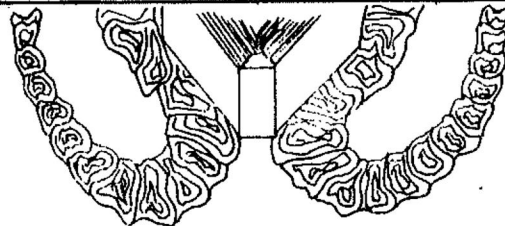


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas



DETERMINACION DEL TRANSPORTE
LITORAL PREDOMINANTE EN LA BAHIA
DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

OCEANOLOGO

PRESENTA

MIGUEL ANTONIO MENDEZ ARRIAGA

ENSENADA, B. C.

SEPTIEMBRE 1982

A MIS PADRES: RAFAEL Y MARIA ELENA

... su honestidad, cariño y alegría,
han sido el temple que forjó las bases
sobre las cuales se ha edificado nuestra
familia.

A MIS HERMANOS:

CARMEN, LAURA Y RAFAEL

quienes con su apoyo fortalecieron
en mi el deseo constante de
superación.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mi director de tesis, Oceanólogo Alfredo Chee Barragan, quien junto con el Oceanólogo Roberto Pérez Higuera, pusieron todo su empeño y dedicación en la elaboración de este trabajo; para ustedes todo mi respeto.

Al director del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, M. en C. Román Lizárraga Arciniega, por todas las facilidades otorgadas para las actividades concernientes al presente estudio; confiando que éste sera de utilidad para el Instituto.

A los señores Oceanólogos Miguel López A. y Oscar González, quienes junto con los ya mencionados, aceptaron hacer las correcciones de esta tesis y participar como sinodales.

Para el también Oceanólogo Lorenzo Gómez-Morín F. mi más sincero agradecimiento, por el interés prestando desde el inicio de éste trabajo.

A los compañeros del proyecto y en general a todas las personas que hicieron posible el logro del presente; a todos ustedes gracias mil.

I N D I C E

1 INTRODUCCION.....	1
2 OBJETIVO.....	7
3 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	7
4 METODOS.....	8
5 RESULTADOS.....	10
5.1 MUESTRAS DE PLAYA.....	10
5.2 MUESTRAS DE MAR.....	14
6 DISCUSIONES.....	18
7 CONCLUSIONES.....	26
8 BIBLIOGRAFIA.....	27

DETERMINACION DEL TRANSPORTE LITORAL PREDOMINANTE
EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA

I INTRODUCCION

El litoral de la bahía de Todos Santos en general se compone de acantilados, una laguna costera, playas arenosas y una zona portuaria; estas dos últimas representan una fuente de ingresos para la población de Ensenada, por la afluencia de turismo y las actividades pesqueras y marino mercantes respectivamente, por lo cual, se contempla la realización de obras de ampliación para optimizar el uso de estas fuentes de recursos. Dichas obras consisten principalmente en: la ampliación del boulevard costero hasta el estero de Punta Banda, las ampliaciones al puerto de Ensenada (las cuales se estan realizando a la fecha), la construcción de un puerto en el poblado de El Sauzal y una marina en el estero de Punta Banda.

— Con fuentes de sedimentos establecidas y bajo ciertas condiciones de oleaje una playa tenderá a su equilibrio natural donde las olas sean capaces de redistribuir el sedimento aportado por las fuentes; cuando espigones, rompeolas, o cualquier otra estructura es construida en la zona costera, el equilibrio natural se ve afectado, algunas veces con desastrosas

consecuencias. (komar, 1976).

Para una mejor planeación de las obras a realizar, es indispensable conocer los fenómenos que afectan a la zona donde se planea realizarlas, para lo cual es necesario la utilización de varios estudios, entre los cuales, es básico el de la dirección del transporte litoral.

* El transporte litoral es provocado por el flujo de agua paralelo a la costa y esta restringido principalmente entre la zona de rompiente del oleaje y la línea de costa. La mayoría de las corrientes litorales son generadas por la componente a lo largo de la costa del movimiento de las olas que se aproximan oblicuamente al litoral. (U.S. Coastal Engineering Research Center, 1977). Estas corrientes transportan partículas que han sido puestas en suspensión al incidir el oleaje sobre la costa, el cual también transporta material sedimentario por tracción en el fondo.

Algunos de los métodos utilizados para determinar el sentido del transporte litoral son: mediciones en el campo de parámetros de oleaje, uso de correntímetros, utilización de sensores de presión y evidencias sedimentológicas. De estas últimas existen varios métodos a su vez: trazadores radioactivos, medición de la razón de dilución de minerales pesados contenidos en el sedimento y el análisis de la

distribución de tamaños. †

Para el presente trabajo se utilizó la distribución de tamaño por considerarlo uno de los métodos más rápidos, a pesar de que proporciona únicamente información cualitativa.

De acuerdo con Krumbein y Sloss (1963), en una serie de muestras, las gráficas o mapas del análisis estadístico de las variaciones de tamaño del sedimento y los grados de clasificación ofrecen una guía para inferir el posible sentido del transporte. Bajo estas bases Sunamura y Horikawa (1971), establecen los criterios para la interpretación de datos estadísticos, para inferir este sentido.

Aplicaciones a este método en la región fueron hechas por Martínez (1981), en el que concluye que en la zona de las costas de Santo Tomás a playa San Ramón, el transporte litoral predominante se realiza de Norte a Sur. Asimismo existen algunos trabajos sedimentológicos dentro de la Bahía entre los cuales destacan:

Walton (1955), en su trabajo sobre foraminíferos en la bahía, incluyó un estudio en el cual clasifica los sedimentos en tres grupos:

Grupo I, sedimentos con medianas comprendidas de 1 ϕ a 3 ϕ ,

localizado en Punta Banda, la boca del estero y la zona comprendida entre punta San Miguel y las islas de Todos Santos.

Grupo II, sedimentos con medianas comprendidas entre 3 ϕ y 4 ϕ , localizado en la mayor parte de la bahía.

Grupo III, sedimentos con medianas de 5 ϕ en adelante, localizado al Oeste y al Sur de las islas Todos Santos.

Emery, Gorsline, Uchupi y Terry, (1957), describen un aumento en el tamaño de los sedimentos hacia la costa partiendo de el interior de la Bahía; siendo este parte de un estudio de 3 bahías de Baja California, México.

El Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.) de la Universidad Autónoma de Baja California (1967), llevó a cabo un estudio conjunto de transporte litoral y aporte de los arroyos Ensenada y el Gallo, concluyendo que había una acción combinada de depositación, erosión y transporte hacia el Sureste y Suroeste de la bahía, asimismo determinaron que la construcción del rompeolas del puerto produjo un aumento de depositación en las zonas Sur de los espigones de protección de las playas adyacentes, siendo estos mismos un obstáculo para la salida hacia el Sur del sedimento terrígeno aportado por el arroyo Ensenada.

O'Brien y Zeevaert (1968) realizaron un estudio en la zona

de la barra del estero (fig. 1) con miras a la construcción de una marina en el estero de Punta Banda, describiendo que existe un transporte litoral en esta zona hacia el Norte y que se nota un avance de la barra en dirección Norte.

