

INFLUENCIA DE LOS PROCESOS COSTEROS EN LAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS EN EL ÁREA DE LA PENINSULA DE SANTA ELENA

Por:

MARIANA JÁCOME DE SOLÓRZANO (1)
LILIANA LLANOS DE BONILLA (1)

RESUMEN

Con el fin de conocer algunas de las características del transporte litoral se realizaron mediciones simultáneas de parámetros de olas, corrientes, sedimentos en suspensión y sedimentos de playa en las líneas de alta, media y baja marea en cuatro estaciones ubicadas en la parte más saliente de la costa Norte de la Península de Santa Elena del 28 de Octubre al 20 de Diciembre de 1990, tomando en consideración los estados de marea.

Se determinó el transporte litoral para los meses de muestreo en base a 2 métodos: Galvin y Bagnold.

Los resultados indican que el volumen del transporte litoral de sedimentos está entre 430 m. cúbicos/día a 24 m. cúbicos/día.

El análisis granulométrico de las muestras de sedimentos de playa indica que se trata de una arena fina, bien seleccionada y mesocúrtica.

Se determinó además que la estación 1 por su ubicación refleja un ambiente erosivo a diferencia de la estación 4 donde las olas son de poca energía debido a los procesos de refracción produciéndose un ambiente de depositación.

ABSTRACT

Littoral transport was determined based upon simultaneous measurements of tides, currents, suspended and shore sediment on four stations located at the outermost site of Santa Elena Peninsula.

It was considered the tides from October 28th to December 20th, 1990. At that time, littoral transport was measured using Galvin and Bagnold methods.

Littoral transport of sediments is about 430 m³/day to 24 m³/day. Beach sediments are composed of mesocurtic and well selected fine sand. Station 1 shows an erosive environment, differing from station 4 a where exist s tides of low energy due to refraction processes, producing a deposition environment.

INTRODUCCION

El transporte de los sólidos a lo largo de una playa se manifiesta a través de procesos erosivos o acrecionales, constituyendo uno de los principales problemas para las diferentes obras marítimas y portuarias e incluso, en algunos casos para toda una comunidad.

Bajo la acción de las olas, las corrientes y los vientos, se mueven los sedimentos hacia las playas, a lo largo y fuera de ellas. De esta forma el transporte de los sedimentos se produce de dos maneras:

- a) Perpendicular a la línea de costa
- b) Paralelo a la línea de costa.

Normalmente el efecto combinado de estos dos tipos de transporte es un movimiento neto paralelo a la costa, denominado transporte litoral.

En el presente trabajo se pretende determinar las características del transporte que se produce a lo largo de la línea de costa en estudio, y a la vez establecer la distribución de los sedimentos de playa y en suspensión a partir de su textura, parámetros estadísticos y concentración.

(1) Instituto Oceanográfico de la Armada. INOCAR. P.O. Box 5940 Guayaquil- Ecuador

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra localizada en la parte más saliente de la costa norte de la Península de Santa Elena, provincia del Guayas (Fig.1). El sector de playa estudiado tiene una longitud aproximada de 4 kilómetros dentro de los paralelos $2^{\circ} 10'$ y $2^{\circ} 12'$ de latitud Sur y los meridianos $80^{\circ} 68'$ y $80^{\circ} 00'$ de longitud Oeste. Entre los puntos más extremos escogidos para recoger la información, la línea de costa tiene una orientación E-O para luego girar hacia el SE en la Punta Viejita.

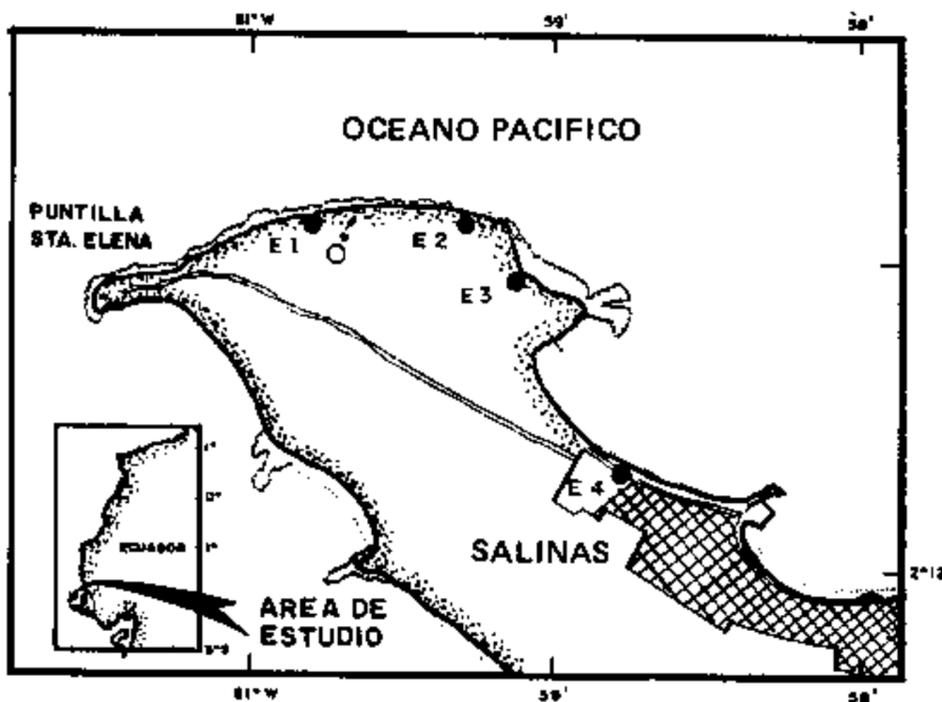


Figura 1 Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo.

Debido a la orientación de las playas y a las condiciones de circulación y arribo de las olas existen dos ambientes claramente definidos en el sector en estudio, entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Viejita la línea de playa está sometida a una fuerte acción dinámica de las olas y corrientes, más al Sureste las olas son de poca energía debido a los procesos de refracción, presentando una zona de calma muy atractiva al turismo.

La población más cercana es Salinas ubicada al Este y que se dedica principalmente al turismo, y en menor grado a la pesca.

Las condiciones climáticas corresponden a un clima tropical seco, las tierras son desérticas o semidesérticas produciéndose en invierno una vegetación de tipo herbáceo (Blandin, 1976).

METODOLOGIA EMPLEADA

El desarrollo del trabajo consistió en dos etapas: Trabajo de campo y trabajo de laboratorio.

Trabajo de campo.- El trabajo de campo se realizó en consideración a la selección de los lugares y los

períodos más adecuados para realizar los muestreos. Para lo cual se seleccionaron cuatro puntos a lo largo de la costa entre la Puntilla de Santa Elena y Punta Chipipe tomándose en consideración la fase de marea.

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| Octubre 28 a Noviembre 6 de 1990 | Cuadratura y Sicigia |
| Noviembre 19 a Noviembre 22 1990 | Sicigia |
| Diciembre 18 a Diciembre 20 1990 | Sicigia |

En cada una de las estaciones se tomó una serie de datos para determinar la dirección del transporte litoral y estimar las magnitudes de dicho transporte. En cada perfil se midió simultáneamente en intervalos de una hora la corriente litoral, altura de rompiente, dirección de llegada de las olas a la línea de costa y períodos de las mismas. Colectándose además cada dos horas una muestra de agua en la zona de rompiente con el objeto de cuantificar la cantidad de sedimento en suspensión, obteniéndose un total de 265 muestras. Una vez al día durante la marea baja se tomaron tres muestras de sedimentos de playa, en las líneas de pleamar, media marea y bajamar; colectándose un total de 197 muestras.

La corriente litoral se determinó con un pequeño flotador, el mismo que fue colocado en la zona de rompiente, midiéndose con un cronómetro el tiempo empleado en trasladarse el flotador a cierta distancia paralela a la playa. La dirección fue anotada ya sea a la izquierda o a la derecha del observador mirando hacia el mar.

La altura y el período de rompiente fueron promediados de una serie continua de las 10 olas, la altura de cada ola se estimó visualmente y el período acumulado fue medido con un cronómetro. La dirección de llegada de las olas fue medida utilizando un compás.

Trabajo de laboratorio.- En orden secuencial se realizaron los siguientes trabajos:

Análisis granulométrico: Se utilizaron las técnicas sugeridas por Folk (1969). Después del secado de las muestras en una estufa a 60°C hasta peso constante, se realizó el tamizaje seco utilizando un juego de tamices de 40 mm. 0.063 mm. de la clasificación estandar, Sieve Size. Los resultados obtenidos sirvieron para elaborar una serie de gráficos como curvas acumulativas y de frecuencia así como la obtención de los diferentes parámetros estadísticos (Tabla I).

Sólidos en Suspensión: La concentración de sedimento en suspensión se determinó por filtración al vacío utilizando un papel filtro Machey Nagel 640 D, de 12.5 cm. de diámetro; los cuales previamente fueron secados y pesados en una balanza analítica.

Después del filtrado éstos papeles con el sedimento fueron secados y pesados obteniéndose por diferencia de peso la concentración del sedimento en suspensión en g/lit.

