98753	-0.0501	2.1913
E2	LV	26° 40.05	111° 49.98	24.0	4.067504	3.17378	0.50994	1.84346
E4	LV	26° 40.06	111° 47.99	28.0	6.848604	1.410157	0.20186	2.09342
E6	AV	26° 40.03	111° 45.97	15.0	1.38528	1.07303	0.1509	2.26848
F1	CA	26° 38.31	111° 48.99	14.0	1.06535	0.94733	0.36159	2.80509
F2	LV	26° 38.30	111° 47.98	24.0	6.43363	1.368344	0.51928	2.60109
F4	LV	26° 38.29	111° 45.93	25.0	7.2125	1.454507	-0.63848	1.91604
F6	AV	26° 38.29	111° 44.00	16.0	2.33825	0.94688	-0.4408	3.25386
G1	LV	26° 36.83	111° 47.76	25.0	5.2898	1.42554	0.82672	2.92376
G3	LV	26° 36.77	111° 45.72	33.0	7.2067	1.414591	-0.55315	1.83506
G6	AV	26° 36.78	111° 42.74	19.0	1.729508	1.23968	0.13274	2.2416
H1	LV	26° 35.28	111° 47.04	24.0	5.381511	1.528986	0.11516	3.07726
H3	LV	26° 35.30	111° 45.05	31.0	5.956334	1.337074	0.68110	2.61755
H4	LV	26° 35.27	111° 44.02	23.0	5.78957	1.194814	0.95444	3.22194
H6	LV	26° 35.29	111° 42.03	18.0	3.091393	2.488811	0.26332	2.12261
I1	LV	26° 34.29	111° 46.01	28.0	1.42309	1.356848	0.58734	2.53941
I2	LV	26° 34.29	111° 45.07	30.0	6.5708	1.642494	0.00303	1.40172
J1	LV	26° 33.30	111° 45.01	24.0	2.1933	1.51787	-0.0374	1.81324
M1	AV	26° 46.62	111° 51.96	6.0	2.78878	1.20807	-0.6933	2.9426
M3	LV	26° 46.69	111° 50.26	20.0	6.116508	2.161544	-0.14711	2.48176
M4	AV	26° 46.70	111° 49.24	3.5	0.953325	1.086922	1.79046	3.85953
N1	AV	26° 48.21	111° 51.79	2.5	2.4143	0.52438	-0.2317	5.8878
N2	LV	26° 48.21	111° 50.75	21.0	1.562213	1.294949	0.08519	2.05470
N3	AV	26° 48.21	111° 50.00	18.0	1.08185	1.08338	0.33416	2.30716
O1	AV	26° 49.70	111° 52.25	3.0	1.27732	1.07206	0.2107	2.73045
O2	AV	26° 49.69	111° 51.26	17.0	2.209178	0.901901	0.26265	4.09799
O3	LV	26° 49.73	111° 50.22	34.0	2.96749	1.078397	-0.92287	3.59078

Con los datos granulométricos se llevó a cabo una representación gráfica por medio de mapas de isóneas para los cuatro momentos. La figura 5 muestra las isóneas de la media a intervalos de 0.5 phi, y en ella se aprecia que los valores mayores de 5 phi se encuentran en la región central de la bahía; mientras que los valores menores se encuentran distribuidos de manera simétrica en ambas márgenes de la misma.

Las isóneas de la clasificación (Figura 6) no muestran un patrón tan claro, sin embargo, se nota que los valores más altos se encuentran en dos centros; uno en la parte media de la bahía y el otro en la parte Norte.

Las isóneas de la asimetría mostraron una mayor diferencia de valores en la zona Norte de la bahía, mientras que en la zona Sur se observó una mayor homogeneidad de valores (Figura 7).

Las isóneas de la kurtosis describieron una mayor variedad de valores en la parte Norte, ya que en la parte Sur las estaciones repetían los valores con mayor frecuencia; la distancia entre isóneas fue de 0.2 (Figura 8).

Las gráficas binarias obtenidas con el objetivo de identificar ambientes sedimentarios; combinando los diferentes parámetros estadísticos, arrojaron los siguientes resultados:

Media vs. profundidad (Figura 9): En esta gráfica se definen claramente dos grupos; uno que abarca todo el rango de profundidades con valores