Lizárraga (1972), utilizando la variaciones en los perfiles en la playa adyacente al Sur del puerto de Ensenada, describe que el transporte litoral se efectúa de Sur a Norte.

Baca (1981), afirma que en el Suroeste de la bahía de Todos Santos (Punta Banda), los sedimentos se distribuyen en el sentido de la corriente hacia el Norte, depositando los más gruesos en Punta Banda y los finos en el área no protegida de la barra del estero, mientras que por el extremo Noroeste (punta San Miguel) los sedimentos se distribuyen hacia el Sur, depositando los más gruesos en San Miguel y los más finos preferencialmente en los alrededores de la costa localizada a 4 km. hacia el Sur (fig. 1).

Gómez-Morin (1981), utilizando el análisis hipsométrico en la rada del puerto de Ensenada, reporta un azolve progresivo a partir de 1967, incrementándose notablemente para 1978, debido a dos factores principalmente, el aporte de sedimentos del río Ensenada y la deriva litoral producto de la difracción del oleaje por el rompeolas.

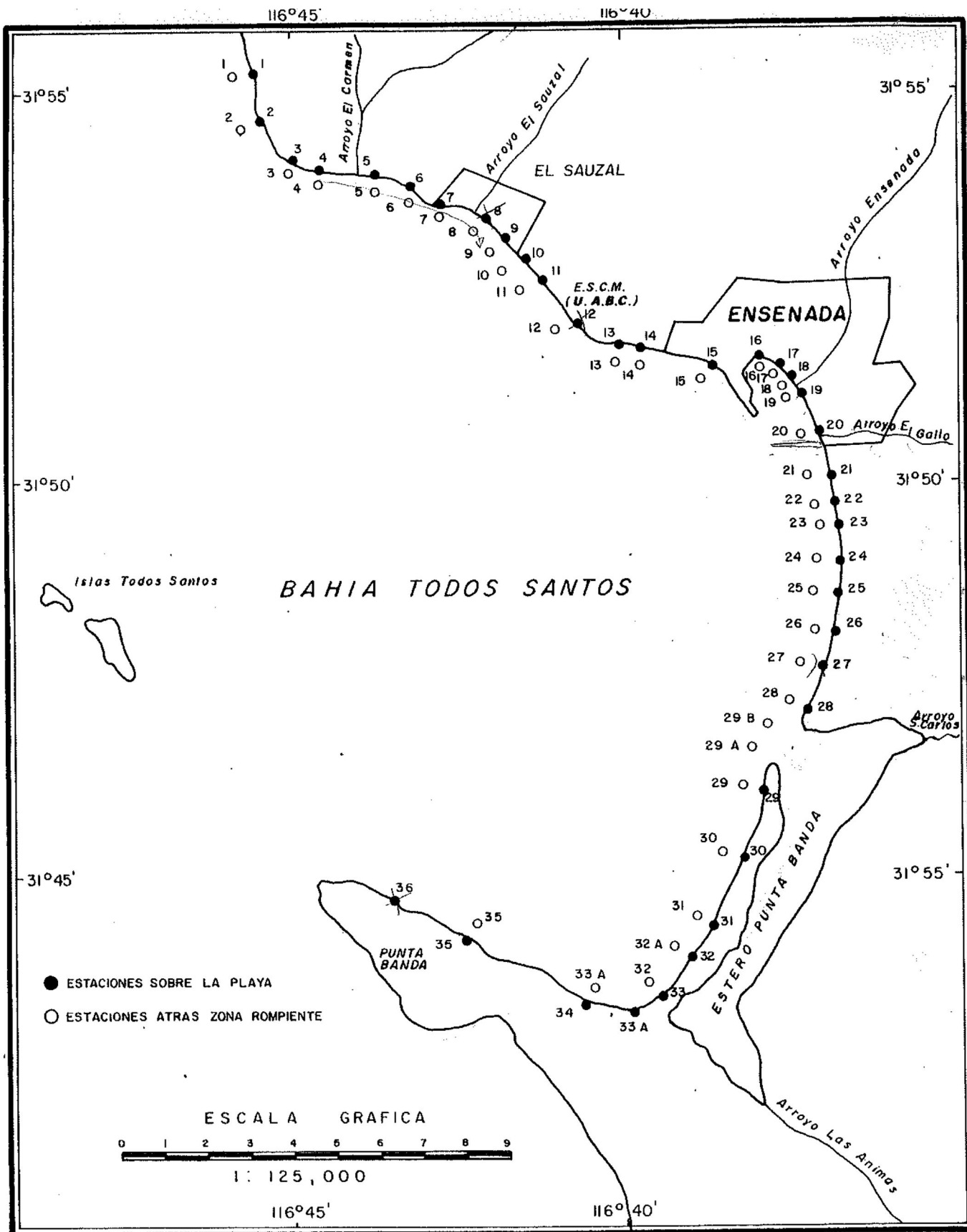


Fig. 1 - LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MUESTREO.

2 OBJETIVO

A la fecha no se ha realizado un estudio el cual describa el patrón del transporte litoral dentro la totalidad de la Bahía; es así que el objetivo de este trabajo sea la elaboración de un patrón de circulación costera por medio de un análisis estadístico de la distribución de tamaño de sedimentos a lo largo del litoral de la bahía de Todos Santos, Baja California, México.

3 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

La bahía de Todos Santos se encuentra localizada a 100 km. al Sur de la frontera Mexico-E. U. A., sobre la costa Oeste de la península de Baja California, entre los $31^{\circ} 40'$ y $31^{\circ} 55'$ de latitud Norte, y de los $106^{\circ} 36'$ a $116^{\circ} 50'$ de longitud Oeste, con un área de 24,090 hectáreas con 18 km. de largo por 15 km. de ancho.

Se encuentra limitada al Norte por punta San Miguel, al Sur por la península de Punta Banda, al Oeste por las dos islas de Todos Santos y al Este por la península de Baja California. (Fig. 1).

4 METODOS

La localización de las estaciones se muestra en las figuras 1 y 2. De las 75 muestras, 38 corresponden a la zona de playas y 37 a la zona de atrás de la línea de rompiente, a una profundidad promedio de 11 metros. Las muestras de playa de las estaciones 8, 12 y 36 no fue posible colectarlas por ser playas rocosas.

Las muestras de playa se colectaron en el mes de octubre de 1981, con un nucleador de mano sobre el punto de referencia propuesto por Bascom (1951). Por otro lado, las muestras de la rompiente se tomaron en el mismo mes, desde una embarcación con una draga del tipo Dietz-LaFond. Todas las muestras se etiquetaron y se colocaron en bolsas de plástico herméticas.

El pretatamiento de las muestras (eliminación de materia orgánica y sales) se llevó a cabo de acuerdo a Royce (1970). Se usó el cuarteador mecánico hasta obtener una muestra de 50 grs. (Carver, 1976) y se procedió a la separación mecánica de las fracciones de diferentes tamaños en la escala ϕ (Krumbein, 1934). La serie de tamices (U.S. Standar) que se utilizó para la separación comprende los tamaños entre -2.5 y 4.75 ϕ , y mayores de 4.75 ϕ , con intervalos de 0.25 ϕ . (Folk y Ward, 1957).