| # ESTAC. | FECHA | TEXTURA | MEDIANA (Ø) | DIAMETRO MEDIO (Ø) | SIMETRIA | GRADO CLAS (Ø) |
|----------|----------|----------------|-------------|--------------------|----------|----------------|
| 1A | 28-10-90 | Arena Mediana | 1.4509 | 1.4221 | -0.0690 | 0.6174 |
| 1M | 28-10-90 | Arena Gruesa | 0.5169 | 0.4373 | -0.1108 | 1.0313 |
| 1B | 28-10-90 | Arena Gruesa | 0.3021 | 0.2609 | -0.1048 | 0.6710 |
| 1A | 29-10-90 | Arena Mediana | 1.2952 | 1.3053 | 0.0122 | 0.6224 |
| 1M | 29-10-90 | Arena Gruesa | 0.3341 | 1.0615 | 0.0943 | 1.0615 |
| 1B | 29-10-90 | Arena Gruesa | 0.4747 | -0.5919 | -0.1373 | 1.1353 |
| 1A | 30-10-90 | Arena Mediana | 1.5547 | 1.5063 | -0.0976 | 0.5584 |
| 1M | 30-10-90 | Arena Gruesa | 0.9295 | 0.8690 | -0.0966 | 0.8929 |
| 1B | 30-10-90 | Ar. Muy Gruesa | 0.0227 | -0.0136 | -0.0642 | 0.7762 |
| 1A | 31-10-90 | Arena Gruesa | 0.6493 | 0.5805 | -0.1304 | 0.8024 |
| 1M | 31-10-90 | Arena Gruesa | 0.5129 | 0.4958 | -0.0257 | 0.7106 |
| 1B | 31-10-90 | Arena Mediana | 1.0699 | 1.0300 | -0.2626 | 0.8071 |
| 1A | 01-11-90 | Arena Gruesa | 0.8228 | 0.7316 | -0.1523 | 0.9734 |
| 1M | 01-11-90 | Arena Mediana | 0.8621 | 0.7806 | -0.1332 | 0.9135 |
| 1B | 01-11-90 | Arena Mediana | 1.9475 | 1.8954 | -0.1320 | 0.5761 |
| 1A | 02-11-90 | Arena Mediana | 1.1857 | 1.1647 | -0.0371 | 0.7826 |
| 1M | 02-11-90 | Arena Mediana | 1.6787 | 1.4792 | -0.5529 | 0.5629 |
| 1B | 02-11-90 | Arena Mediana | 2.0534 | 1.9999 | -0.1205 | 0.5074 |
| 1A | 03-11-90 | Arena Mediana | 2.0397 | 1.6580 | -0.6480 | 0.7738 |
| 1M | 03-11-90 | Ar. Muy Gruesa | 0.5108 | -0.1443 | -0.4304 | 1.0528 |
| 1B | 03-11-90 | Arena fina | 2.0978 | 2.0478 | -0.1364 | 0.5079 |
| 1A | 04-11-90 | Arena Mediana | 1.2742 | 1.2617 | -0.0388 | 0.6842 |
| 1M | 04-11-90 | Arena Mediana | 1.7991 | 1.7630 | -0.0973 | 0.6269 |
| 1B | 04-11-90 | Arena Mediana | 1.6883 | 1.2138 | -0.4403 | 1.3470 |
| 1A | 05-11-90 | Arena Gruesa | 1.0606 | 0.9676 | -0.1581 | 0.8887 |
| 1M | 05-11-90 | Arena Fina | 2.1379 | 2.0979 | -0.1135 | 0.5277 |
| 1B | 05-11-90 | Arena Fina | 2.2564 | 2.2614 | -0.0052 | 0.5141 |
| 1A | 06-11-90 | Arena Gruesa | 0.9346 | 0.8656 | -0.1307 | 0.8257 |
| 1M | 06-11-90 | Arena Mediana | 1.8305 | 1.8119 | -0.0660 | 0.5864 |
| 1B | 06-11-90 | Arena Fina | 2.1146 | 2.0852 | -0.0822 | 0.5021 |
| 1A | 19-11-90 | Arena Mediana | 1.4026 | 1.3802 | -0.0609 | 0.6699 |
| 1M | 19-11-90 | Arena Mediana | 1.7705 | 1.7414 | -0.0694 | 0.6830 |
| 1B | 19-11-90 | Arena Fina | 2.0896 | 2.0440 | -0.0917 | 0.5756 |
| 1A | 20-11-90 | Arena Gruesa | 0.6734 | 0.6317 | -0.0717 | 0.9564 |
| 1M | 20-11-90 | Arena Mediana | 1.4484 | 1.3528 | -0.0797 | 0.9615 |
| 1B | 20-11-90 | Arena Fina | 2.0963 | 2.0670 | -0.0627 | 0.5370 |
| 1A | 21-11-90 | Arena Gruesa | 0.9976 | 0.9946 | -0.0112 | 0.8610 |
| 1M | 21-11-90 | Arena Mediana | 2.0666 | 1.9075 | -0.1731 | 0.7421 |
| 1B | 21-11-90 | Arena Fina | 2.1657 | 2.1350 | -0.0830 | 0.5464 |
| 1A | 22-11-90 | Arena Gruesa | 0.9970 | 0.9426 | -0.0925 | 0.8849 |
| 1M | 22-11-90 | Arena Gruesa | 0.8023 | 0.6221 | -0.2997 | 0.9373 |
| 1B | 22-11-90 | Arena Gruesa | 0.6611 | 0.6362 | -0.0386 | 1.0625 |
| 1A | 18-12-90 | Arena Mediana | 1.4843 | 1.4614 | -0.0508 | 0.7052 |
| 1M | 18-12-90 | Arena Gruesa | 0.6265 | 0.6543 | 0.0460 | 0.9187 |
| 1B | 18-12-90 | Arena Fina | 2.2812 | 2.1849 | -0.2173 | 0.7133 |
| 1A | 19-12-90 | Arena Mediana | 1.2462 | 1.3598 | 0.0181 | 0.7106 |
| 1M | 19-12-90 | Arena Gruesa | 0.6253 | 0.6384 | 0.0084 | 1.1000 |
| 1B | 19-12-90 | Arena Mediana | 2.0348 | 1.8424 | -0.2876 | 0.8538 |
| 1A | 20-12-90 | Arena Mediana | 1.5565 | 1.5020 | -0.1103 | 0.7305 |
| 1M | 20-12-90 | Arena Gruesa | 0.8040 | 0.8166 | 0.0101 | 1.0751 |
| 1B | 20-12-90 | Arena Fina | 2.4236 | 2.3475 | -0.1846 | 0.6805 |
| 2A | 28-10-90 | Arena Mediana | 1.2844 | 1.3284 | 0.0885 | 0.6563 |
| 2M | 28-10-90 | Arena Gruesa | 0.8620 | 0.9675 | 0.1607 | 0.8922 |
| 2B | 28-10-90 | Arena Gruesa | 0.8504 | 0.9675 | -0.0931 | 1.2550 |
| 2A | 29-10-90 | Arena Mediana | 1.1567 | 1.2046 | 0.0997 | 0.7291 |
| 2M | 29-10-90 | Arena Mediana | 1.1194 | 1.1600 | 0.0442 | 0.8693 |
| 2B | 29-10-90 | Arena Gruesa | 0.8867 | 0.5955 | -0.2962 | 1.6557 |
| 2A | 30-10-90 | Arena Gruesa | 0.9499 | 0.9809 | 0.0879 | 0.5881 |
| 2M | 30-10-90 | Arena Mediana | 1.0563 | 1.1426 | 0.1309 | 0.8240 |
| 2B | 30-10-90 | Arena Mediana | 1.1704 | 1.1619 | -0.0450 | 0.9812 |
| 2A | 31-10-90 | Arena Mediana | 1.1085 | 1.1788 | 0.1690 | 0.6774 |
| 2M | 31-10-90 | Arena Gruesa | 0.6927 | 0.7663 | 0.1375 | 0.9534 |
| 2B | 31-10-90 | Ar. Muy Gruesa | -0.4865 | -0.7915 | -0.2538 | 1.5671 |
| 2A | 31-10-90 | Arena Mediana | 1.1753 | 1.2574 | 0.1759 | 0.7143 |
| 2M | 31-10-90 | Arena Mediana | 1.0482 | 1.1377 | 0.1883 | 0.7334 |
| 2B | 31-10-90 | Arena Mediana | 0.9533 | 1.1030 | 0.1490 | 0.9714 |
| 2A | 01-11-90 | Arena Mediana | 1.0406 | 1.1322 | 0.1344 | 0.8605 |