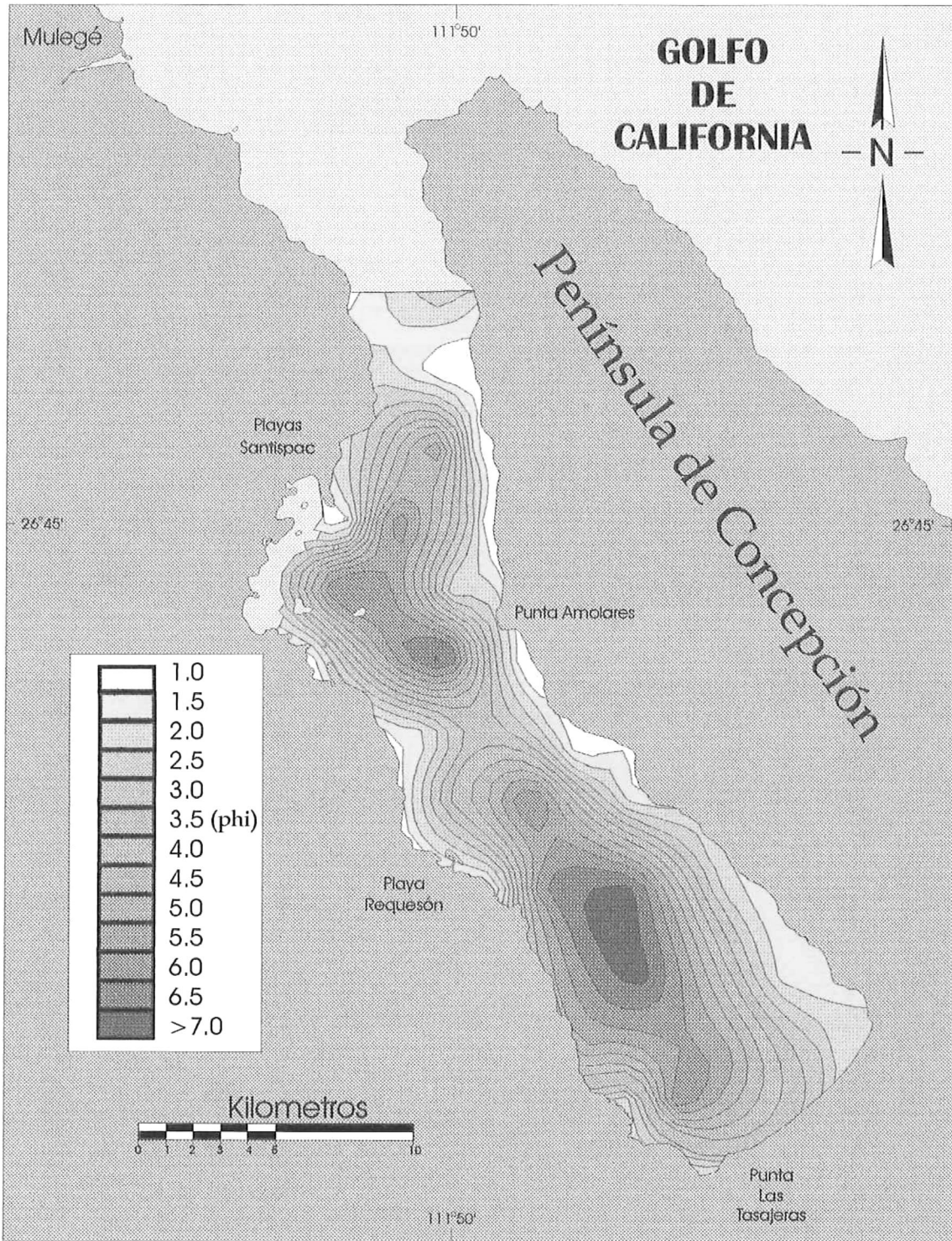


Figura 5. Isolneas de los valores de la media, en valores de phi

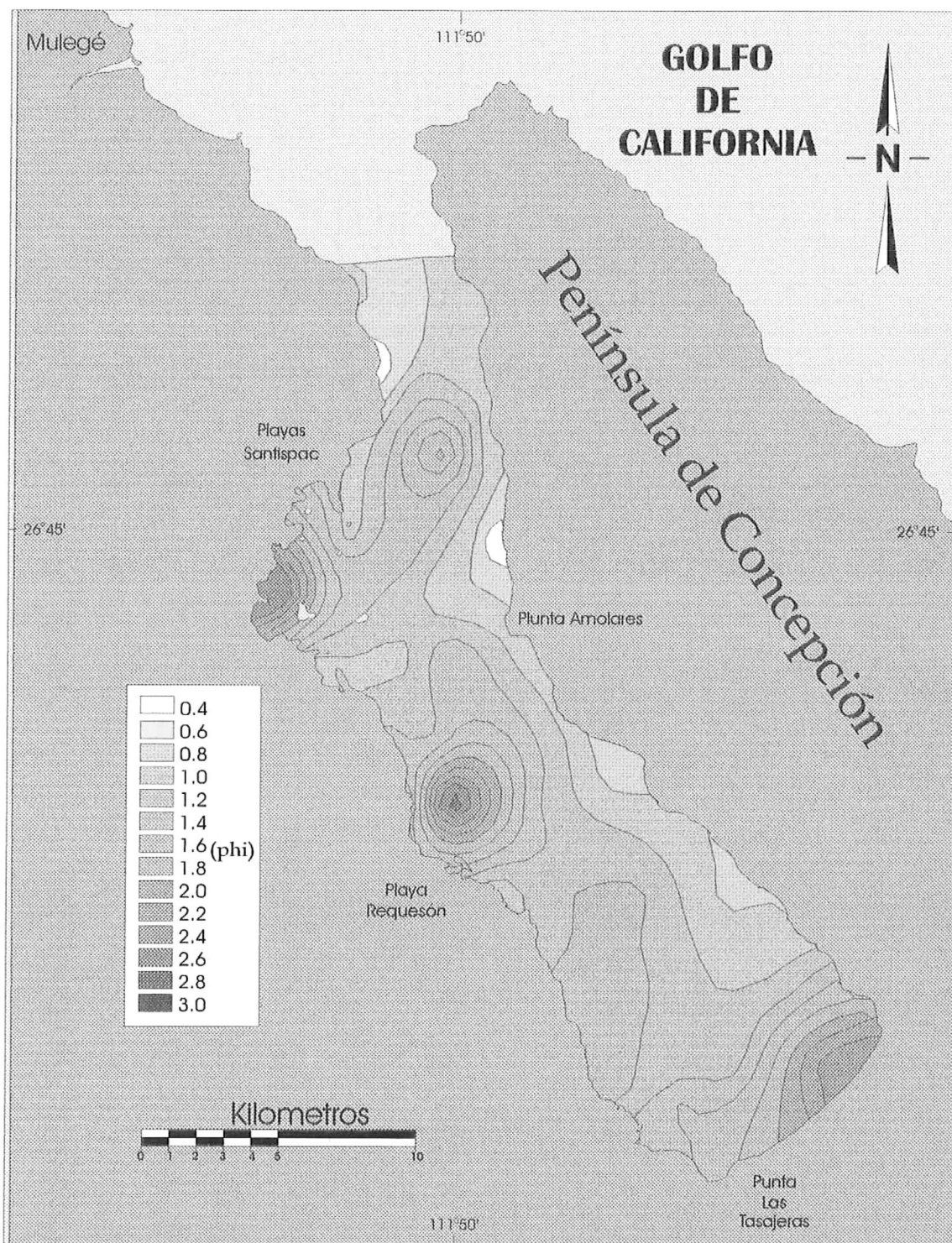


Figura 6. Isolíneas de los valores de la clasificación, en valores de phi.