Después del tamizado, se obtuvieron los parámetros

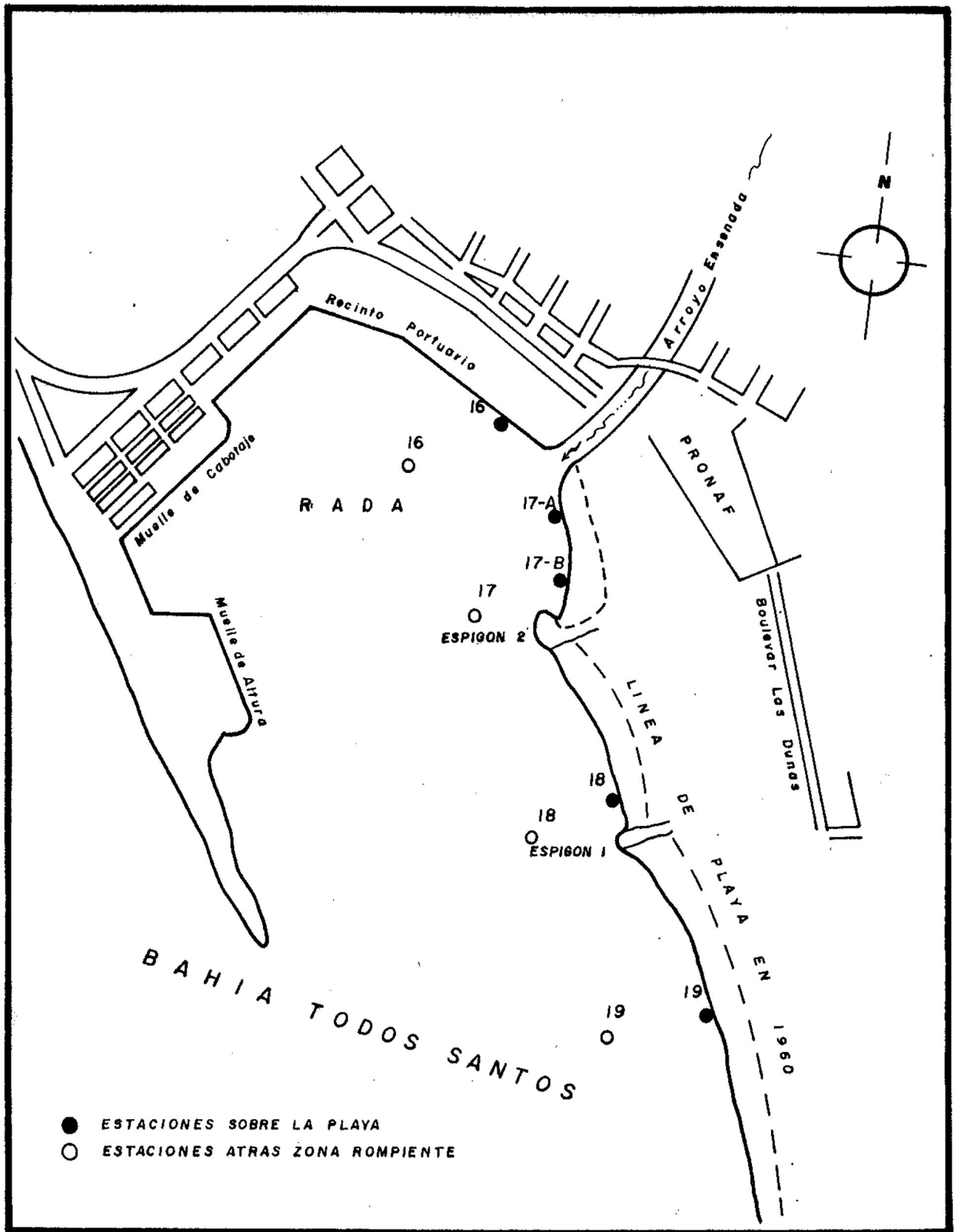


Fig. 2 - LOCALIZACION DE ESTACIONES MUESTREADAS DENTRO DE LA RADA PORTUARIA .

estadísticos de acuerdo con Folk y Ward (1957): media gráfica, desviación estandar o coeficiente de dispersión, asimetría y kurtosis, de acuerdo a estos resultados se graficaron los valores de media y coeficiente de dispersión conforme a los criterios de Sunamura y Horikawa (op. cit.) para indicar la dirección del transporte.

Este trabajo forma parte del Proyecto 359 del Instituto de Investigaciones Oceanológicas. Dicho proyecto consta de dos partes, análisis estadístico de la distribución de tamaños del sedimento del litoral de la bahía, y análisis de dilución de minerales trazas contenidos en dicho sedimento, es por esto que los resultados que aquí se exponen, no son resultados definitivos, sino que se complementan con los mineralógicos, para así dar una aproximación real a el verdadero patrón de circulación litoral.

5 RESULTADOS

5.1 MUESTRAS DE PLAYA

La tabla 1 muestra los resultados estadísticos obtenidos a partir de la distribución de tamaño de sedimento de las estaciones de playa en el área de estudio. Se puede apreciar que el valor máximo de tamaño se localiza en la estación 11 con -0.74ϕ y el mínimo en la estación 33a con