TABLA Ia.- Parámetros estadísticos

| # ESTAC. | FECHA | TEXTURA | MEDIANA (ϕ) | DIAMETRO MEDIO (ϕ) | SIMETRIA | GRADO CLAS (ϕ) |
|----------|----------|----------------|--------------------|---------------------------|----------|-----------------------|
| 2M | 01-11-90 | Arena Gruesa | 0.4972 | 0.4070 | -0.1918 | 0.5679 |
| 2B | 01-11-90 | Arena Fina | 2.6510 | 2.6083 | -0.1488 | 0.4711 |
| 2A | 02-11-90 | Arena Mediana | 1.0441 | 1.1063 | 0.1577 | 0.6444 |
| 2M | 02-11-90 | Arena Gruesa | 0.8240 | 0.9686 | 0.3294 | 0.7449 |
| 2B | 02-11-90 | Arena Mediana | 1.6448 | 1.4545 | -0.2488 | 1.0761 |
| 2A | 03-11-90 | Arena Mediana | 1.1886 | 1.2490 | 0.1141 | 0.7450 |
| 2M | 03-11-90 | Arena Fina | 2.3709 | 2.3581 | -0.0517 | 0.5148 |
| 2B | 03-11-90 | Arena Fina | 2.4535 | 2.4121 | -0.0862 | 0.5224 |
| 2A | 04-11-90 | Arena Gruesa | 0.8328 | 0.8951 | 0.1393 | 0.6003 |
| 2M | 04-11-90 | Arena Mediana | 0.9945 | 1.1440 | 0.2026 | 0.9260 |
| 2B | 04-11-90 | Arena Fina | 2.6680 | 2.5949 | -0.1928 | 0.5686 |
| 2A | 05-11-90 | Arena Gruesa | 0.9280 | 0.9718 | 0.0994 | 0.6149 |
| 2M | 05-11-90 | Arena Mediana | 1.5104 | 1.3813 | -0.1820 | 0.8267 |
| 2B | 05-11-90 | Arena Mediana | 1.2515 | 1.2123 | -0.1291 | 0.5531 |
| 2A | 05-11-90 | Arena Gruesa | 0.7640 | 0.7457 | -0.0529 | 0.6788 |
| 2M | 06-11-90 | Arena Fina | 2.0282 | 2.0188 | -0.0188 | 0.5042 |
| 2B | 06-11-90 | Arena Mediana | 1.6458 | 1.5412 | -0.2068 | 0.6577 |
| 2A | 19-11-90 | Arena Mediana | 1.1279 | 1.2146 | 0.1838 | 0.7307 |
| 2M | 19-11-90 | Arena Mediana | 1.4229 | 1.2399 | 0.2239 | 0.2505 |
| 2B | 19-11-90 | Arena Fina | 2.6324 | 2.5791 | -0.1773 | 0.4804 |
| 2A | 20-11-90 | Arena Gruesa | 0.8304 | 0.8695 | 0.0582 | 0.9969 |
| 2M | 20-11-90 | Arena Gruesa | 0.9092 | 0.9480 | 0.0017 | 0.3561 |
| 2B | 20-11-90 | Arena Fina | 2.5650 | 1.1763 | -0.1834 | 0.4956 |
| 2A | 21-11-90 | Arena Mediana | 1.4108 | 1.4401 | 0.0404 | 0.7786 |
| 2M | 21-11-90 | Arena Mediana | 1.7997 | 1.5570 | -0.3417 | 1.0063 |
| 2B | 21-11-90 | Arena Fina | 2.5689 | 2.5084 | -0.1739 | 0.4590 |
| 2A | 22-11-90 | Arena Mediana | 0.8647 | 1.0279 | -0.3095 | 0.7652 |
| 2M | 22-11-90 | Arena Mediana | 1.2462 | 1.2469 | -0.0313 | 1.0187 |
| 2B | 22-11-90 | Arena Fina | 2.4307 | 2.3545 | -0.2030 | 0.5638 |
| 2A | 18-12-90 | Arena Mediana | 1.0818 | 1.2082 | -0.2113 | 0.8649 |
| 2M | 18-12-90 | Arena Gruesa | 0.5356 | 0.6710 | 0.1791 | 0.2578 |
| 2B | 18-12-90 | Arena Mediana | 1.2525 | 1.1439 | -0.1703 | 0.9710 |
| 2A | 19-12-90 | Arena Fina | 2.2663 | 2.1108 | -0.2683 | 0.8917 |
| 2M | 19-12-90 | Arena Gruesa | 0.8272 | 0.9627 | 0.1325 | 1.1805 |
| 2B | 19-12-90 | Arena Fina | 2.5632 | 2.4656 | -0.2290 | 0.5517 |
| 2A | 20-12-90 | Arena Mediana | 0.9927 | 1.0841 | 0.2156 | 0.6627 |
| 2M | 20-12-90 | Arena Gruesa | 0.4478 | 0.5372 | 0.1216 | 1.2197 |
| 2B | 20-12-90 | Arena Fina | 2.5689 | 2.4828 | -0.2024 | 0.5460 |
| 3A | 28-10-90 | Arena Gruesa | 0.7640 | 0.7524 | -0.0456 | 0.6095 |
| 3B | 28-10-90 | Arena Mediana | 1.5525 | 1.5388 | -0.0299 | 0.4986 |
| 3M | 28-10-90 | Arena Mediana | 1.5571 | 1.4047 | -0.2903 | 0.7421 |
| 3A | 29-10-90 | Arena Mediana | 1.1605 | 1.1587 | -0.0042 | 0.4948 |
| 3M | 29-10-90 | Arena Mediana | 1.7056 | 1.6759 | -0.0905 | 0.5751 |
| 3B | 29-10-90 | Arena Mediana | 1.9850 | 1.9814 | 0.0052 | 0.4605 |
| 3A | 30-10-90 | Arena Fina | 2.9625 | 2.9726 | 0.0411 | 0.4749 |
| 3M | 30-10-90 | Arena Mediana | 1.5542 | 1.5232 | -0.0687 | 0.4917 |
| 3B | 30-10-90 | Arena Fina | 2.0722 | 2.0086 | -0.1983 | 0.4324 |
| 3A | 31-10-90 | Arena Mediana | 1.8096 | 1.7776 | -0.1226 | 0.5392 |
| 3M | 31-10-90 | Arena Mediana | 1.4832 | 1.4702 | -0.0213 | 0.4787 |
| 3B | 31-10-90 | Arena Fina | 2.0009 | 2.0033 | 0.0217 | 0.5077 |
| 3A | 01-11-90 | Arena Fina | 2.0774 | 2.0879 | 0.0420 | 0.5256 |
| 3M | 01-11-90 | Arena Mediana | 1.7701 | 1.7735 | -0.0177 | 0.4630 |
| 3B | 01-11-90 | Arena Mediana | 2.0169 | 1.8849 | -0.2803 | 0.6475 |
| 3A | 02-11-90 | Arena Fina | 2.1290 | 2.1145 | -0.0280 | 0.5547 |
| 3M | 02-11-90 | Arena Mediana | 1.5191 | 1.4895 | -0.6499 | 0.5663 |
| 3B | 02-11-90 | Arena Fina | 2.3020 | 2.3084 | -0.0082 | 0.5426 |
| 3A | 03-11-90 | Arena Fina | 2.2144 | 2.2350 | 0.0570 | 0.4816 |
| 3M | 03-11-90 | Arena Mediana | 1.7122 | 1.6760 | -0.1122 | 0.5266 |
| 3B | 03-11-90 | Arena Mediana | 1.5094 | 1.3221 | 0.3263 | 0.5333 |
| 3A | 04-11-90 | Arena Mediana | 2.0990 | 1.3703 | -0.6438 | 1.6663 |
| 3M | 04-11-90 | Arena Fina | 2.1853 | 2.1409 | -0.1062 | 0.7372 |
| 3B | 04-11-90 | Arena Mediana | 1.5876 | 1.5256 | -0.1258 | 0.6043 |
| 3A | 05-11-90 | Arena Fina | 2.4849 | 2.4044 | -0.1822 | 0.5050 |
| 3M | 05-11-90 | Arena Fina | 2.1264 | 2.1138 | -0.0341 | 0.4728 |
| 3B | 05-11-90 | Arena Mediana | 1.6610 | 1.6109 | -0.1358 | 0.5403 |
| 3A | 06-11-90 | Arena Fina | 2.1724 | 2.1233 | -0.1318 | 0.5639 |
| 3M | 06-11-90 | Ar. Muy Gruesa | 0.2203 | -0.1056 | 0.1401 | 1.1776 |

TABLA Ib.- Parámetros estadísticos

| # ESTAC. | FECHA | TEXTURA | MEDIANA (ϕ) | DIAMETRO MEDIO (ϕ) | SIMETRIA | GRADO CLAS (ϕ) |
|----------|----------|---------------|--------------------|---------------------------|----------|-----------------------|
| 3B | 06-11-90 | Arena Mediana | 1.9241 | 1.9100 | -0.0402 | 0.4365 |
| 3A | 19-11-90 | Arena Mediana | 1.5343 | 1.4308 | -0.2038 | 0.7054 |
| 3M | 19-11-90 | Arena Fina | 2.1301 | 2.0930 | 0.1165 | 0.4836 |
| 3B | 19-11-90 | Arena Fina | 2.1009 | 2.0528 | -0.1362 | 0.4878 |
| 3A | 20-11-90 | Arena Mediana | 1.5149 | 1.4252 | -0.1881 | 0.6433 |
| 3M | 20-11-90 | Arena Mediana | 1.4119 | 1.3925 | -0.1158 | 0.6911 |
| 3B | 20-11-90 | Arena Fina | 2.1417 | 2.1154 | -0.0868 | 0.4785 |
| 3A | 21-11-90 | Arena Mediana | 1.2392 | 1.2740 | -0.0874 | 0.7346 |
| 3M | 21-11-90 | Arena Mediana | 1.8218 | 1.8472 | -0.0715 | 0.4644 |
| 3B | 21-11-90 | Arena Fina | 2.1137 | 2.0772 | -0.0951 | 0.5942 |
| 3A | 22-11-90 | Arena Mediana | 1.6232 | 1.6088 | -0.0186 | 0.5664 |
| 3M | 22-11-90 | Arena Fina | 2.1350 | 2.1149 | -0.0715 | 0.4586 |
| 3B | 22-11-90 | Arena Fina | 2.1327 | 2.1288 | -0.0060 | 0.4762 |
| 3A | 18-12-90 | Arena Mediana | 1.5761 | 1.3115 | -0.4064 | 0.9212 |
| 3M | 18-12-90 | Arena Mediana | 1.6572 | 1.6089 | -0.1405 | 0.5119 |
| 3B | 18-12-90 | Arena Mediana | 2.0438 | 2.0150 | -0.0746 | 0.4440 |
| 3A | 19-12-90 | Arena Mediana | 1.6534 | 1.5867 | -0.1644 | 0.5689 |
| 3M | 19-12-90 | Arena Mediana | 1.6816 | 1.6643 | -0.0585 | 0.4698 |
| 3B | 19-12-90 | Arena Mediana | 1.9119 | 1.9175 | -0.0309 | 0.4536 |
| 3A | 2-12-90 | Arena Mediana | 1.8538 | 1.8396 | -0.0599 | 0.4439 |
| 3M | 20-12-90 | Arena Mediana | 1.7136 | 1.6786 | -0.1126 | 0.5140 |
| 3B | 20-12-90 | Arena Fina | 2.0533 | 2.0298 | -0.0644 | 0.4605 |
| 4A | 31-10-90 | Arena Fina | 2.5454 | 2.5230 | 0.0543 | 0.4522 |
| 4M | 31-10-90 | Arena Fina | 2.5051 | 2.4840 | -0.0453 | 0.4304 |
| 4B | 31-10-90 | Arena Fina | 2.5825 | 2.5311 | -0.1517 | 0.4618 |
| 4A | 01-11-90 | Arena Fina | 2.5406 | 2.5205 | -0.0489 | 0.4281 |
| 4M | 01-11-90 | Arena Fina | 2.5829 | 2.5425 | -0.1203 | 0.4451 |
| 4B | 01-11-90 | Arena Fina | 2.6623 | 2.6600 | -0.0322 | 0.3968 |
| 4A | 02-11-90 | Arena Fina | 2.6306 | 2.6209 | -0.0438 | 0.3971 |
| 4M | 02-11-90 | Arena Fina | 2.5882 | 2.5469 | -0.1253 | 0.4459 |
| 4B | 02-11-90 | Arena Fina | 2.6056 | 2.5841 | -0.0748 | 0.4038 |
| 4A | 03-11-90 | Arena Fina | 2.6099 | 2.6011 | -0.0271 | 0.4029 |
| 4M | 03-11-90 | Arena Fina | 2.5119 | 2.4227 | -0.1944 | 0.5284 |
| 4B | 03-11-90 | Arena Fina | 2.7115 | 2.6749 | -0.1301 | 0.4957 |
| 4A | 04-11-90 | Arena Fina | 2.3854 | 2.3829 | -0.0068 | 0.4709 |
| 4M | 04-11-90 | Arena Fina | 2.6744 | 2.6603 | -0.0751 | 0.4156 |
| 4B | 04-11-90 | Arena Fina | 2.7670 | 2.7637 | -0.0320 | 0.4344 |
| 4A | 05-11-90 | Arena Fina | 2.6512 | 2.6471 | -0.0322 | 0.3992 |
| 4M | 05-11-90 | Arena Fina | 2.6311 | 2.5924 | -0.1375 | 0.4506 |
| 4B | 05-11-90 | Arena Fina | 2.6705 | 2.6206 | -0.1555 | 0.5086 |
| 4A | 06-11-90 | Arena Fina | 2.5062 | 2.4757 | -0.0740 | 0.4333 |
| 4M | 06-11-90 | Arena Fina | 2.4996 | 2.4739 | -0.0592 | 0.4296 |
| 4B | 06-11-90 | Arena Fina | 2.6857 | 2.6573 | -0.1200 | 0.4471 |
| 4A | 19-11-90 | Arena Fina | 2.5893 | 2.5673 | -0.0682 | 0.4074 |
| 4M | 19-11-90 | Arena Fina | 2.5434 | 2.5178 | -0.0720 | 0.3996 |
| 4B | 19-11-90 | Arena Fina | 2.6211 | 2.5731 | -0.1528 | 0.4758 |
| 4A | 20-11-90 | Arena Fina | 2.6627 | 2.6526 | -0.0622 | 0.3798 |
| 4M | 20-11-90 | Arena Fina | 2.6171 | 2.6053 | -0.0469 | 0.3886 |
| 4B | 20-11-90 | Arena Fina | 2.6955 | 2.6889 | -0.0438 | 0.4243 |
| 4A | 21-11-90 | Arena Fina | 2.6454 | 2.6320 | -0.0704 | 0.3716 |
| 4M | 21-11-90 | Arena Fina | 2.5178 | 2.4709 | -0.1106 | 0.4819 |
| 4B | 21-11-90 | Arena Fina | 2.5669 | 2.4530 | -0.2622 | 0.6146 |
| 4A | 22-11-90 | Arena Fina | 2.6825 | 2.6785 | -0.0542 | 0.3788 |
| 4M | 22-11-90 | Arena Fina | 2.5588 | 2.5191 | -0.1034 | 0.4475 |
| 4B | 22-11-90 | Arena Fina | 2.4997 | 2.3577 | -0.3013 | 0.6380 |
| 4A | 18-12-90 | Arena Fina | 2.4375 | 2.4324 | -0.0107 | 0.4262 |
| 4M | 18-12-90 | Arena Fina | 2.5938 | 2.5789 | -0.0450 | 0.3833 |
| 4B | 18-12-90 | Arena Fina | 2.6677 | 2.6266 | -0.1639 | 0.4483 |
| 4A | 19-12-90 | Arena Fina | 2.5556 | 2.5256 | -0.0826 | 0.4369 |
| 4M | 19-12-90 | Arena Fina | 2.6269 | 2.6150 | -0.0636 | 0.3991 |
| 4B | 19-12-90 | Arena Fina | 2.7379 | 2.7348 | -0.0336 | 0.4224 |
| 4A | 20-12-90 | Arena Fina | 2.5111 | 2.4796 | -0.0763 | 0.4392 |
| 4M | 20-12-90 | Arena Fina | 2.6750 | 2.6638 | -0.0760 | 0.3938 |
| 4B | 20-12-90 | Arena Fina | 2.7613 | 2.7561 | -0.0408 | 0.4447 |