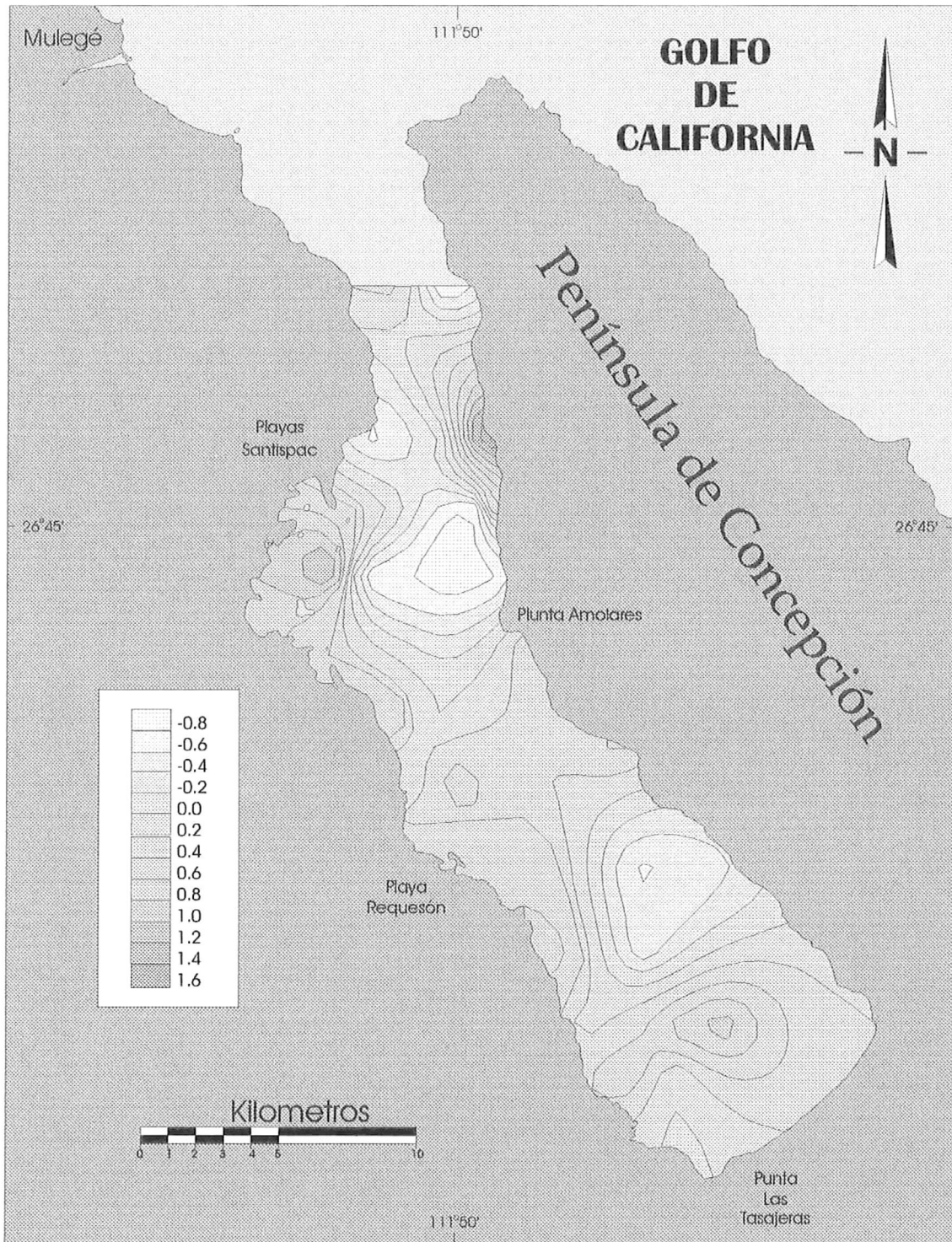


Figura 7. Isolneas de los valores de la asimetría.

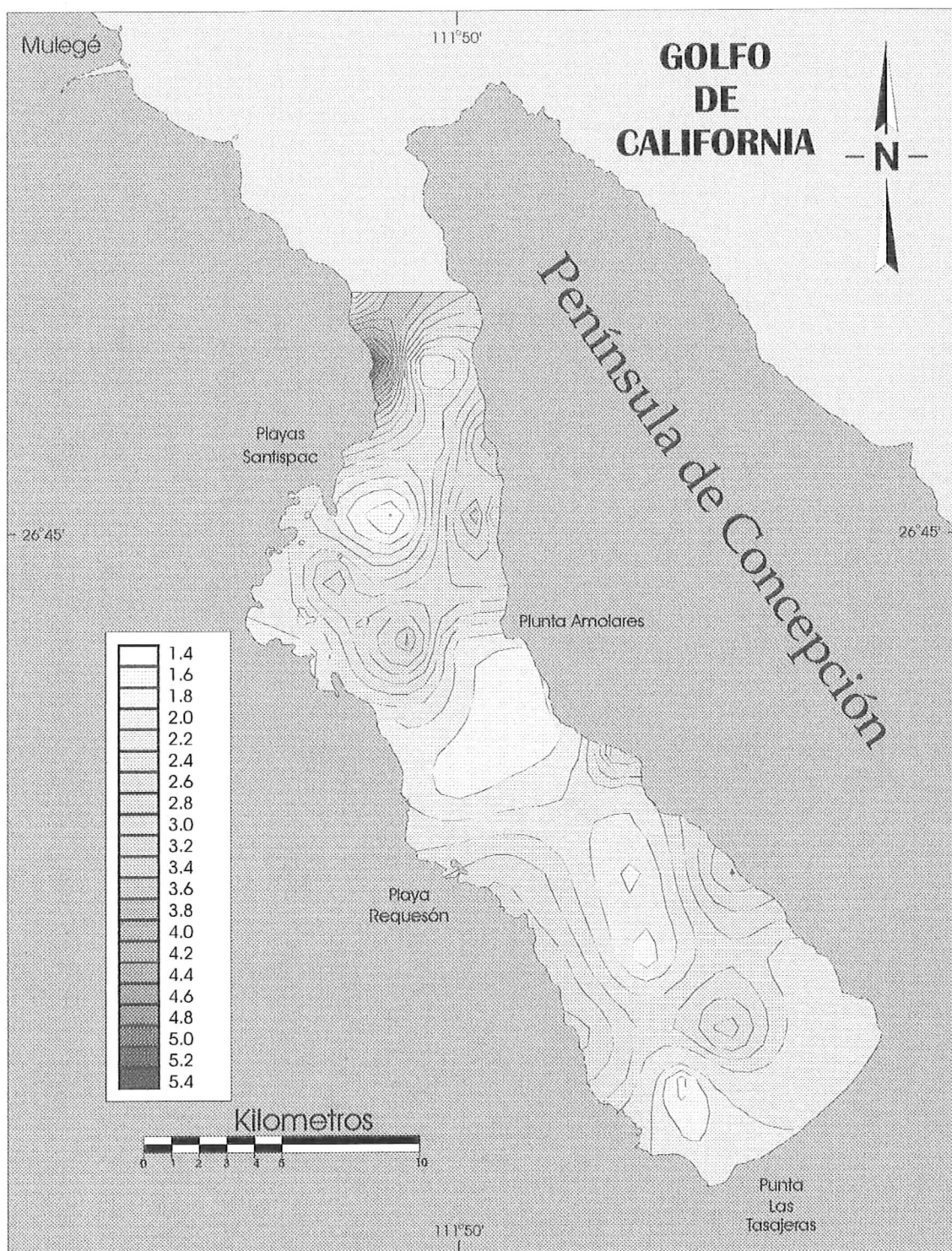


Figura 8. Isolneas de los valores de la Kurtosis.

menores de 3.5 phi; y otro con profundidades mayores de 20 metros y valores mayores de 4.0 phi, las muestras no agrupadas fueron la O3 y E2.

Media vs. clasificación (Figura 10): se advirtieron dos grupos definidos principalmente por la media; un grupo con medias menores de 4 phi y otro con medias mayores a 5 phi. Para este caso hubo tres muestras no agrupadas (B1, H6 y E2).

Media vs. asimetría (Figura 11): en este caso la media define también dos grupos aunque con mayor dispersión, el primero se concentró alrededor de valores de 2 para media y entre 1 y -1 para la asimetría. El segundo grupo se concentró alrededor de 6 phi para la media y entre 1.5 y -1. Las muestras no agrupadas fueron M4 Y E2.

Clasificación vs. asimetría (Figura. 12): mostró una fuerte agrupación alrededor de -.5 a 1 de la simetría y del valor 1 phi para la desviación standard, un posible segundo grupo se encuentra entre los valores de 2 y 3.5 phi para la clasificación y alrededor de -.3 a 1 phi de la simetría. Las muestras no agrupadas son M4 Y B2.

ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO

El análisis de agrupamiento resulta en un dendograma donde se agrupan muestras con propiedades granulométricas semejantes. En una

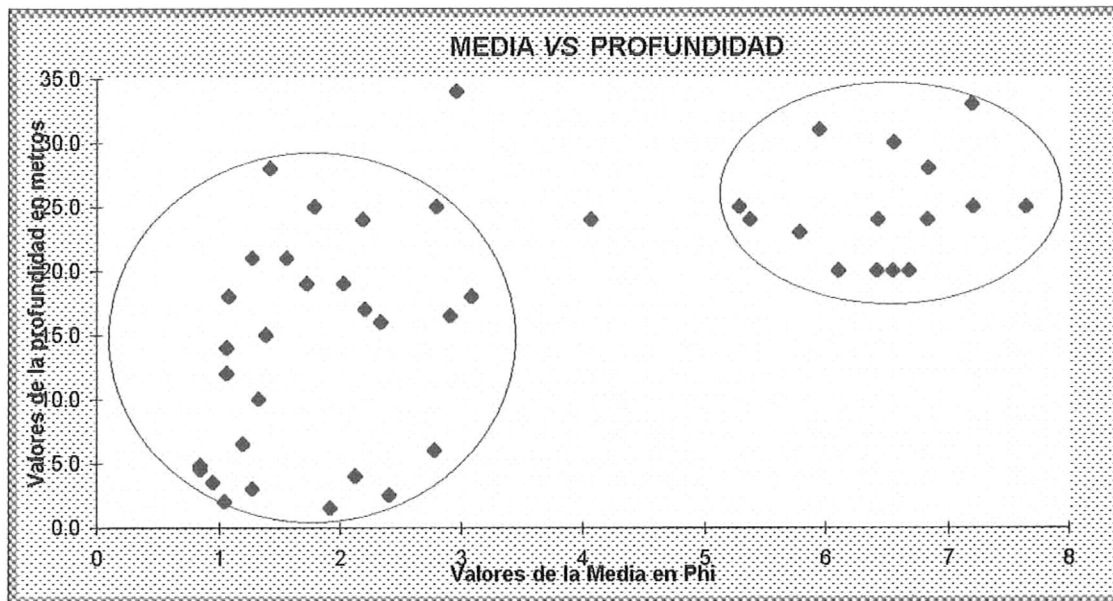


Figura 9. Grafica binaria de media vs. profundidad.

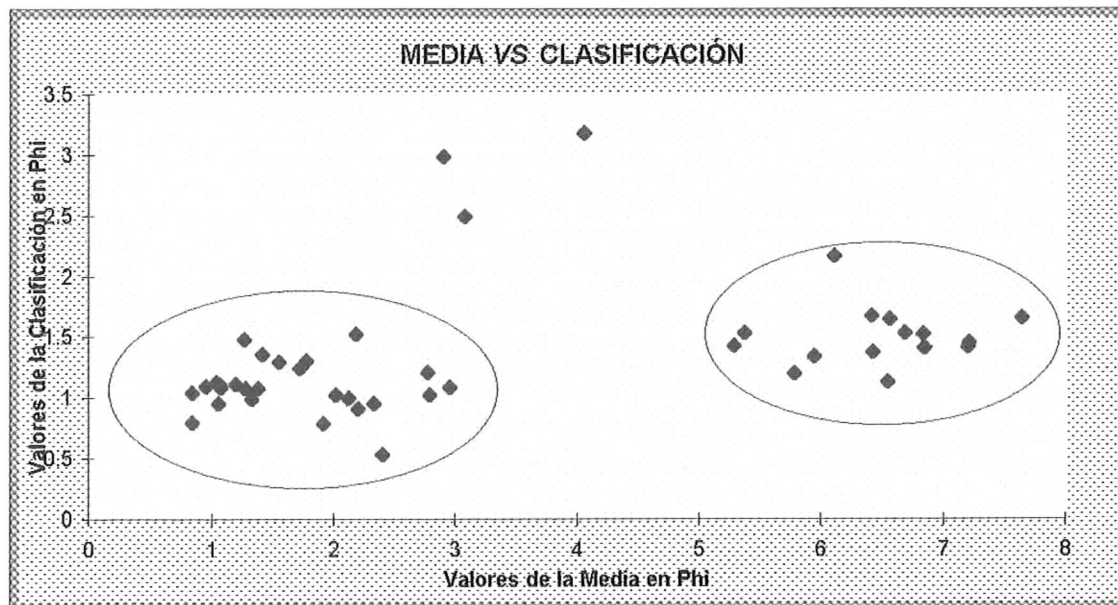


Figura 10. Grafica binaria de la media vs clasificación.

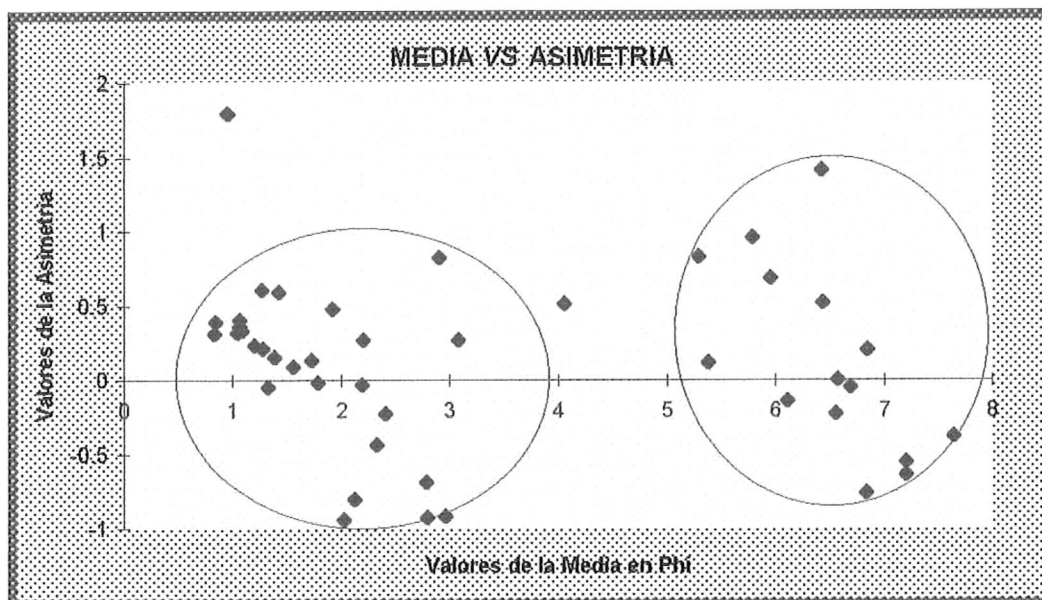


Figura 11. Grafica binaria de media vs. asimetria.