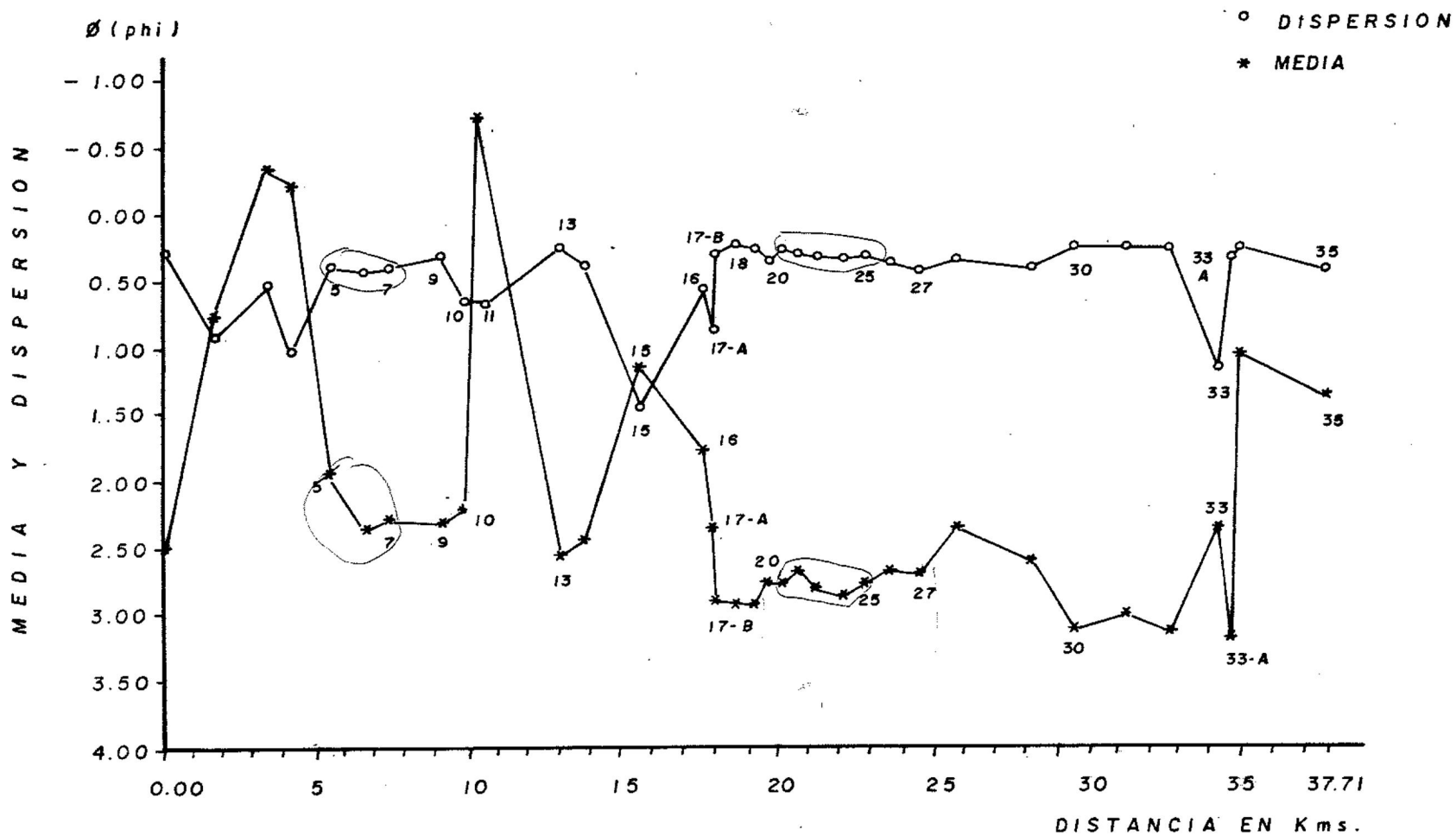
Estaciones	Dist. en Km	Media	Mediana	Dispersión	Kurtosis	Asimetría
		en unidades ϕ (phi)				
1	00.000	2.51619	2.53133	0.27045	1.16112	-0.03200
2	01.650	0.79130	0.85673	0.92902	0.93712	-0.05108
3	03.400	-0.32255	-0.35524	0.54008	1.11369	-0.13570
4	04.200	-0.20728	-0.10349	1.03798	1.00822	-0.16828
5	05.400	1.95664	1.19327	0.40984	1.01179	0.07573
6	06.600	2.36405	2.46815	0.43607	1.17059	-0.37715
7	07.250	2.29112	2.34793	0.40306	0.95842	-0.22794
9	09.000	2.32174	2.33365	0.31950	0.84612	-0.09750
10	09.750	2.20770	2.27456	0.66254	1.82955	-0.43504
11	10.850	-0.74510	-0.67125	0.67094	1.08365	-0.23400
13	12.900	2.56963	2.58418	0.25308	1.17879	-0.07873
14	13.640	2.45383	2.49143	0.38562	1.11263	-0.10480
15	15.440	1.16484	1.46475	1.44747	0.88422	-0.31957
16	17.565	1.77377	1.76290	0.57272	1.22516	-0.01754
17A	17.865	2.34670	2.59293	0.88593	0.96905	-0.40483
17B	17.975	2.90952	2.90044	0.29547	1.07090	0.12945
18	18.555	2.92883	2.91328	0.24070	1.12657	0.10186
19	19.195	2.93789	2.92637	0.27031	1.11719	0.11879
20	19.645	2.77662	2.74450	0.36766	1.35841	-0.01592
21	20.125	2.77569	2.77228	0.27775	1.17954	0.01306
22	20.645	2.69031	2.67564	0.30677	1.46016	-0.01699
23	21.195	2.82035	2.80475	0.32710	1.22987	0.06974
24	22.095	2.88094	2.87668	0.33582	1.09566	0.03030
25	22.805	2.77738	2.74818	0.33188	1.17639	0.09789
26	23.605	2.67744	2.68054	0.37865	1.11012	-0.02819
27	24.555	2.70838	2.71270	0.43069	1.31243	-0.10042
28	25.755	2.35432	2.38204	0.35617	0.90330	-0.09653
29	28.185	2.61182	2.66633	0.41799	1.15982	-0.22099
30	29.555	3.12035	3.11434	0.25992	1.23115	0.10252
31	31.255	3.01075	3.02534	0.26913	1.13128	-0.06644
32	32.625	3.13512	3.12364	0.27213	1.22630	0.13134
33	34.225	2.36462	2.82818	1.17702	0.70918	-0.55915
33A	34.625	3.19356	3.18373	0.32231	1.29160	-0.03454
34	34.915	1.06269	1.05521	0.26736	1.01454	0.01424
35	37.715	1.36611	1.43480	0.44032	1.12322	-0.24392

TABLA 1. Resultados Estadísticos de la zona de playa.

3.19 ϕ , teniendo un valor promedio aproximado de todas las estaciones de 2.24 ϕ ; asimismo para los valores de dispersión se observa un valor máximo para la estación 15 con 1.44 phi y un mínimo para la estación 18 con 0.24 phi, teniendo un valor promedio aproximado de 0.44 phi.

La gráfica 1 describe el comportamiento de los valores de la media y de los valores de la dispersión con respecto a la distancia. Para los valores de la media se observa que la región de la estación 1 con 2.51 ϕ , a la estación 15 con 1.16 ϕ , el comportamiento es irregular, con valores que varían desde -0.74 ϕ hasta 2.56 ϕ , y en general el tamaño de grano es más grueso que el resto de las estaciones. A partir de la muestra 16 con 1.77 ϕ el sedimento es más fino hasta la 18 con 2.92 ϕ ; hacia el Sur de esta estación aumenta progresivamente el tamaño de grano hasta la 28 alcanzando valores en este punto de 2.35 ϕ ; posteriormente empieza a disminuir hasta la estación 30 con 3.12 ϕ , volviendo a aumentar irregularmente hasta llegar a Punta Banda (est. 35) con valor de 1.36 ϕ .

De las estaciones 2 a 9 se observa una disminución en el valor de la dispersión de 0.92 a 0.31 phi respectivamente. De la estación 10 a la 17b el comportamiento es irregular, con variaciones desde 0.25 (est. 13) hasta 1.44 phi (est. 15) y no es posible establecer una tendencia en cualquier sentido como en el caso anterior. A partir de la muestra 18 con 0.24



GRAFICA No. I - MEDIA Y DISPERSION V.S. DISTANCIA, PARA LAS MUESTRAS LOCALIZADAS SOBRE LA PLAYA.

phi a la 27 con 0.43 phi los valores aumentan, disminuyendo hasta la estación 30 con 0.25 phi donde vuelven a aumentar hasta la 35 con 0.44 phi.