TABLA Ic.- Parámetros estadísticos

RESULTADOS

Granulometría: Luego de realizado el análisis granulométrico y determinada la textura del sedimento se procedió a elaborar la curva granulométrica y la obtención de los diferentes parámetros estadísticos cuya interpretación ayudó a determinar las características del material estudiado. Entre los parámetros analizados se mencionan: moda, mediana, simetría y grado de clasificación.

Histogramas: Corresponden al tamaño más frecuente en la distribución y es el tamaño de la clase modal del histograma de frecuencias que se obtiene de cada una de las muestras.

Los histogramas se graficaron con los porcentajes de la fracción retenida de cada una de las muestras e indican que hay predominancia de una sola clase modal (Unimodales) en las cuatro estaciones, lo que significa que no hay mezclas de otras poblaciones de clastos y por lo tanto la zona está afectada por una misma dinámica de sedimentación.

De acuerdo a una estadística realizada se indica que en las estaciones 1 y 3 la moda se ubica entre 1 FI y 2 FI que corresponde a las arenas medianas, en la estación 4 la moda se ubica entre 2 FI y 3 FI que corresponde al diámetro de las arenas finas; mientras que en la estación 2 la moda se encuentra entre 0 FI a 1 FI que corresponde a las arenas gruesas.

- Estación 1: Arena mediana 42,5%; arena fina 27,7%
- Estación 2: Arena gruesa 49, 2 %; arena fina 30,5%
- Estación 3: Arena mediana 59,2%; arena fina 38,8%
- Estación 4: Arena fina 100%

En la figura 2 se presenta la distribución de las modas en cada una de las estaciones, así se tiene que en la estación 1 las modas de las muestras (unimodales) se agrupan en cuatro clases diferentes de grano; desde la grava muy fina hasta la arena fina; en la estación 2 las modas se reducen a tres clases que van desde arena gruesa hasta arena fina; en la estación 3 se observa prácticamente, dos clases de modas, arena mediana y arena fina para finalmente observar en la estación 4 una sola clase modal y que corresponde a las arenas finas. Este comportamiento induce ya a pensar que el material se va clasificando de la estación 1 hacia la estación 4 y que es en este sentido el transporte de material.

Mediana: O diámetro central, representa el tamaño de la mitad en peso, de las frecuencias. A pesar de que este parámetro no es muy representativo, su análisis

comparativo entre estaciones es muy útil ya que guarda concordancia con los resultados de los otros parámetros estadísticos al mostrar la presencia de arena gruesa en las estaciones 1 y 2.

Una estadística realizada con el total de muestras presenta el porcentaje predominante en cada estación.

- Estación 1: Arena gruesa 39,2 %; arena mediana 35,3%
- Estación 2: Arena mediana 40,7%; arena gruesa 35,2%
- Estación 3: Arena mediana 54,9%; arena fina 41,2%
- Estación 4: Arena fina 100%

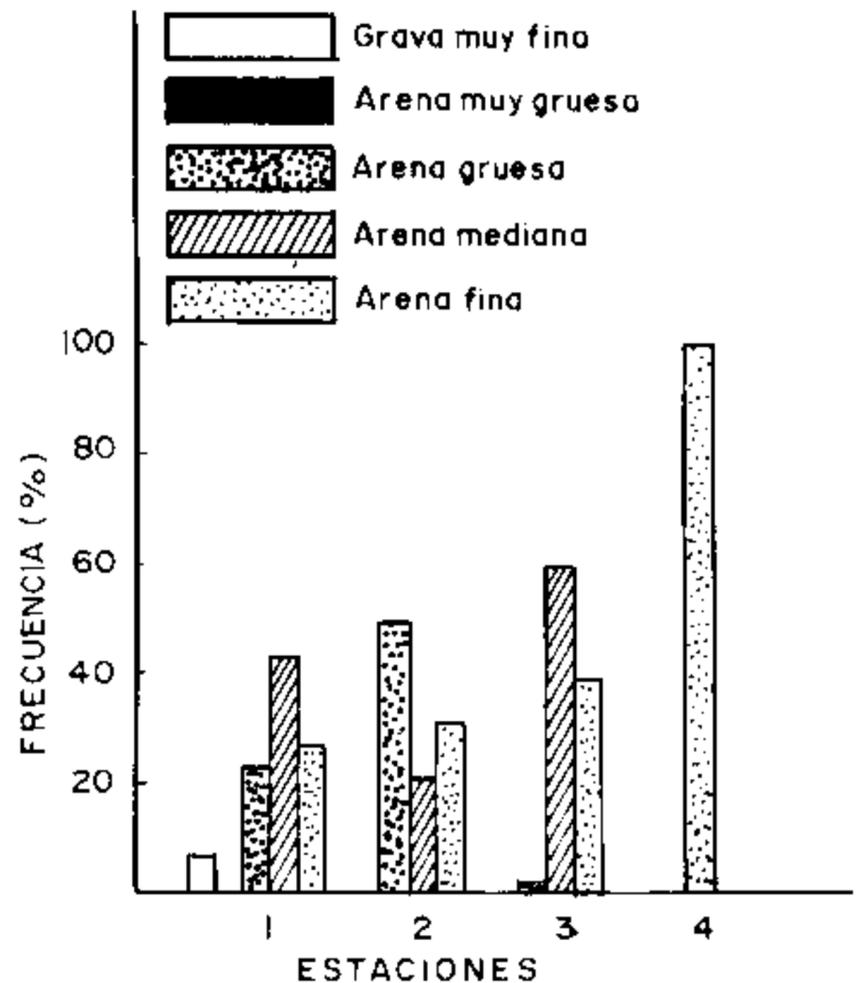


Figura 2 Moda

La Figura 3 indica la distribución de la mediana en cada una de las estaciones, observándose que en las estaciones 1 y 2 se encontraron muestras de arena clasificadas como arena fina en un porcentaje significativo. Se aprecia además que en la estación 4 el total de las muestras fueron clasificadas como arena fina.

Diámetro Medio: Se determina por la categoría del tamaño de las partículas que constituyen la porción más abundante del sedimento. Utilizando la escala de Wenworth (1922) se elaboró esta distribución encontrándose los siguientes intervalos.

- Arena muy gruesa: -1 FI a 0 FI
- Arena gruesa: 0 FI a 1 FI
- Arena mediana: 1 FI a 2 FI
- Arena fina: 2 FI a 3 FI
- Arena muy fina: 3 FI a 4 FI