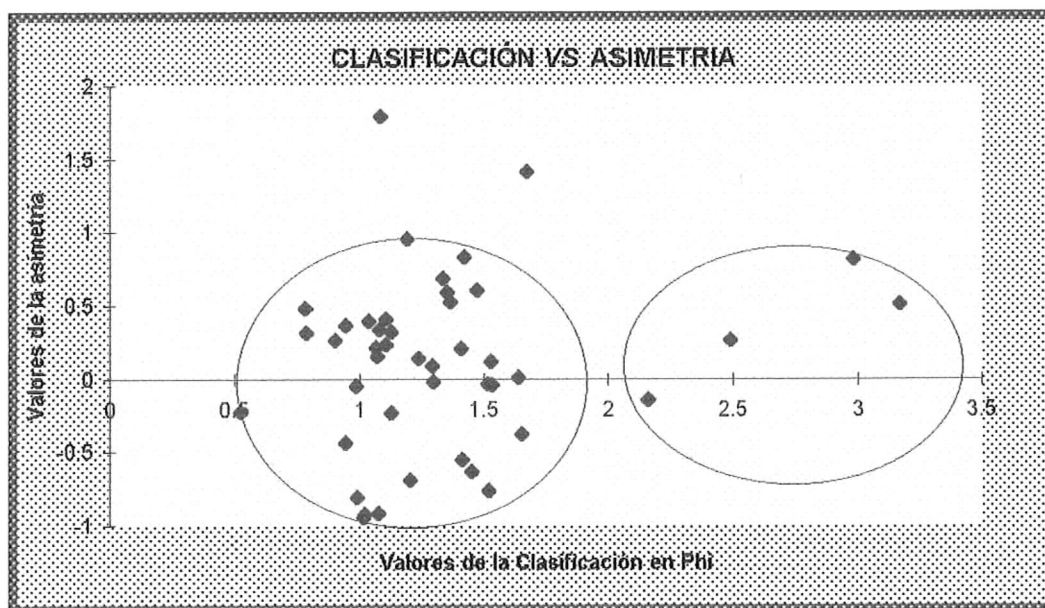


Figura 12. Grafica binaria de la clasificación vs asimetria.

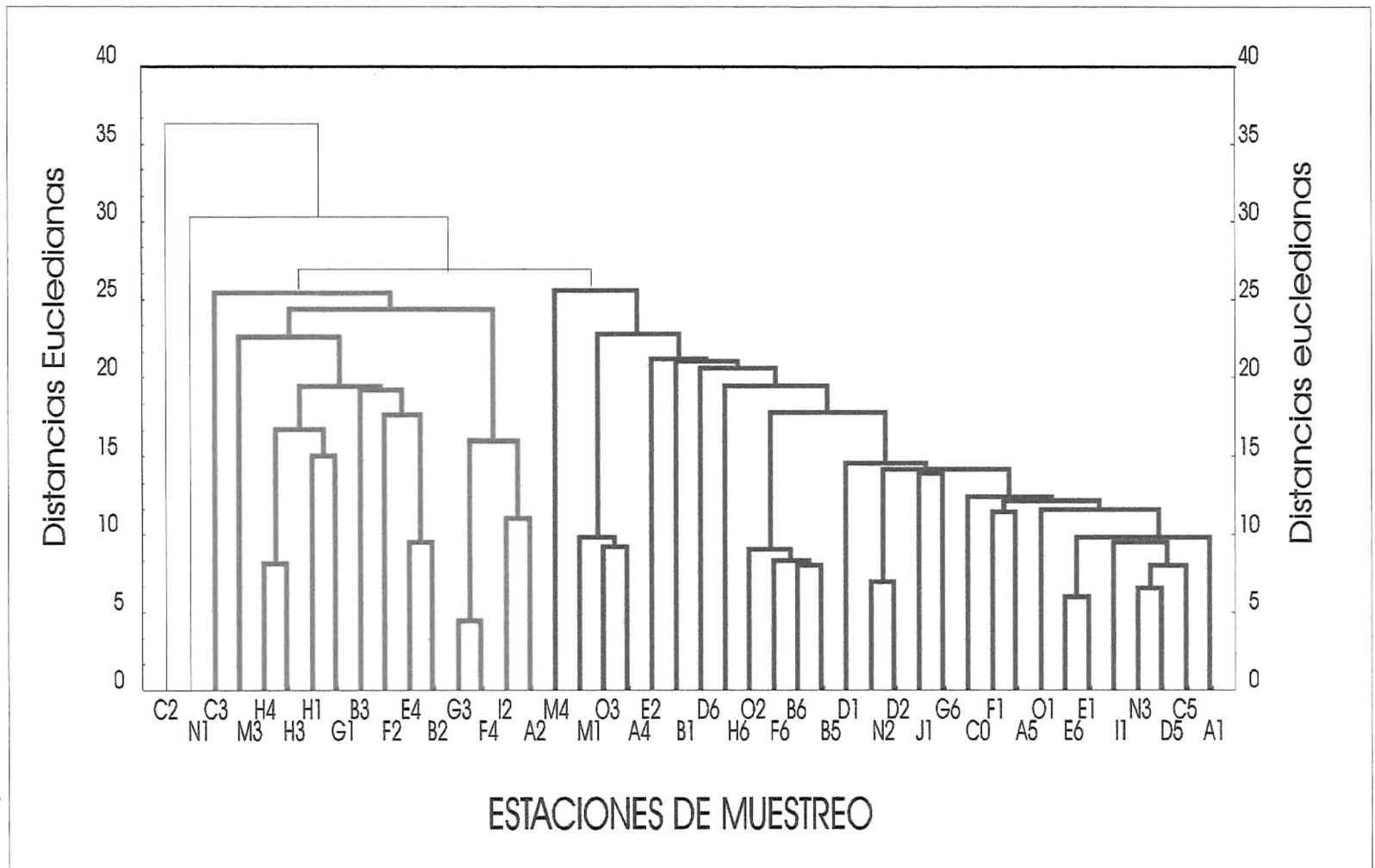


Figura 13. Dendrograma de las 44 muestras, enlace sencillo y distancias euclidianas.

primera instancia se definen dos grupos a un grado de similitud menor de 25 de distancias euclidianas (Figura 13).

DIRECCIÓN DE TRANSPORTE DE SEDIMENTO

Los resultados de la tendencia de la media de tamaño de grano para la secuencia de muestras en la costa Este de la bahía, muestran en general una disminución desde la boca hasta la cabeza (Figura 14), y una ligera disminución del grado de clasificación en la misma dirección (Figura 15). Las tendencias de la media y clasificación en la costa Oeste mostraron un comportamiento similar a los de la costa Este (Figuras 16 y 17).

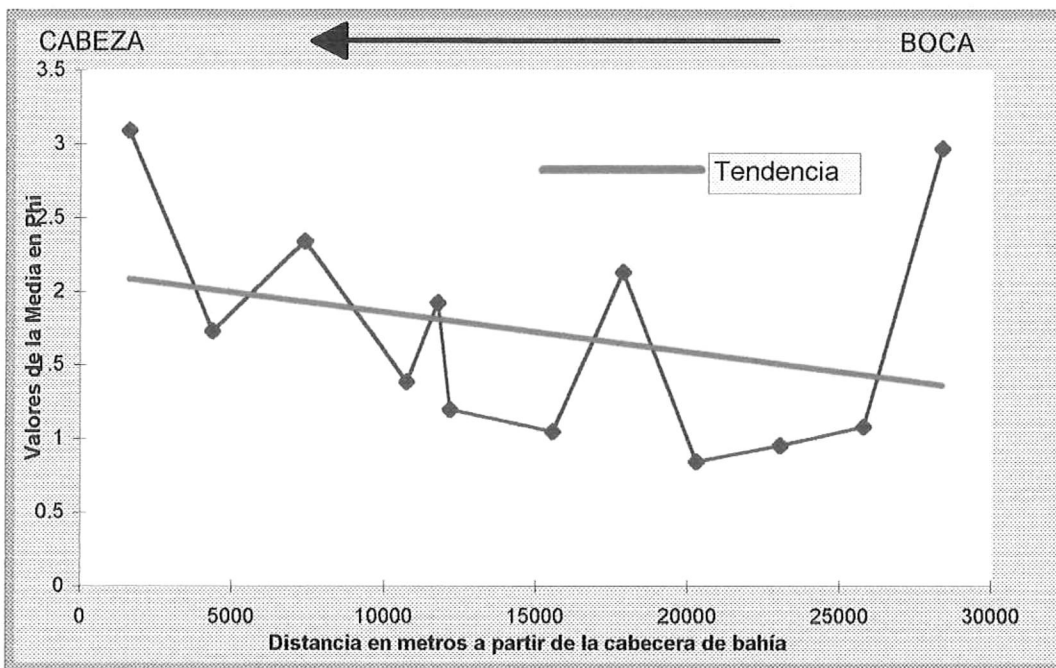


Figura 14. Grafica binaria de la distancia contra la media, parte Este de la bahía.