En general la gráfica muestra que existe un aumento en el tamaño de grano de las estaciones 18 a 28 y 30 a 35, y una disminución de tamaño de las estaciones 16 a 18 y 28 a 30; no encontrándose esta tendencia de la estación 1 a 15. Para el caso de los valores de la dispersión existe un aumento de las estaciones 18 a 27 y 30 a 35, y una disminución desde las estaciones 2 a 9 y 27 a 30; no apreciándose un comportamiento definido de la estación 1 a 15.

5.2 MUESTRAS DE MAR

La tabla 2 muestra los resultados estadísticos obtenidos a partir de la distribución de tamaño del sedimento de las estaciones de mar. Se aprecia que el valor mínimo para la media se localiza en la estación 32a con 3.52 ϕ y un máximo para la estación 3 con -0.06 ϕ , teniendo un valor promedio de todas las estaciones de 2.77 ϕ ; asimismo para los valores de la dispersión se observa un valor máximo de 2.44 phi para la estación 3 y un valor mínimo de 0.26 phi para la estación 32a, teniendo un valor promedio para todas las estaciones aproximadamente de 0.44 phi.

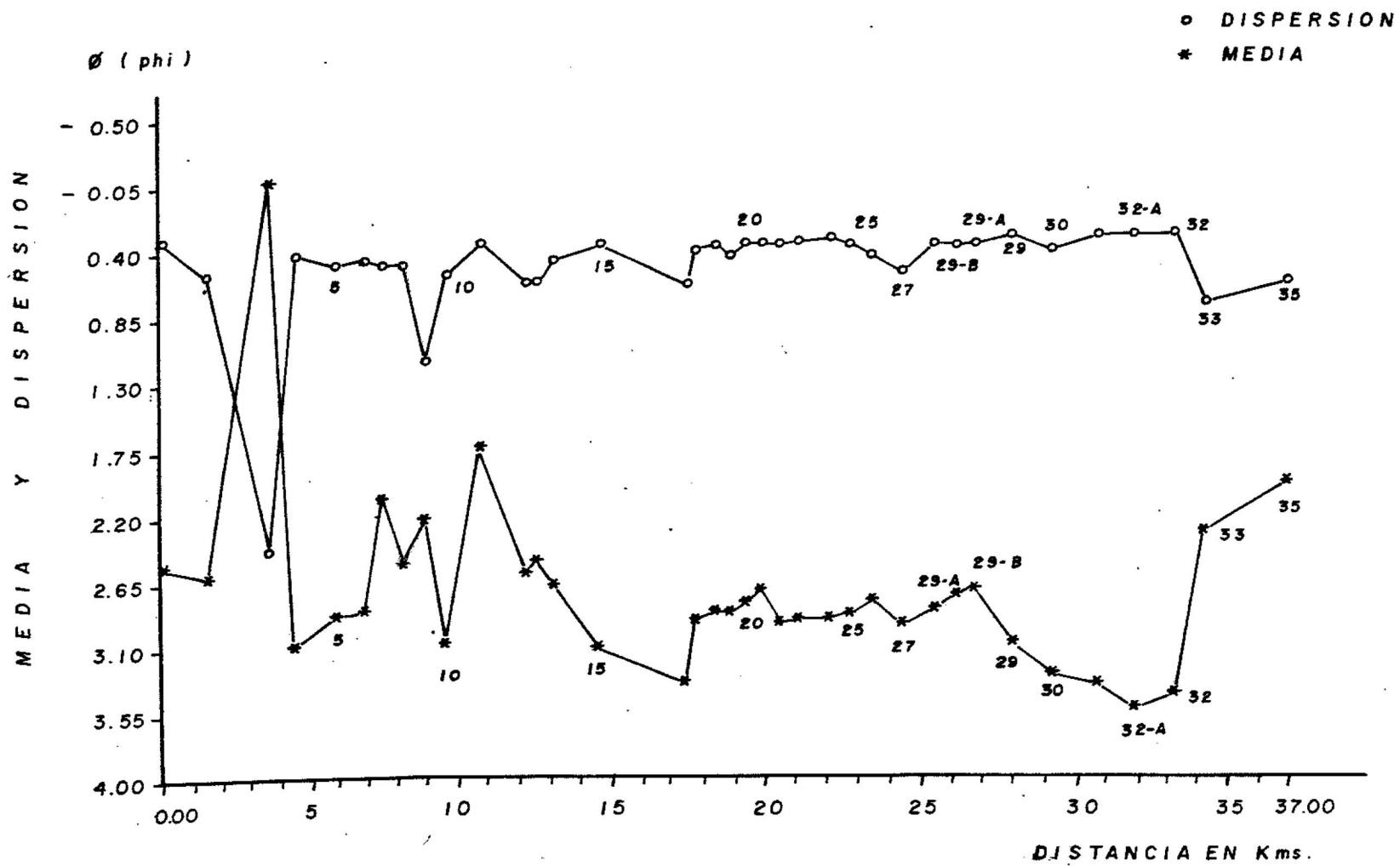
Estaciones	Dist. en Km	Media	Mediana en unidades ϕ	Dispersión (ϕ)	Kurtosis	Asimetría
1	00.000	2.55317	2.57819	0.30400	1.37768	-0.07844
2	01.551	2.62637	2.64043	0.55352	2.48485	-0.29690
3	03.586	-0.06313	-0.15847	2.44387	0.83503	0.02368
4	04.413	3.11905	3.26189	0.41378	0.89807	0.41507
5	05.741	2.89625	2.81367	0.50481	1.18138	0.25242
6	06.706	2.86208	2.81591	0.46374	1.44841	0.27749
7	07.292	2.09198	2.07655	0.49721	0.82964	0.04643
8	07.982	2.53661	2.60261	0.49431	1.57588	-0.18986
9	08.741	2.23541	2.61940	1.15758	0.92243	-0.49528
10	09.396	3.08602	3.05535	0.56281	1.64980	0.00739
11	10.499	1.75540	1.71165	0.34383	1.54232	0.30004
12	12.051	2.60197	2.69368	0.61996	1.34470	-0.22359
13	12.396	2.52667	2.62367	0.60787	1.68441	-0.33944
14	12.913	2.68096	2.71285	0.45524	1.71155	-0.21230
15	14.430	3.11665	3.10639	0.36312	1.21056	0.01292
16	17.257	3.35626	3.19272	0.62658	1.04790	0.35038
17	17.552	2.92281	2.87340	0.38796	1.12897	0.24367
18	18.218	2.86720	2.85413	0.35803	1.19533	0.10699
19	18.708	2.88381	2.85819	0.42929	1.35079	0.16581
20	19.198	2.81845	2.80052	0.34846	1.29690	0.04778
21	19.688	2.72924	2.71975	0.34965	1.35194	-0.02998
22	20.316	2.95162	2.93982	0.35575	1.07901	0.14251
23	20.936	2.92000	2.92000	0.33000	1.15053	-0.06175
24	21.971	2.91578	2.90047	0.30908	1.09380	0.18867
25	22.574	2.89002	2.87171	0.34567	1.08847	0.12807
26	23.333	2.78862	2.74665	0.43259	1.36104	0.18241
27	24.333	2.97143	2.90733	0.54143	1.53373	0.30447
28	25.367	2.85156	2.82656	0.34916	1.04655	0.11993
29B	26.057	2.74782	2.72056	0.36408	1.25349	0.12184
29A	26.643	2.71982	2.69940	0.36119	1.25479	0.09024
29	27.919	3.08880	3.07668	0.29317	1.22325	0.10627
30	29.212	3.29817	3.22560	0.29731	1.53859	0.36330
31	30.798	3.36640	3.35252	0.30636	1.13892	0.14745
32A	31.953	3.52857	3.51901	0.26777	0.11104	1.21599
32	33.298	3.42841	3.45571	0.28865	0.89927	-0.03390
33	34.298	2.31948	2.47791	0.74961	1.06664	-0.36095
35	37.000	1.96776	1.87930	0.60490	1.12682	0.17571

TABLA 2. Resultados Estadísticos de la zona de rompiente.