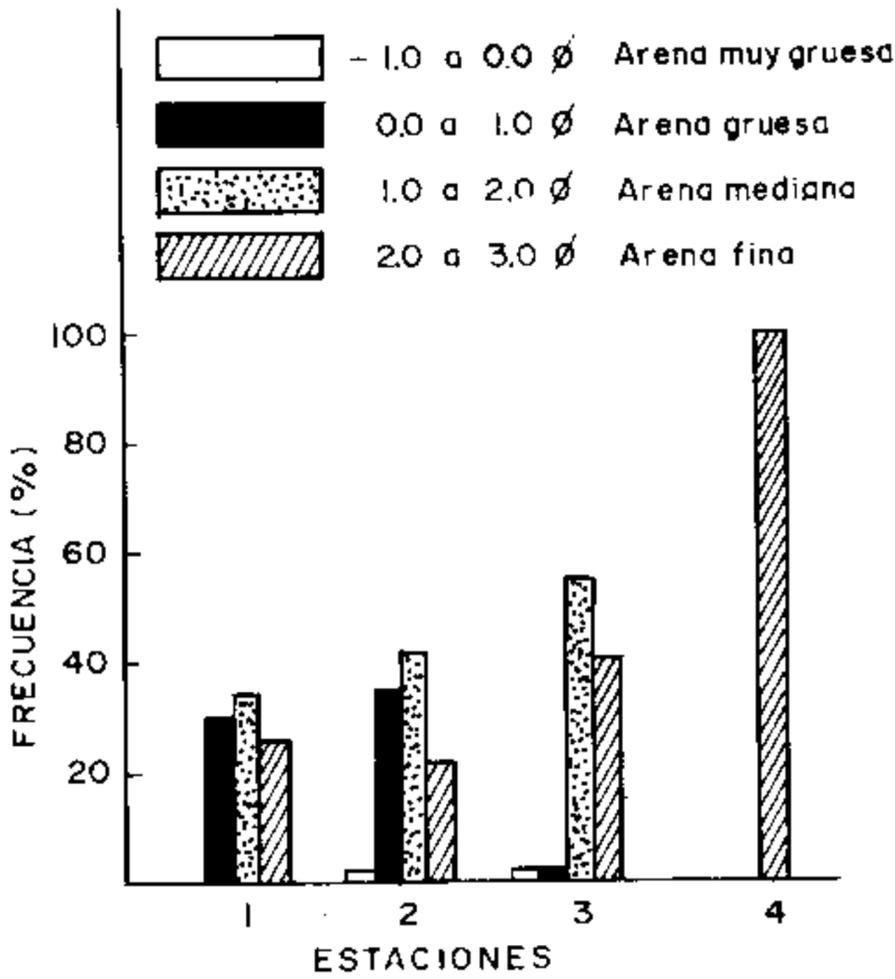


Figura 3 Mediana

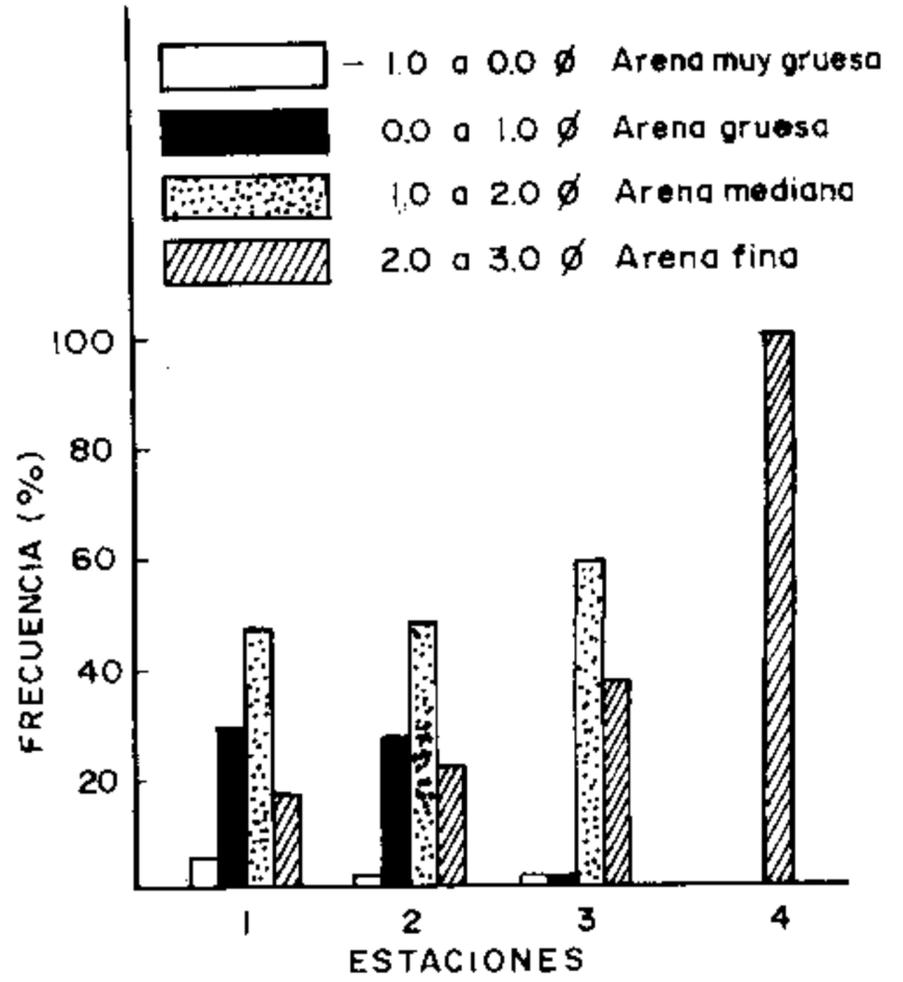


Figura 4 Diámetro medio

Esta clasificación textural de cada muestra de arena se hizo tomando en cuenta las dos fracciones que presentan el mayor porcentaje de grano y permite establecer la predominancia de un determinado grupo de arena (Wenworth 1922).

Según una estadística realizada los porcentajes obtenidos en cada estación son los siguientes:

- Estación 1: Arena mediana 47,0%; arena gruesa 29,4%
- Estación 2: Arena mediana 48,1%; arena gruesa 27,7%
- Estación 3: Arena mediana 58,8%; arena fina 37,2%
- Estación 4: Arena fina 100%

De acuerdo a estos porcentajes se deduce que los sedimentos de diámetro medio cercano al tamaño arena fina son los mejores seleccionados debido a que la arena fina es movida con mayor facilidad, mientras que los sedimentos mas gruesos son movidos por reptación superficial y tienden a quedar rezagados, esto indica que las arenas del área estudiada se van seleccionando de una estación a otra, para finalmente encontrar un solo tipo de selección el cual se pone de manifiesto en la estación 4 que corresponde a una arena fina bien seleccionada (Miró, 1969), (Fig 4)

Grado de clasificación: Este parámetro depende de la efectividad de un agente selectivo que por lo general es dinámico, por lo tanto indica la dirección de algún tipo de transporte.

La figura 5 presenta una estadística del grado de clasificación de las muestras tomadas en cada estación. Se puede observar que la estación 1 presenta valores que van entre 0,71 FI y 1,00 FI y que corresponden a un material moderadamente seleccionado.

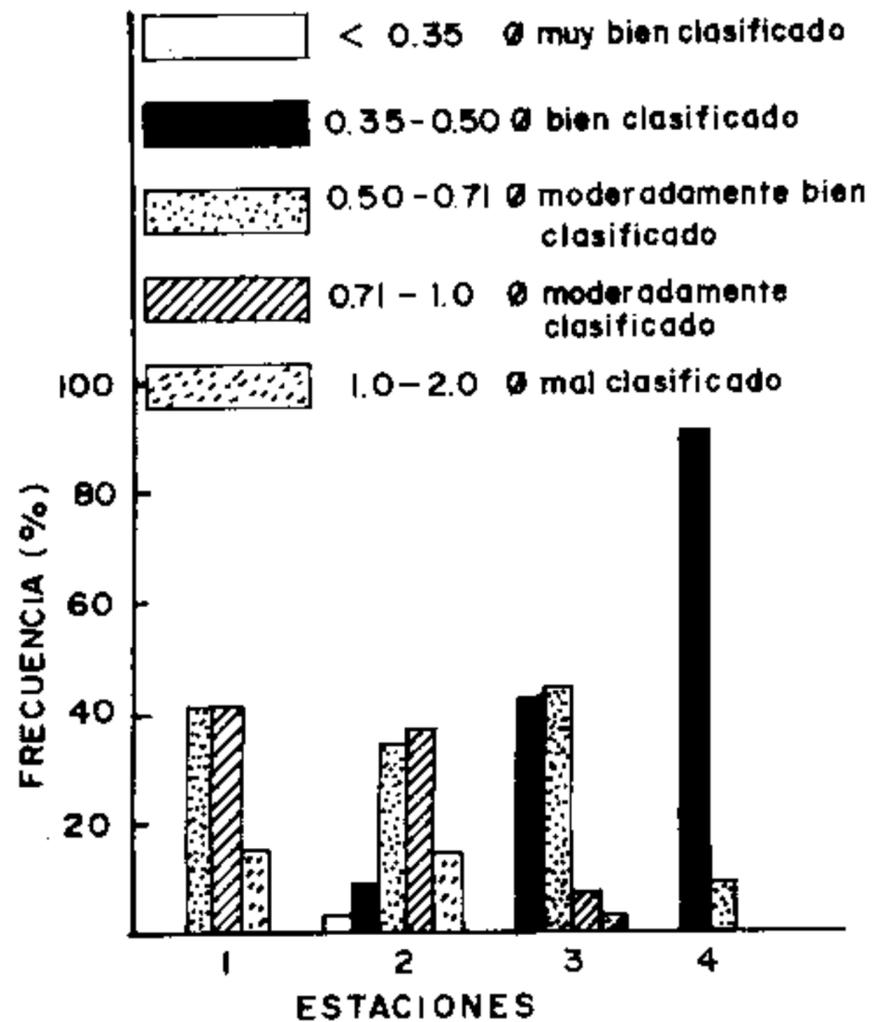


Figura 5 Clasificación

En la estación 2 las muestras presentan un grado de clasificación de un material bien seleccionado el mismo que está definido como un sedimento de diámetro entre 0,35 FI y 0,50 FI. Este material va aumentando progresivamente en las estaciones 3 y 4, en esta última estación se observa una tendencia de los sedimentos a presentar un único tamaño es decir una arena fina bien seleccionada.

Simetría: Indica el grado de desviación de los tamaños que son diferentes del diámetro central, de esta forma se conoce si en una muestra predominan las mezclas gruesas y las finas.

El grado de simetría más frecuente en cada estación se presentó de la siguiente manera:

- Estación 1: Casi asimétrico 54,9%; asimétrico hacia los tamaños gruesos 27,2%
- Estación 2: Asimétrico hacia los tamaños finos 35,2%; Asimétrico hacia los tamaños gruesos 21,5%
- Estación 3: Casi asimétrico 56,9%; Asimétrico hacia los tamaños gruesos 35,3%
- Estación 4: Casi asimétrico 66,7%; Asimétrico hacia los tamaños gruesos 2,86%

En la figura 6 se indica la distribución de la simetría de cada estación. Observándose que en las estaciones 1, 3 y 4 predominan las muestras casi asimétricas, característica que es propia de las arenas de playa. La estación 2 se comporta diferente sin mostrar una tendencia de las muestras a agruparse hacia algún grado de simetría en especial.

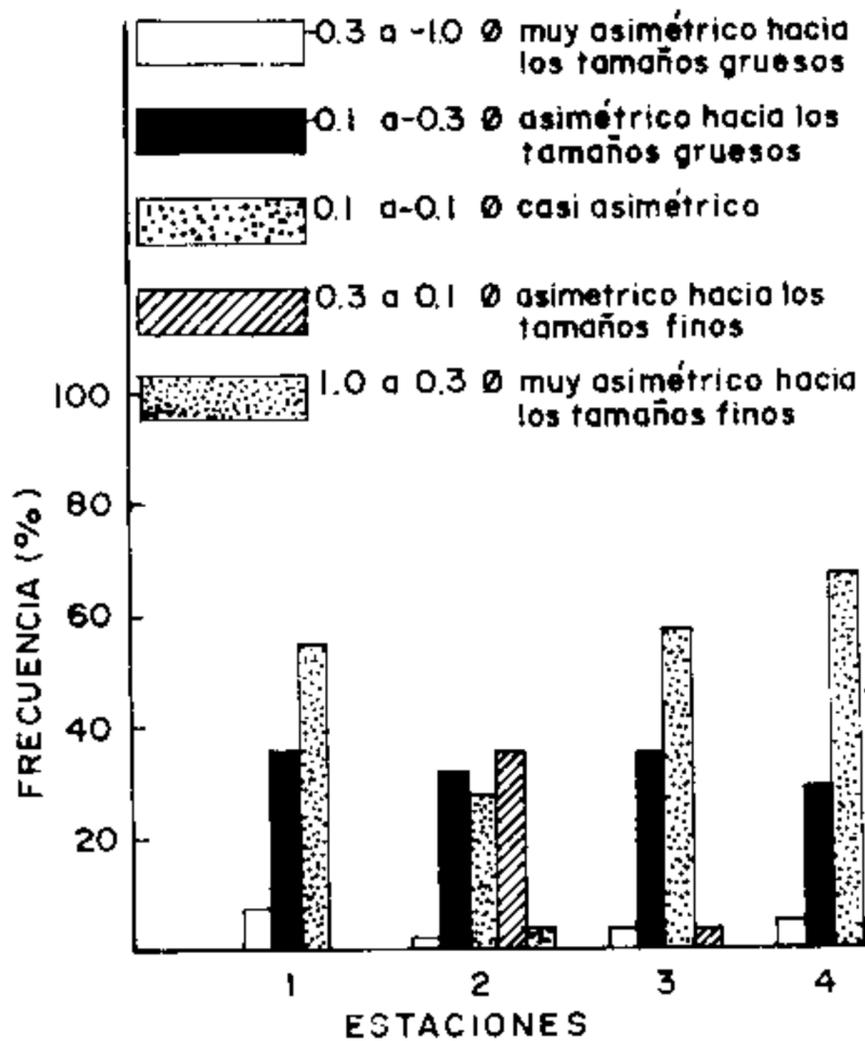


Figura 6 Simetría

Curiosis: Es el parámetro que mide el grado de clasificación de los extremos de la distribución granulométrica, respecto al grado de clasificación de la porción central.