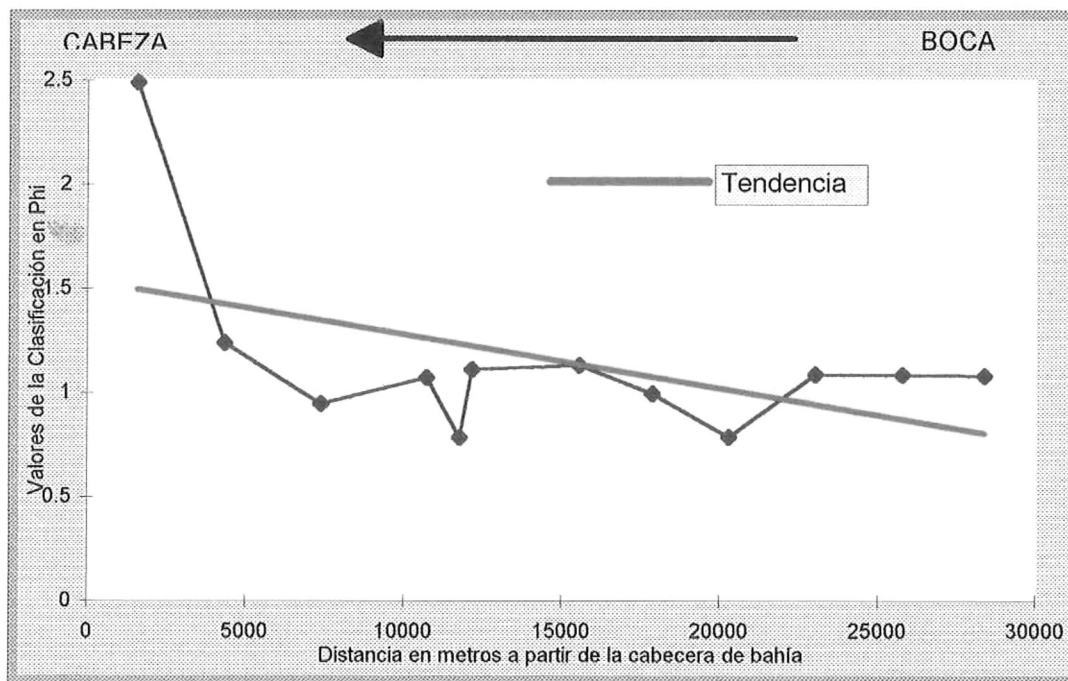


Figura 15. Grafica binaria de distancias contra la clasificación, parte Este de la bahía.

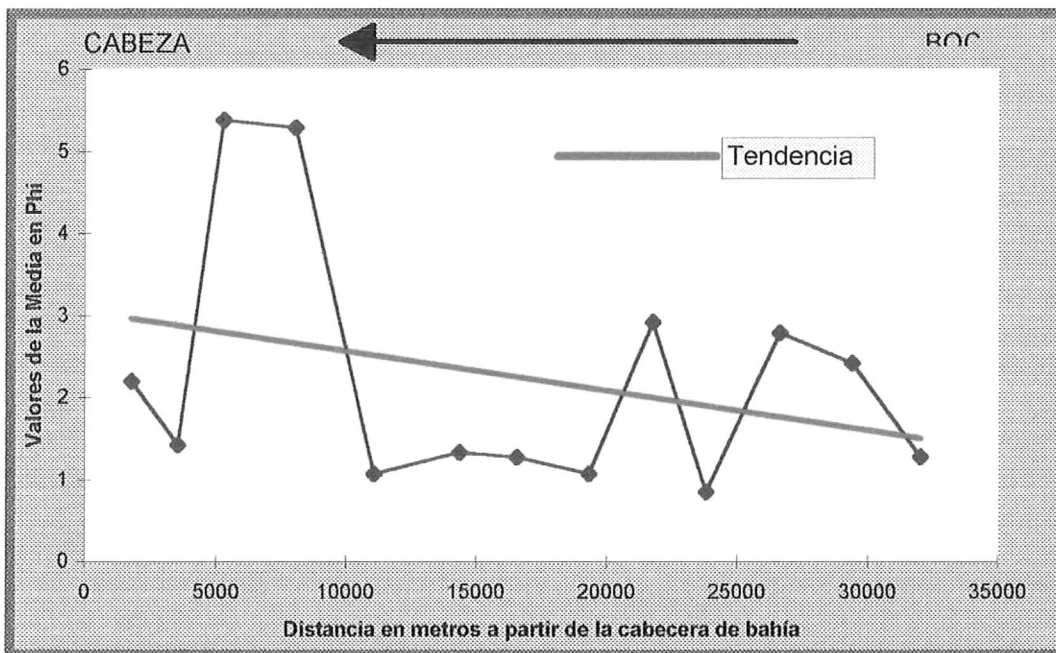


Figura 16. Grafica binaria de la distancia contra la media, parte Oeste de la bahía.

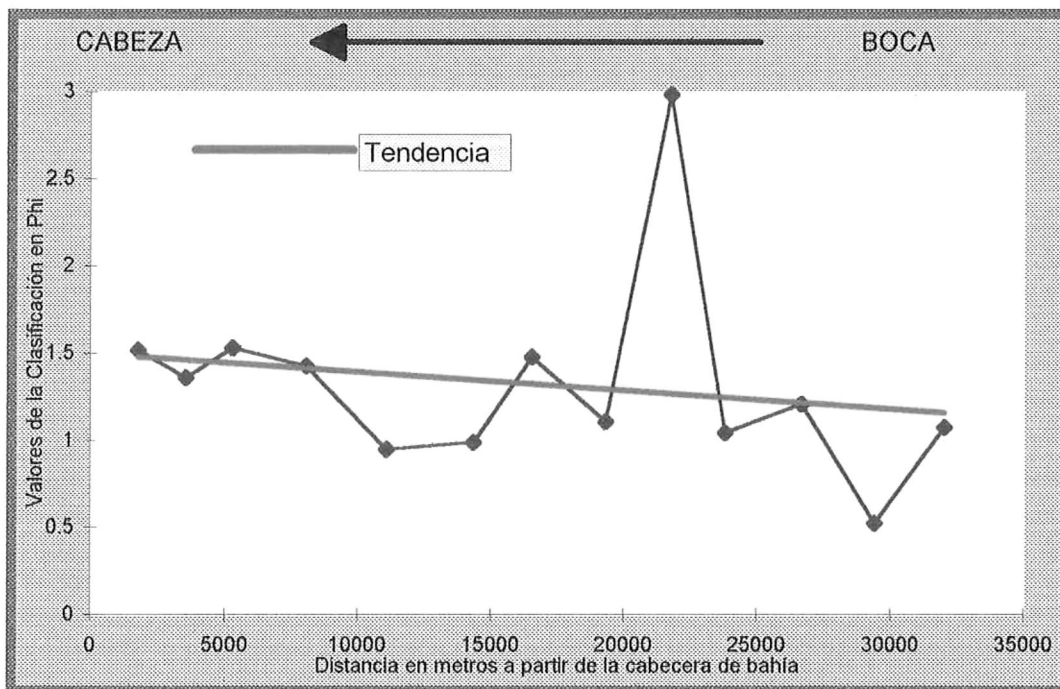


Figura 17. Grafica binaria de distancias contra la clasificación, parte Este de la bahía.