La gráfica 2 describe el comportamiento de los valores de la media y la dispersión con respecto a la distancia. Para los valores de la media se aprecia que, con excepción de la estación 3, existe una disminución de tamaño de la estación 1 con 2.55 ϕ a la estación 4 con 3.12 ϕ ; de la sección de las muestras 4 con 3.11 ϕ a la 9 con 2.23 ϕ se observa un aumento en el tamaño, posteriormente las estaciones 10 y 11 (3.08 y 1.75 ϕ , respectivamente) muestran grandes variaciones con respecto a las estaciones anteriores, sin embargo a partir de esta última el tamaño disminuye hasta la estación 15 con 3.12 ϕ .

Partiendo de la estación 16 se notan claramente 3 secciones bien definidas con tendencias a aumentar el tamaño de grano hacia el Sur, estas son: de la estación 16 con 3.35 ϕ a la 21 con 2.72 ϕ , de la estación 22 con 2.95 ϕ a la 26 con 2.78 ϕ y de la estación 27 con 2.97 ϕ a la 29a con 2.71 ϕ ; posteriormente el tamaño disminuye hasta la estación 32a alcanzando el valor de 3.52 ϕ ; aumentando considerablemente hasta la estación 35 con 1.96 ϕ .

Con respecto a los valores del coeficiente de dispersión el comportamiento de las primeras estaciones denotan un aumento de 0.3 phi en la estación 1 a 2.44 phi en la estación 3; de la estación 4 con 0.41 phi aumenta hasta 1.15 phi en la estación 9, disminuyendo hasta la estación 11 con 0.34;



GRAFICA No.2 - MEDIA Y DISPERSION V.S. DISTANCIA, PARA LAS MUESTRAS LOCALIZADAS ATRAS DE LA ZONA DE ROMPIENTE.

asimismo se observa un decrecimiento de las estaciones 12 con 0.61 a la 15 con 0.36 phi. De la estación 16 con 0.62 phi disminuye el valor hasta la estación 24 con 0.30 phi; de aquí sufre un aumento muy marcado hasta la estación 27 con 0.54 phi; posteriormente disminuye hasta la estación 32a con 0.26 phi; por último aumenta el valor hasta la estación 35 con 0.60 phi.

Resumiendo, la gráfica demuestra que existe un aumento de tamaño de grano de las estaciones 4 a 9, 16 a 29a y 32a a 35, y una disminución de las estaciones 1 a 3, 11 a 15, y 29a a 32a; la estación 10 no parece corresponder a ninguna de las tendencias. En el caso de los valores de la dispersión existe un aumento de las estaciones 1 a 3, 4 a 9, 24 a 27 y 32a a 35, y disminuyendo de las estaciones 9 a 11, 12 a 15, 16 a 24 y 27 a 32a.

6 DISCUSIONES

La respuesta de los sedimentos a la mecánica de un agente de transporte fluido en movimiento, se refleja en la forma de asentamiento del material; es decir aquellas partículas de mayor tamaño presentarán mayor resistencia al transporte y por lo tanto tenderán a viajar a menor distancia que aquellas que presentan un tamaño menor, lo anterior se puede describir en términos de dispersión o clasificación; es así que la distribución de

sedimentos disminuirá su tamaño y mejorará su clasificación con respecto a la distancia e intensidad del transporte.

En base a lo anterior se emplearon los criterios de Sunamura y Horikawa (op. cit.), por considerarlos más apropiados, ya que sólo utilizan los valores de la media y dispersión, despreciando los valores de mediana (que no consideran el total de la distribución), y los valores de kurtosis y asimetría (los cuales están dados en base a los valores de dispersión). A grandes rasgos estos criterios señalan que la dirección del transporte litoral se efectúa en el sentido en el que:

a) el tamaño de sedimento y el valor de la dispersión disminuyan.

b) el tamaño de sedimento aumente y el valor de la dispersión disminuya.

c) el tamaño de sedimento disminuya y los valores de dispersión sean constantes.

d) los valores de dispersión disminuya y el tamaño de sedimento sea constante.

Para efectos de redacción el sentido del transporte se

definirá solamente en direcciones Norte o Sur, cuando cualquiera de estas componentes esté presente.

Los resultados obtenidos que se observan en las gráficas, muestran grandes variaciones de tamaño y dispersión de las estaciones 1 a la 15, se omite la estación 3 (para las estaciones de mar y rompiente) que muestran los tamaños más altos para sedimento, debido a la zona de alta energía donde se localiza; asimismo se descartó la estación 15 de playa por haber recibido aportes, producto de la construcción de la ampliación del rompeolas (fig. 1). El transporte litoral en esta zona se realiza en dos sentidos;

El primero de Norte a Sur, de las estaciones 1 a 4 y 12 a 15 de la zona de rompiente, y 4 a 9 de la zona de playa (fig. 3), observándose en el primer caso una disminución de tamaño sin poderse definir la tendencia en los valores de dispersión, mientras que, para el segundo y tercer caso existe una disminución de tamaño y del valor de la dispersión en esta dirección.

El segundo sentido es de Sur a Norte, de las estaciones 14 a 13 y 11 a 10 de playa, y 9 a 4 de rompiente, observándose una disminución de tamaño y del valor de la dispersión en el mismo sentido. Lo anterior refleja una gran complejidad del sistema, no pudiéndose obtener un patrón confiable en la porción NW de la