Según la estadística realizada los porcentajes de curiosis más frecuentes fueron los siguientes:

- Estación 1: Mesocúrtica 60%; leptocúrtica 20%
- Estación 2: Mesocúrtica 50%; platicúrtica 25,5%
- Estación 3: Mesocúrtica 70%; leptocúrtica 19,6%
- Estación 4: Mesocúrtica 69%; leptocúrtica 31,0%

En la figura 7 se observa que en las 4 estaciones predominan los sedimentos mesocúrticos seguidas de material leptocúrtico; en las estaciones 1 y 2 y en especial en esta última hay un importante porcentaje de muestras de material platicúrtico.

Luego de interpretado los parámetros estadísticos se observa que el material sedimentario del área estudiada está constituido por partículas de textura fundamentalmente arenosa, la misma que se va clasificando de la estación 1 hacia la estación 4 y que se caracteriza por la presencia de una arena fina en su totalidad. Esta estación corresponde al sector de playa y está compuesta de arena fina debido a la baja energía del oleaje que recibe, por estar protegida por la Puntilla de

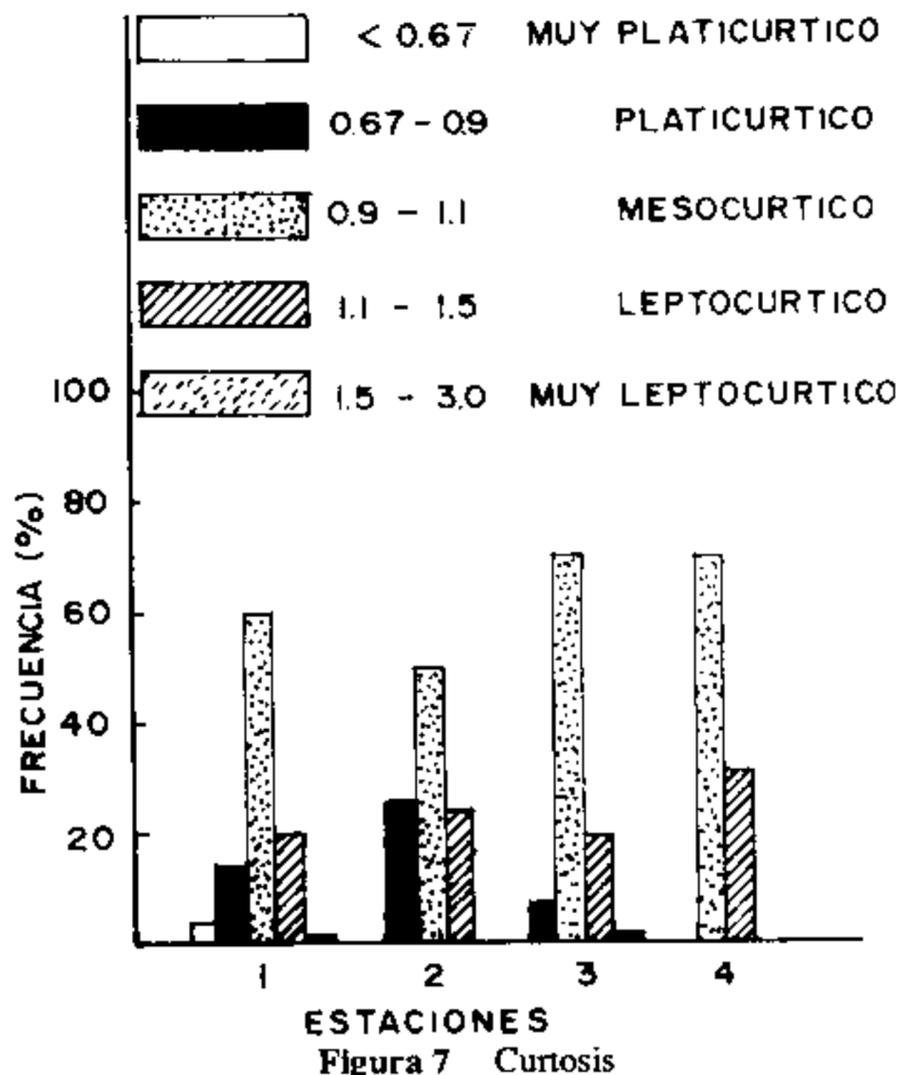


Figura 7 Curtosis

Santa Elena, la misma que la protege de las fuertes corrientes litorales; además existe un proceso de clasificación natural de los materiales de playas.

SOLIDOS EN SUSPENSION

Debido a que el material transportado en la zona estudiada es arena fina, la carga suspendida juega un papel importante en el transporte total de sedimento. La concentración de los sedimentos en suspensión varió en cada una de las estaciones, debido probablemente a una serie de factores; tales como la fuerte variación de la concentración instantánea de sedimentos al paso de la ola o de la dificultad de muestrear siempre al mismo nivel y del estado de marea. Así vemos que en cada estación las concentraciones máximas y mínimas fueron:

Observando que las mínimas concentraciones se producen durante la marea de cuadratura con valores que van desde 0.010 g/lit en la estación 1, mientras que las máximas concentraciones se presentan durante la marea

de Sicigia que es donde se encuentran las mayores amplitudes de marea; con rangos que van hasta 3.9 g/lit para la estación 2.

Cuando existen condiciones mínimas de oleaje como en el caso de la estación 4, seguramente se producirá la depositación de los sedimentos finos. Cuando esto no ocurre y por las corrientes de transporte de masa debido a las olas, los sedimentos, en suspensión y quizás las arenas finas de la plataforma que han sido removidas por el dragado de fondo de las olas de mayor altura y período, son transportados hacia la playa, donde no se sedimentan, sino los más gruesos. Estos sedimentos finos son acarreados por las corrientes litorales, hasta ser depositados en algún punto donde la energía del lugar no sea suficiente como para tenerlos en suspensión. Lo cual se pone de manifiesto en la estación 4, la misma que se caracteriza por presentar un mismo tamaño de grano (arena fina), en la cual la energía del lugar es de apenas 6.47 watt/m; a diferencia de la estación 1 en donde el valor de la energía es de 59.77 watt/m y se encuentra a más de sedimento fino mayor porcentaje de sedimento grueso (Tabla II)

| Estaciones | Mínimo g/lit. | Máximo g/lit. |
|------------|---------------|---------------|
| 1 | 0.010 | 2.01 |
| 2 | 0.018 | 3.90 |
| 3 | 0.016 | 1.85 |
| 4 | 0.019 | 2.6 |