DISCUSIONES:

Tanto gráficas binarias como análisis de agrupamiento indican la existencia de dos grupos principales de sedimento para Bahía Concepción. El primer grupo representa las estaciones compuestas primordialmente por arena (Figura 4) y que se encuentran cerca de la línea de costa (menos de 1 km. de la playa), a excepción de las estaciones O2, N2, D2 y E2. Las dos primeras se encuentran en la parte media de la boca de la bahía, posiblemente debido a la influencia de corrientes producidas por el intercambio de marea y a un efecto de embudo ya que esta es además la porción más estrecha de la bahía, esto es coherente también a los criterios de Sunamura y Horikawa (1971), que indican para estas circunstancias, un transporte Norte-Sur. Las estaciones D2 y E2 se encuentran en una zona donde pescadores locales han reportado la existencia de un bajo conocido como "El Frijol". También en esta zona se encuentra la estación D3, que resultó de especial interés por que produjo un fondo compuesto exclusivamente de conchas de moluscos, reafirmando así al bajo como la fuente de los sedimentos para estas tres estaciones.

Las márgenes Este, Sur, y Noroeste de la bahía, están compuestas por material volcanoclástico acarreado hacia la bahía por arroyos, finalizando en abanicos aluviales. La costa adyacente a la región central de la península de Concepción está compuesta de grava arenosa y se caracteriza por tener las

mayores elevaciones y la mayor pendiente en sus depósitos aluviales (Perez Soto, 1995).

La ocurrencia de sedimentos carbonatados aparentemente está regulada por un proceso de atrapamiento de los sedimentos clásticos en cuencas arroyo arriba de la costa Oeste. Pérez Soto (1995) encontró que la cuenca de Mulegé se encuentra bloqueando a los sedimentos clásticos provenientes de la sierra de La Giganta que pudieran ser transportados a las cuencas adyacentes a la región donde ocurren las mayores concentraciones de carbonatos. Dichos sedimentos clásticos terminan siendo atrapados dentro de la misma cuenca o desembocan al norte de la bahía, vía el río Mulegé. Además las cuencas adyacentes (Santispac, El Tordillo y El Coyote, principalmente) son pequeñas y tienen pendientes internas en general menores de 10° , lo que también produce atrapamiento de terrígenos. Los organismos que dan origen a sedimentos carbonatados tienen su desarrollo óptimo en zonas donde el aporte de sedimentos terrígenos es limitado o nulo (Wilson, 1975) y de esta manera los restos de organismos producidos en estas playas de bolsillo forman el componente principal.

El segundo grupo se caracteriza por estar compuesto de lodos y en términos generales éstos se encontraron a profundidades mayores de 18 metros. La clara ausencia de sedimento con tamaño de grano grueso en estas profundidades está probablemente asociado a la estabilidad tectónica en la

región, lo cual es coherente con los resultados de Ashby et al. (1988). El contenido de conchas fue muy bajo; sin embargo en la región central de la bahía y en menor grado la parte Sur, las muestras obtenidas contenían abundantes conchas de organismos enteros. Muchos de los organismos encontrados fueron del tipo que se adhiere a substratos rocosos; esto sugiere la existencia de montes marinos en estas áreas. Estos montes marinos proveen el sustrato apropiado para los organismos y además un hábitat con profundidades ideales para los filtroalimentadores. Lo anterior fue corroborado mediante entrevistas con pescadores de la localidad. En la región profunda adyacente a Playa Santispac, El Coyote y Punta Santa Barbara, se encontraron lodos con abundante contenido de conchas, pero estas en estado fragmentado, lo cual sugiere que estas han sido transportadas posiblemente desde la costa o desde las diferentes islas encontradas en el área.

Las excepciones de este grupo son las estaciones G1 y H1, las cuales poseen características similares a las estaciones del centro, pero se encuentran cerca de la línea de costa en la parte Suroeste. Pérez Soto, (1995) reporta una zona costera con pendientes escarpadas para esta región, pendientes que posiblemente se continúen hacia dentro de la bahía; sin embargo reporta también que la cuenca adyacente a estas estaciones (Cuenca Armenta), es una de las que aportan menos sedimento, produciendo un

ambiente de depositación coherente con estaciones de partes más alejadas de la costa.

El transporte en la dirección Norte-Sur fue encontrado en base a los criterios de Sunamura y Horikawa (1971), e indica la existencia de agentes de transporte que actúan de la boca hacia la cabeza (Figuras, 14-17). Cuando se comparan las medias con respecto a la distancia se encuentra una disminución del tamaño de grano de Norte a Sur para ambos casos y cuando comparamos los valores de la clasificación la encontramos constante para el caso de la margen Oeste. En la margen Este la tendencia de la clasificación disminuye de Norte a Sur, sin embargo, al eliminar la muestra más hacia la cabecera de la bahía (H6) el resto de la secuencia se mantiene con clasificación constante. Lo anterior permite ubicar el caso de Bahía Concepción dentro del criterio II de los descritos por Sunamura y Horikawa (1971), y con un transporte en la dirección Norte-Sur. En la región, los vientos soplan desde el norte (Merrifield et al. ,1987) produciendo oleaje con ángulos de aproximación oblicuos en ambas márgenes de la bahía y que a su vez producen corrientes litorales en ese sentido. Esto es congruente con observaciones de viento, oleaje y corrientes litorales realizadas por el autor en el área de estudio.

CONCLUSIONES:

- 1) Los sedimentos de Bahía Concepción conforman tres grupos de acuerdo a su composición y dos grupos de acuerdo a sus características granulométricas.
- 2) De acuerdo a su composición se definieron los siguientes grupos: Arena Volcánica AV (con contenido variable de algas calcáreas), Calcoarenita CA (compuesta por algas calcáreas y moluscos), y Lodo Verde LV (con contenido variable de conchas).
- 3) Los sedimentos carbonatados se encuentran limitados a la costa W.
- 4) De los dos grupos definidos de acuerdo con sus características granulométricas, un grupo se encontró controlado por la distancia de la costa y otro por la profundidad.
- 5) La dirección del transporte de sedimento resultó ser en la dirección Norte Sur.