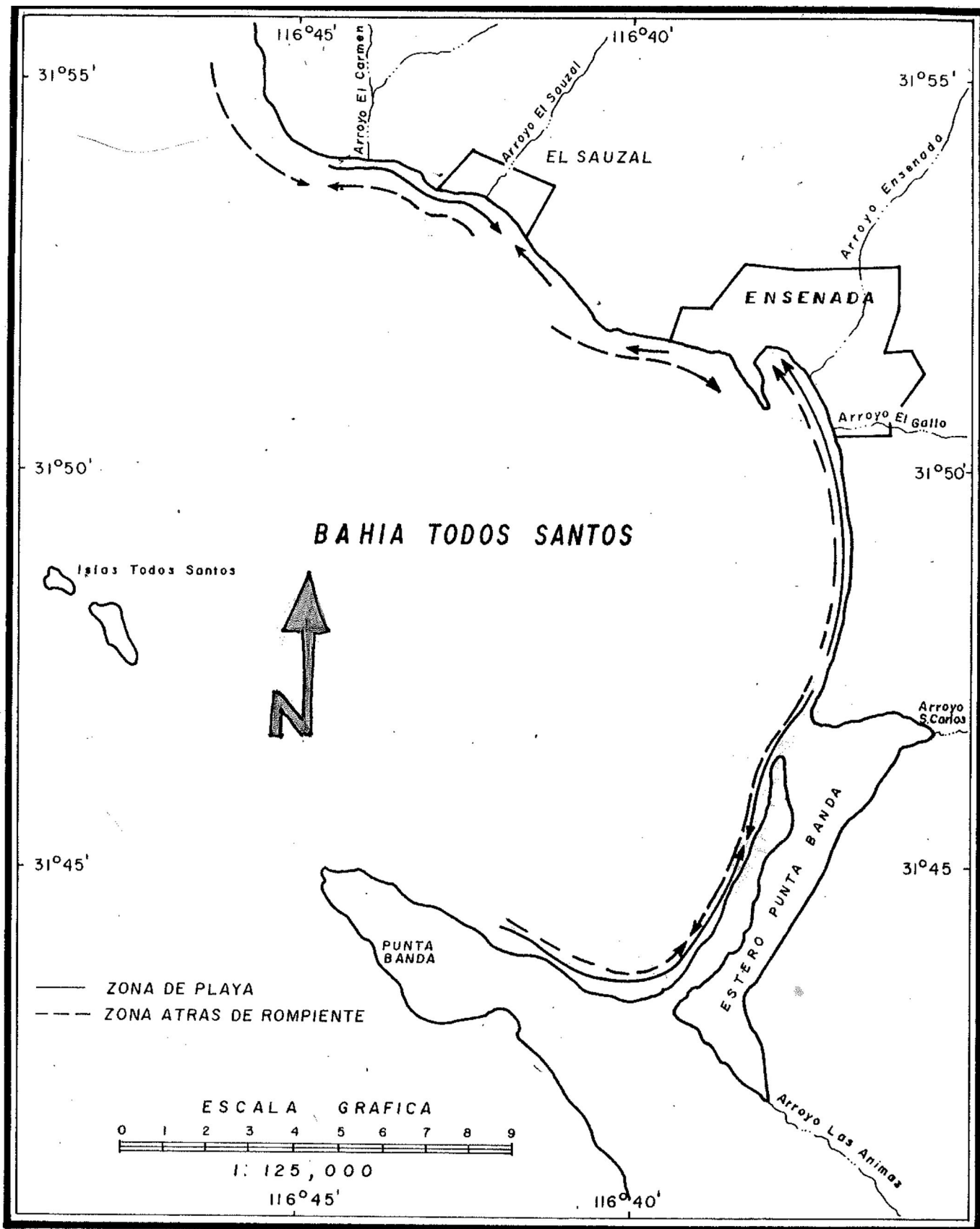


Fig. 3 — PATRON QUE INDICA EL SENTIDO DEL TRANSPORTE LITORAL EN BASE A LOS RESULTADOS. (LAS FLECHAS MUESTRAN LA DIRECCION DEL TRANSPORTE).

Bahía, esto se confirma en el estudio realizado por Alvarez (1971) sobre corrientes superficiales en esta zona de la bahía. La configuración de la costa, mayormente compuesta de cantiles y playas de bolsillo, junto con el oleaje, parecen ser algunos de los factores responsables de esta complejidad.

En las estaciones 10 y 11 de la zona de atrás de la rompiente, no fué posible correlacionarlas por las variaciones tan marcadas tanto en el tamaño como en los valores de dispersión.

Los resultados de las estaciones 16 a 18, localizadas detras de la rompiente dentro de la rada portuaria (fig. 2), indican una dirección del transporte litoral en sentido Norte (fig. 4), ya que los valores de tamaño decrecen en este sentido, y los valores de dispersión aumentan, lo anterior se estima en base a que la estación 18 esta expuesta a una mayor energía que la estación 17, y esta última esta expuesta a una mayor energía que la estación 16, dando como resultado que los sedimentos tengan una mejor clasificación hacia la estación 18. Por otro lado los resultados de las estaciones localizadas en la playa indican una dirección hacia el Sur del recinto portuario hasta el espigón 2 (fig. 4), y otra dirección Norte proveniente de la estación 27 al espigón 2. Estos resultados corroboran los obtenidos por Gómez-Morin (op. cit.) en la zona de la rada portuaria, quien menciona que esta zona ha presentado un azolve