| ESTACION | FECHA | HORA | CONCENTRACION mg/l | ESTACION | FECHA | HORA | CONCENTRACION mg/l |
|----------|----------|-------|--------------------|----------|----------|-------|--------------------|
| 1 | 27-10-90 | 11h00 | 22,315 | 1 | | 13h00 | 32,81 |
| 1 | | 13h00 | 26,28 | 1 | | 15h00 | 44,60 |
| 1 | | 15h00 | 25,41 | 2 | 27-10-90 | 11h00 | 85,50 |
| 1 | 28-10-90 | 09h00 | 27,19 | 2 | | 13h00 | 27,65 |
| 1 | | 11h00 | 268,00 | 2 | | 15h00 | 51,90 |
| 1 | | 13h00 | 23,06 | 2 | 28-10-90 | 09h00 | 97,62 |
| 1 | | 15h00 | 35,69 | 2 | | 11h00 | 20,77 |
| 1 | 29-10-90 | 09h00 | 22,59 | 2 | | 13h00 | 44,34 |
| 1 | | 11h00 | 25,93 | 2 | | 15h00 | 91,53 |
| 1 | | 13h00 | 140,98 | 1 | 29-10-90 | 09h00 | 37,86 |
| 1 | | 15h00 | 25,79 | 2 | | 11h00 | 76,94 |
| 1 | 30-10-90 | 09h10 | 59,26 | 2 | | 13h00 | 36,06 |
| 1 | | 11h00 | 55,25 | 2 | | 15h00 | 50,85 |
| 1 | | 13h20 | 53,60 | 2 | 30-10-90 | 09h00 | 58,41 |
| 1 | | 15h00 | 37,78 | 2 | | 11h00 | 60,70 |
| 1 | 31-10-90 | 09h20 | 37,60 | 2 | | 13h00 | 84,83 |
| 1 | | 11h00 | 181,61 | 2 | | 15h00 | 32,60 |
| 1 | | 13h20 | 97,60 | 2 | 31-10-90 | 09h00 | 58,00 |
| 1 | | 15h00 | 10,03 | 2 | | 11h00 | 35,90 |
| 1 | 01-11-90 | 09h30 | 47,11 | 2 | | 13h00 | 18,20 |
| 1 | | 11h00 | 42,86 | 2 | | 15h00 | 56,06 |
| 1 | | 13h00 | 147,55 | 2 | 01-11-90 | 09h00 | 29,20 |
| 1 | | 15h00 | 29,91 | 2 | | 11h00 | 90,10 |
| 1 | 02-11-90 | 09h00 | 48,84 | 2 | | 13h00 | 28,28 |
| 1 | | 11h00 | 153,70 | 2 | | 15h00 | 33,78 |
| 1 | | 13h00 | 253,41 | 2 | 02-11-90 | 09h00 | 45,53 |
| 1 | | 15h00 | 1.298,99 | 2 | | 11h00 | 216,00 |
| 1 | 03-11-90 | 09h00 | 50,76 | 2 | | 13h00 | 349,50 |
| 1 | | 11h00 | 26,54 | 2 | | 15h00 | 3.203,52 |
| 1 | | 13h00 | 854,19 | 2 | 03-11-90 | 09h00 | 55,00 |
| 1 | | 15h00 | 304,63 | 2 | | 11h00 | 40,40 |
| 1 | 04-11-90 | 09h00 | 2.007,92 | 2 | | 13h00 | 103,11' |
| 1 | | 11h00 | 277,98 | 2 | | 15h00 | 3.903,94 |
| 1 | 05-11-90 | 09h10 | 27,12 | 2 | 04-11-90 | 09h00 | 326,92 |
| 1 | | 11h10 | 28,06 | 2 | | 11h00 | 78,38 |
| 1 | | 13h15 | 23,36 | 2 | 05-11-90 | 09h00 | 295,28 |
| 1 | | 15h00 | 315,67 | 2 | | 11h00 | 95,19 |
| 1 | 06-11-90 | 09h00 | 231,45 | 2 | | 13h00 | 25,67 |
| 1 | | 11h00 | 128,55 | 2 | | 15h00 | 555,70 |
| 1 | | 13h00 | 1.768,33 | 2 | 06-11-90 | 09h00 | 230,00 |
| 1 | | 15h00 | 831,49 | 2 | | 11h00 | 135,25 |
| 1 | 19-11-90 | 09h00 | 50,89 | 2 | | 13h00 | 1.063,90 |
| 1 | | 11h00 | 44,60 | 2 | | 15h00 | 686,10 |
| 1 | | 13h00 | 20,70 | 2 | 19-11-90 | 09h00 | 541,55 |
| 1 | | 15h00 | 28,00 | 2 | | 11h00 | 25,70 |
| 1 | 20-11-90 | 09h00 | 48,24 | 2 | | 13h00 | 382,60 |
| 1 | | 11h00 | 110,79 | 2 | | 15h00 | 68,89 |
| 1 | | 13h10 | 346,25 | 2 | 20-11-90 | 09h00 | 22,23 |
| 1 | | 15h00 | 29,87 | 2 | | 11h00 | 633,23 |
| 1 | 21-11-90 | 09h00 | 495,05 | 2 | | 13h00 | 1.756,90 |
| 1 | | 11h00 | 43,63 | 2 | | 15h00 | 350,28 |
| 1 | | 13h00 | 216,30 | 2 | 21-11-90 | 09h00 | 57,44 |
| 1 | | 15h00 | 1.266,50 | 2 | | 11h00 | 136,65 |
| 1 | 22-11-90 | 09h00 | 134,84 | 2 | | 13h00 | 55,00 |
| 1 | | 11h00 | 25,26 | 2 | | 15h00 | 1.212,00 |
| 1 | | 13h00 | 42,14 | 2 | 22-11-90 | 09h00 | 47,48 |
| 1 | | 15h00 | 444,09 | 2 | | 11h00 | 363,27 |
| 1 | 18-12-90 | 09h00 | 88,84 | 2 | | 13h00 | 129,09 |
| 1 | | 11h00 | 672,78 | 2 | | 15h00 | 279,25 |
| 1 | | 13h00 | 162,40 | 2 | 18-12-90 | 09h00 | 73,80 |
| 1 | | 15h00 | 47,50 | 2 | | 11h00 | 148,89 |
| 1 | 19-12-90 | 09h00 | 97,70 | 2 | | 13h00 | 77,40 |
| 1 | | 11h00 | 204,20 | 2 | | 15h00 | 87,88 |
| 1 | | 13h00 | 700,20 | 2 | 19-12-90 | 09h00 | 189,61 |
| 1 | | 15h00 | 243,14 | 2 | | 11h00 | 202,26 |
| 1 | 20-12-90 | 09h00 | 37,76 | 2 | | 13h00 | 853,89 |
| 1 | | 11h00 | 25,70 | 2 | | 15h00 | 350,43 |

TABLA IIa- Sólidos en suspensión

| ESTACION | FECHA | HORA | CONCENTRACION mg/l | ESTACION | FECHA | HORA | CONCENTRACION mg/l |
|----------|----------|-------|--------------------|----------|-----------|-------|--------------------|
| 2 | 20-12-90 | 09h00 | 24,90 | 3 | | 11h00 | 225,20 |
| 2 | | 11h00 | 41,11 | 3 | | 13h00 | 282,60 |
| 2 | | 13h00 | 192,29 | 3 | | 15h00 | 212,36 |
| 2 | | 15h00 | 408,91 | 3 | 29-12-90 | 09h00 | 39,39 |
| 3 | 27-10-90 | 11h00 | 94,62 | 3 | | 11h00 | 39,70 |
| 3 | | 13h00 | 86,56 | 3 | | 13h00 | 33,66 |
| 3 | | 15h00 | 19,89 | 3 | | 15h00 | 53,30 |
| 3 | 28-10-90 | 09h00 | 93,29 | 4 | 30-10-90 | 09h00 | 30,96 |
| 3 | | 11h00 | 16,29 | 4 | | 11h00 | 35,45 |
| 3 | | 13h00 | 81,88 | 4 | | 13h00 | 44,70 |
| 3 | | 15h00 | 37,38 | 4 | | 15h00 | 37,02 |
| 3 | 28-10-90 | 09h00 | 23,53 | 4 | 31-10-90 | 09h35 | 211,14 |
| 3 | | 11h00 | 49,90 | 4 | | 11h00 | 19,09 |
| 3 | | 13h00 | 235,65 | 4 | | 13h00 | 35,65 |
| 3 | | 15h00 | 169,18 | 4 | | 15h00 | 33,90 |
| 3 | 30-10-90 | 09h00 | 56,40 | 4 | 01-11-90 | 09h00 | 49,20 |
| 3 | | 11h00 | 46,50 | 4 | | 11h00 | 31,92 |
| 1 | | 13h00 | 27,30 | 4 | | 13h00 | 38,68 |
| 3 | | 15h00 | 77,50 | 4 | | 15h00 | 39,30 |
| 3 | 31-10-90 | 09h00 | 66,07 | 4 | 02-11-90 | 09h00 | 64,50 |
| 3 | | 11h00 | 139,60 | 4 | | 11h00 | 233,96 |
| 3 | | 13h00 | 32,60 | 4 | | 13h00 | 29,09 |
| 3 | | 15h00 | 30,90 | 4 | | 15h00 | 1.625,70 |
| 3 | 01-11-90 | 09h00 | 34,69 | 4 | 03-11-90 | 09h00 | 633,27 |
| 3 | | 11h00 | 71,44 | 4 | | 11h00 | 313,29 |
| 3 | | 13h00 | 42,84 | 4 | | 13h00 | 928,40 |
| 3 | | 15h00 | 44,58 | 4 | | 15h00 | 301,60 |
| 3 | 02-11-90 | 09h00 | 141,28 | 4 | 04-11-90 | 09h00 | 2.529,62 |
| 3 | | 11h00 | 706,57 | 4 | | 11h00 | 550,33 |
| 3 | | 13h00 | 128,60 | 4 | 05-11-90 | 09h00 | 47,55 |
| 3 | | 15h00 | 1.337,13 | 4 | | 11h00 | 27,58 |
| 3 | 03-11-90 | 09h00 | 22,36 | 4 | | 13h00 | 1.764,90 |
| 3 | | 11h00 | 16,87 | 4 | | 15h00 | 562,96 |
| 3 | | 13h00 | 222,75 | 4 | 06-11-90 | 09h15 | 328,00 |
| 3 | | 15h00 | 24,20 | 4 | | 11h00 | 424,20 |
| 3 | 04-11-90 | 09h00 | 1.848,89 | 4 | | 13h00 | 1.875,52 |
| 3 | | 11h00 | 121,57 | 4 | | 15h00 | 942,59 |
| 3 | 05-11-90 | 09h00 | 226,25 | 4 | 19-11-90 | 09h00 | 396,41 |
| 3 | | 11h00 | 56,67 | 4 | | 11h00 | 1.659,48 |
| 3 | | 13h00 | 28,60 | 4 | | 13h00 | 96,74 |
| 3 | | 15h00 | 37,30 | 4 | | 15h00 | 854,18 |
| 3 | 06-11-90 | 09h00 | 352,42 | 4 | 20-11-90 | 09h00 | 1.802,97 |
| 3 | | 11h00 | 500,38 | 4 | | 11h00 | 665,50 |
| 3 | | 13h00 | 1.269,33 | 4 | | 13h00 | 250,91 |
| 3 | | 15h00 | 742,55 | 4 | | 15h00 | 37,05 |
| 3 | 19-11-90 | 09h00 | 52,66 | 4 | 21-11-90 | 09h00 | 350,67 |
| 3 | | 11h00 | 34,00 | 4 | | 11h00 | 589,78 |
| 3 | | 13h00 | 46,34 | 4 | | 13h00 | 215,61 |
| 3 | | 15h00 | 253,26 | 4 | | 15h00 | 922,43 |
| 3 | 20-11-90 | 09h00 | 24,66 | 4 | 22-11-90 | 09h00 | 768,47 |
| 3 | | 11h00 | 21,00 | 4 | | 11h00 | 32,27 |
| 3 | | 13h00 | 227,23 | 4 | | 13h00 | 1.996,30 |
| 3 | | 15h00 | —POCA AGUA | 4 | | 15h00 | 725,56 |
| 3 | 21-11-90 | 09h00 | 261,06 | 4 | 18-12-90. | 09h00 | 252,60 |
| 3 | | 11h00 | 32,04 | 4 | | 11h00 | 335,17 |
| 3 | | 13h00 | 224,38 | 4 | | 13h00 | 525,30 |
| 3 | | 15h00 | 1.167,40 | 4 | | 15h00 | 34,81 |
| 3 | 22-11-90 | 09h00 | 101,00 | 4 | 19-12-90 | 09h00 | 299,01 |
| 3 | | 11h00 | 29,16 | 4 | | 11h00 | 672,27 |
| 2 | | 13h00 | 42,14 | 4 | | 13h00 | 889,62 |
| 3 | | 15h00 | 452,86 | 4 | | 15h00 | 65,00 |
| 2 | 18-12-90 | 09h00 | 274,55 | 4 | 20-12-90 | 09h00 | 136,60 |
| 3 | | 11h00 | 33,79 | 4 | | 11h00 | 226,73 |
| 3 | | 13h00 | 1.061,33 | 4 | | 13h00 | 82,60 |
| 3 | | 15h00 | 712,66 | 4 | | 15h00 | 116,29 |
| 3 | 19-12-90 | 09h00 | 123,59 | | | | |