BIBLIOGRAFÍA:

- Ashby, R.J., Ku T.L., Minch, J.A..1988. Edad de los corales por series de Uranio de las terrazas del pleistoceno superior de Mulegé, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 14(1): 31-40.
- Beal, C. H..1948. Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, México. *Geological Society of America, Memoir 31*, 138p.
- Chávez, V.. 1978. Estudio geológico general del área Loreto-Comondú-Bahía Concepción, Estado de Baja California Sur. Tesis Escuela superior de Ingeniería y Arquitectura, México, D.F.. 83 páginas.
- Davis, J.C.. 1973. *Statistical and data analysis in Geology*. John Wiley and Sons, New York, pp 550pp.
- Durham J. W. and Allison C.A..1959. *The Geologic History of Baja California and its Marine. Fauna. Systematic Zoology*.
- Folk. R.L..1966. A review of grain size parameters. *Sedimentology*. 6,73-93.
- Folk R.L.. 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Company. Austin, Texas.159 Pp.
- Folk. R.L. and Ward W.C..1957. Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters.. *Journal of Sedimentary Petrology*. 6, 73-93.

- Fürsich, F.T. and Flessa K.W.. 1987. Taphonomy of tidal flat molluscs in the northern Gulf of California: Paleoenvironmental analysis despite the series of preservation. *Palaios*, 2: 543-559.
- García, E.. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen(Adaptada para la República Mexicana). Instituto de Geografía de la UNAM. México DF.. 243pp.
- Godinez Orta L., Cruz Orozco R., Nava Sánchez E., Solís Nuñez S.. 1994. Resúmenes del Congreso de los Investigadores del Mar de Cortés, La Paz, Baja California Sur.
- Kerr, D.R. and Kidwell, S.M., 1991. Late Cenozoic sedimentation and tectonics, Western Salton Trough, California. In: Walawender, M.J. and Hanan, B.B., editors, Field trip Guide book 1991 Annual Meeting Geological Society of America, San Diego, Ca. p. 397-416b.
- Krumbein, W.C. and F.J. Pettijohn. 1938, Manual of Sedimentary Petrography. Appleton-Century-Crofts. New York. 549 p.
- Ledesma Vázquez, J. y Johnson M. E.. 1993. Neotectónica del Área Loreto Mulegé. en Contribuciones a la tectónica del Occidente de México. Monografía No.1 Unión Geofísica Mexicana(editores, L.A. Delgado-Argote y A. Martín -Barajas).1993.p.115-122.
- Lewis, D.W., 1984., Practical Sedimentology. Hutchinson Ross Publishing Co., Stroudsburg, Pennsylvania. 227pp.

- Lonsdale, P.. 1989. Geology and tectonic history of the Gulf of California. In: Winterer, E.L., et al.. editors, *The Eastern Pacific Ocean and Hawaii*. Geological Society of America, *Geology of North America*, v. N, p. 499-521.
- Lyle, M. and Ness, G.E.. 1991. The opening of Gulf of California. In: Dauphin, J.P. and Simonett, B.R.T., editors, *The Gulf and Peninsula Province of the Californias*. American Association of Petroleum Geologist Memoir 47, p. 403-423.
- Mason, C.C. and Folk R.L.. 1958. Differentiation of Beach, Dune and Eolian Flat Environments by Size Analysis, Mustang Islands, Texas.. *Journal of Sedimentary Petrology*. 28, 211-226.
- Mateo-Cid L.E., Sánchez Rodríguez I., Rodríguez Montesinos Y. E. y Casa Valdez M.M.. 1993. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de Bahía Concepción, BCS, México. *Ciencias Marinas*, 19(1): 41-60.
- Mather, P.M.. 1976. *Computational Methods of Multivariate Analysis in Physical Geography*. John Wiley and Sons, London, 532 pp.
- Merrifield, M.A., Badan-Dangon, A., and Winant, C.D.. 1987. Temporal behavior of lower atmospheric variables over the Gulf of California, 1983-1985. SIO Reference series # 87-6, 192p.

- McBride, E. F.. 1971. Mathematical Treatment of Size distribution Data. in
Procedures in Sedimentary Petrology. Robert E. Carver ed.. 1st Ed.
Wiley-Interscience. 653pp.
- McFall Carew, C.. 1968. Reconnaissance Geology of the Concepción Bay Area,
Baja California, México.. Stanford University Publication. Geologic
Sciences, Volume X, Number 5. pp. 25.
- Mina, F.. 1957. Bosquejo
geológico del territorio Sur de la Baja California. Asociación Mexicana de
Geólogos Petroleros Boletín. V. 9, p. 139-270.
- Moiola, R.J. and Spencer A.B..1973. Sedimentary structures of grain-size
distributions, Mustang Islands, Texas. Trans. Gulf-cts Ass. Geol. Soc. 23.
324-332.
- Moiola, R.J. and Weiser D..1968. Textural Parameters: an evaluation. Journal
of sedimentary Petrology. 38, 45-53.
- Ortega Rivera, A..1986. Discriminación de Medios Ambientes Sedimentarios
Recientes Mediante el Análisis Estadístico de Arena. UABC, FCM, Tesis
de Licenciatura.
- Otto, G.H..1939. A modified logarithmic probability graph for the interpretation
of mechanical analysis of sediments. Journal of Sedimentary Petrology.
9, 62-76.

- Pérez Soto J.L.. 1995. Volúme de Sedimento Drenado A Bahía Concepción, Baja California Sur, México, (1922-1988).. UABC-FCM. Tesis Licenciatura. 36 pp.
- Ramos Lopez F.. 1996. Distribución de Sedimentos Sobre la Plataforma y Talud Continentales de la Región Sur del Golfo de México. UABC-FCM.. Tesis de Lic.. 37pp.
- Rodríguez-Romero, J., Arbitia-Cárdenas, L.A., Cruz-Agüero, J. y Galván-Magaña, F., 1992.,Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas. Vol. 5 No. 4: Pg. 85-95.
- Royse, Ch.. 1970. An Introduction to the sediment analysis. Arizona State Univ. USA. 229 p.
- Schäfer, W.. 1972. Ecology and Paleoecology of Marine Environments[Translation by Irmgard Oertel]: Chicago, University of Chicago Press., 568 p.
- Sokal, R.R. and Michener, C.F.. 1958. An Statistical Method for Evaluating Systematic Relationship. University of Kansas Sience Bulletin, V.38, pp. 1409-1438.
- Simonett. B.R.T., eds., The Gulf and Península Province of the Californias: Tulsa, AAPG Memoir 47, 447- 480.

Sokal, R.R. and Sneath, P.H.A.. 1963. Principles of Numerical Taxonomy. W.E. Freeman and Co., San Francisco, 359 pp.

Sneath, P.H.A. and Sokal. R.R.. 1973. Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification. Freeman W.H. & Co., Sn. Francisco, 573pp.

Sunamura T. And Horikawa. 1971. Predominant Direction of Litoral Transport Along Kujyukuri Beach, Japan. Costal Engineering in Japan, Vol. 14, 107-117.

Wilson, J.L. 1975. Carbonate Facies in Geologic History. Springer-Verlag, New York. 471pp.