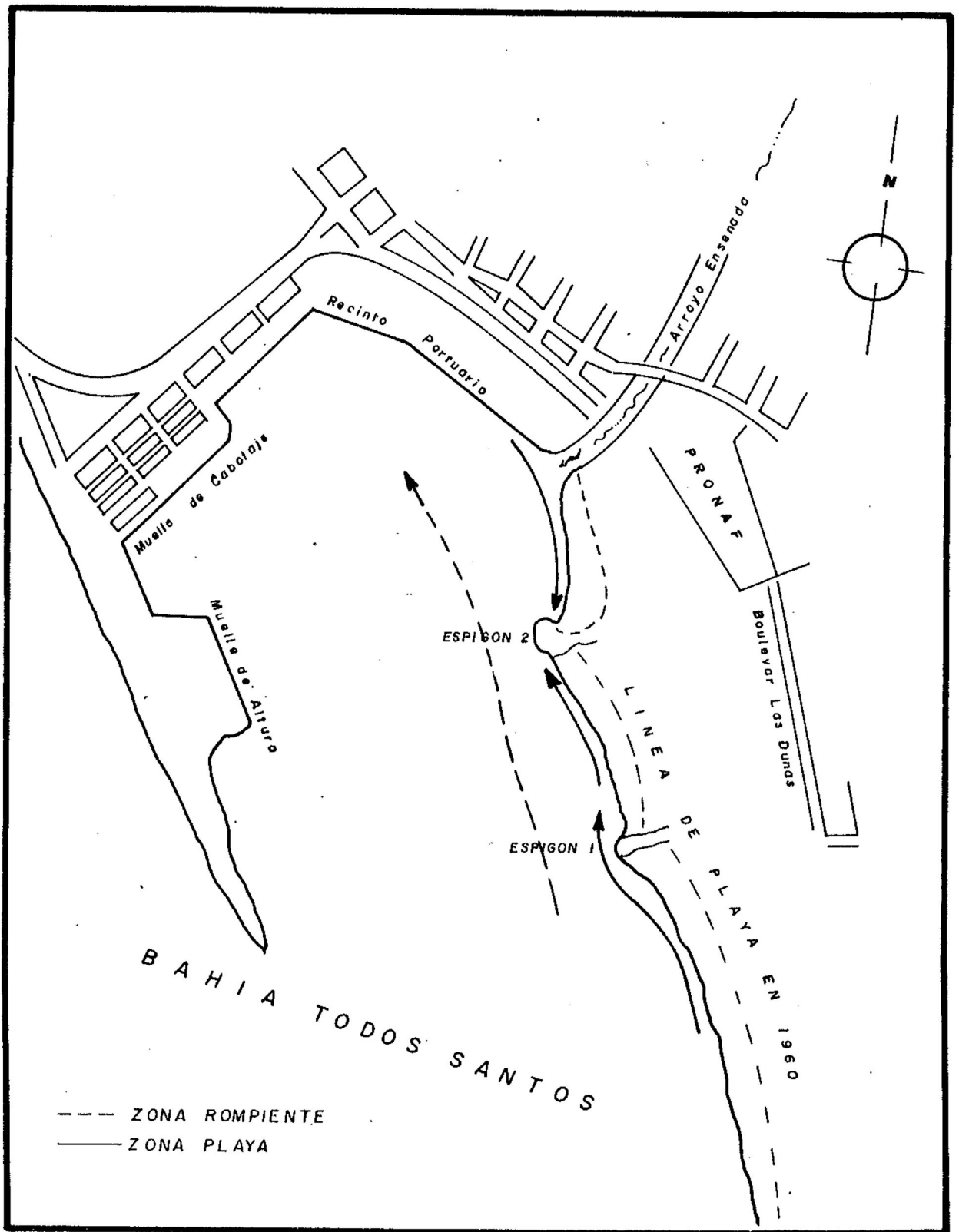


Fig. 4 - DIRECCION DEL TRANSPORTE LITORAL DENTRO DE LA RADA PORTUARIA. (NOTESE EL AVANCE DE LA LINEA DE PLAYA).

progresivo debido al sistema de circulación, provocado por la difracción del oleaje causado por el rompeolas. Otra evidencia mas notoria de la circulación hacia el Norte en esta zona, es el avance de la línea de playa producto de la trampa que ofrecen los espigones 1 y 2 (fig. 4).

En la zona central de la bahía, donde se localizan las estaciones tanto de la zona de playa como de rompiente, la disminución de tamaño y de los valores de dispersión indican un transporte litoral hacia el Norte (fig. 3). Lo anterior coincide de transporte litoral realizado en la playas de esta zona por Lizárraga (1976).

La estación 27 muestra los valores más altos de dispersión comprendida entre las estaciones 18 y 32 tanto en las estaciones de playa como las de rompiente, lo cual sugiere que el transporte litoral se distribuye hacia el Norte (como se describió anteriormente) y hacia el Sur, disminuyendo los valores de dispersión y el tamaño, hasta la estación 32a de la zona de rompiente y 30 de la zona de playa; al parecer los flujos de marea de la boca del estero no permiten depositación de material fino, lo cual se refleja en los tamaños más gruesos de las estaciones 28 a 29. Comparando estos resultados con las conclusiones de O'Brien y Zeevaert (op. cit.), se observa que éstos difieren en la boca del estero, ya que el sentido del transporte indicado en su estudio es en dirección Norte ,

mientras que el que se marca en el presente trabajo es en dirección Sur (fig. 3), esto posiblemente debido a los diferentes criterios utilizados en los dos trabajos, aunque la distribución de tamaño más común reportado a lo largo de la barra del estero, sea muy parecida a los de media y mediana en el presente estudio; sin embargo se corroboran los resultados obtenidos para la parte Sur de la bahía, donde se observa una disminución de tamaño y de los valores de dispersión en dirección a la barra del estero, indicándose en este sentido el transporte litoral.

7 CONCLUSIONES

La configuración de la costa, compuesta de acantilados y playas rocosas en la parte NW de la zona de estudio, dificultan la interpretación del sentido del transporte litoral por este método.

Aproximadamente a dos kilómetros al Norte de la boca del estero, el transporte litoral diverge en dos sentidos: hacia el Norte hasta la rada portuaria, y hacia el Sur hasta la barra del estero de Punta Banda.

El transporte litoral en la región de Punta Banda se realiza en dirección a la barra de estero del mismo nombre.

B BIBLIOGRAFIA

- Alvarez Sánchez, L. C., 1971, Medición de corrientes superficiales en la bahía de Todos Santos. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas (E.S.C.M), Universidad Autónoma de Baja California (U.A.B.C.).
- Baca Chacón, C., 1981, Procedencia de Minerales Pesados en la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis de licenciatura, Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCM), Universidad Autónoma de Baja California (UABC).
- Bascom, W. N., 1951, The Relationship Between Sand Size y Beach Slope. Trans., Am. Geophys. Union, 32.
- Carver, R. E., 1971, Procedures in Sedimentary Petrology. Wiley-Interscience, New York. p.p. 51-52.

Emery, K.D., Gorsline, D.S., Uchupi, E. y Terry, R.D.,
1957, Sediments of three Bays of Baja California:
Sebastian Viscaíno, San Cristóbal y Todos Santos.
Jour. of Sed. Petrol., Vol. 27, No. 2, p.p.
95-115

Folk, R.L. y Ward, W.C., 1957. Brazos River Bar: A Study
on the Significance of Grain-Size parameters. Jour.
of Sed. Petrol. Vol. 27, No. 1, p.p. 3-26.

Gómez-Morín Fuentes, L., 1981, Análisis Hipsométrico de la
Rada del puerto de Ensenada, Baja California. Tesis de
Licenciatura, ESCM, Ensenada, B.C. México.

Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.), ESCM,
1967, Estudio Oceanológico de la Bahía de Todos Santos,
B.C. Parte I. (no publicado).

Komar, P.D., 1976, Beach Processes and Sedimentation.
Prenetice Hall, Inc. p.p. 325.

Krumbein, W.C., 1934, Size Frequency Distributions of Sediments. Jour. of Sed. Petrol. Vol. 4, p.p. 65-77.

Krumbein, W.C., y Sloss, L.L., 1963, Estratigrafía y Sedimentación. UTEHA, México, p.p. 107-122.

Lizórraga Arciniega, R., 1976, Estudio de los Movimientos Cíclicos de la Playa en la Bahía de Todos Santos, B. C., Revista Ciencias Marina. Vol 3, No. 1 pp. 30-50.

Martínez Beltran, P., 1981, Dirección del Transporte Litoral en la Costa Oeste del Estado de Baja California. Tesis de Licenciatura, ESCM, Ensenada, B.C.

O'Brien, M.P. y Zeevaert, L., 1968, Design of a Small Tidal Inlet., Am. Soc. of Engineering., Congres of Coastal Engineering. Vol. II, pp. 1242-1257.

Royce, Chester, 1970, An Introduction to Sediment Analysis. Arizona State University Publications. p.p 180.

Miguel Méndez

/ Sunamura, T. y Horikawa, K., 1971, Predominant Direction of Litoral Transport along Kujyukury Beach, Japan. Coastal Engineerig in Japan, Vol. 14, p.p. 107-117.

/ U.S. Coastal Engineering Research Center, 1977, Shore Protection Manual, Vol. I.

Walton, W. R., 1955, Ecology of Living Benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California. Jour. of Paleontology, Vol. 29, No. 6.