TABLA IIb- Sólidos en suspensión

CORRIENTE LITORAL

“Las corrientes litorales han sido reconocidas como el principal agente formador y destructor de playas. Las corrientes litorales fluyen paralela a la playa y están restringidas principalmente en la zona de surf, es decir entre la rompiente más lejana y la línea de agua. Su formación es debida al ángulo con que se aproximan las olas a la playa, por tanto es este el factor principal que influye en la dirección y magnitud de la corriente litoral. La velocidad de la misma varía tanto a lo largo como a lo ancho de la zona de Surf”. (Sánchez 1978)

Comparando los gráficos de velocidad de corriente versus frecuencia (Figs, 8-9-10-11); se observa que la Est. 1, presenta valores de magnitud de velocidad de 0.50 m/seg. dirigidas siempre hacia la derecha. Esto se debe a que esta estación está ubicada en la parte más externa de la Bahía de Salinas y está expuesta en forma más directa a las corrientes que vienen del sur y al régimen de oleaje que para nuestras costas predomina el que procede del Sur W. (Allauca, 1985)

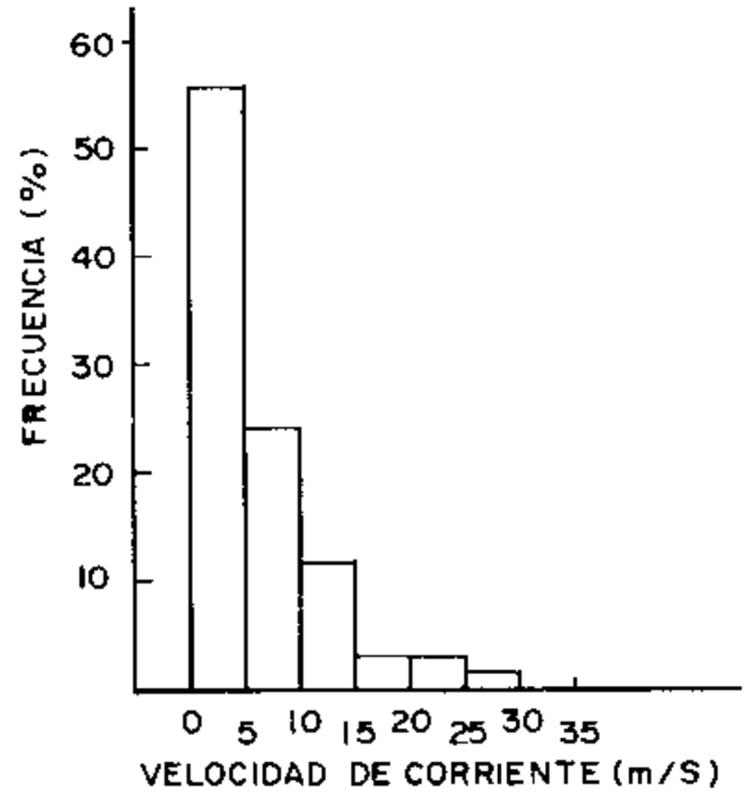


Figura 9 Velocidad de corriente versus frecuencia. Estación 2

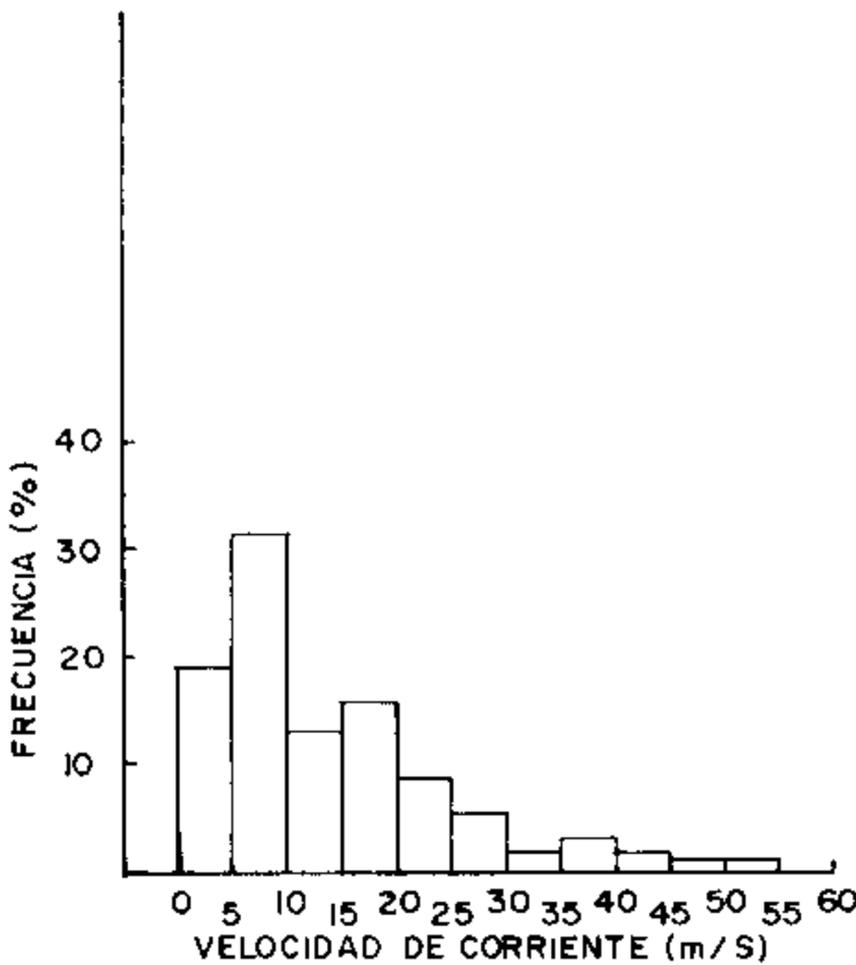


Figura 8 Velocidad de corriente versus frecuencias Estación 1

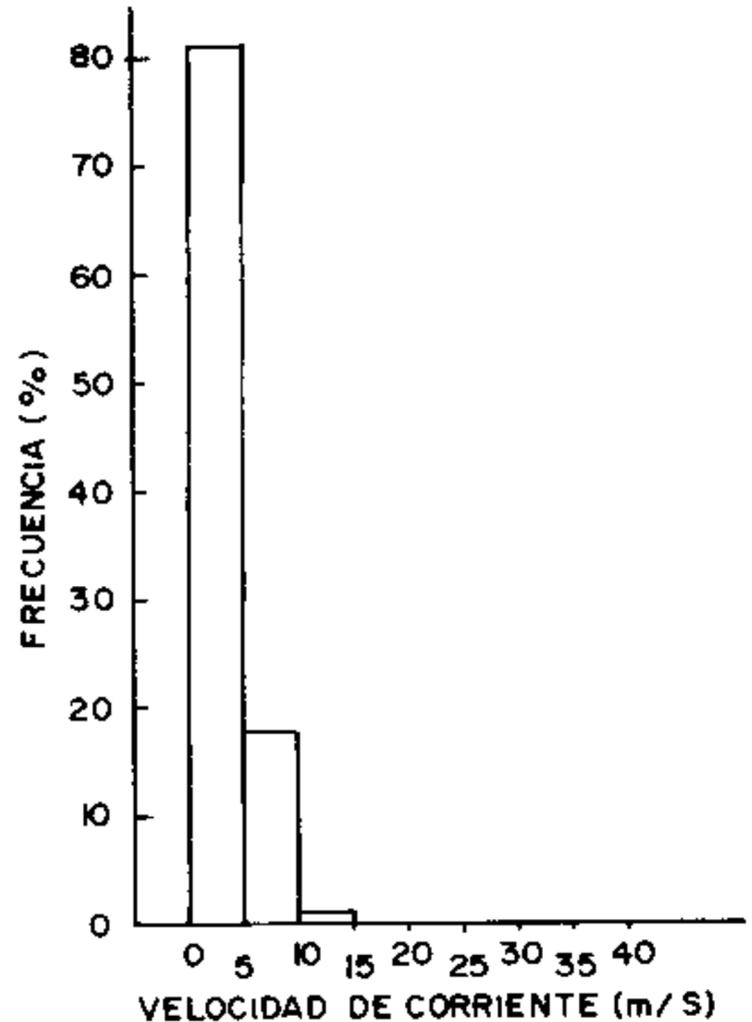


Figura 10 Velocidad de corriente versus frecuencias. Estación 3

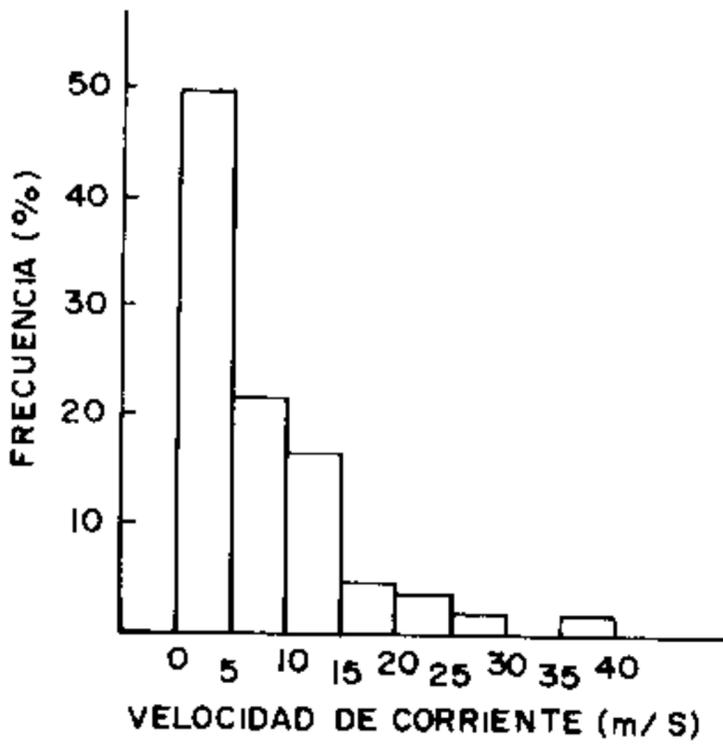


Figura 11 Velocidad de corriente versus frecuencias .
Estación 4

Se puede observar de manera general que en las otras estaciones la velocidad de corriente fluctúa en el rango comprendido de 0.40 -0.14m/seg.; siendo sus direcciones de izquierda a derecha.

TRANSPORTE LITORAL

Numerosos intentos se han hecho para establecer las correlaciones que evidentemente existen entre la acción de las olas y de los sedimentos con la capacidad de transporte de material que tiene una playa en sentido longitudinal. La cuantificación del transporte litoral puede hacerse por medición directa, fórmulas empíricas y por la combinación de ambos. Según Frías y Moreno (1988) la utilización de fórmulas empíricas es a veces poco confiable, ya que se han desarrollado bajo hipótesis de que la altura de la rompiente de las olas y su ángulo con la línea de playa es la causa principal del acarreo litoral.

En el presente trabajo se ha querido determinar cual es la capacidad de transporte en cada una de las cuatro estaciones aplicando relaciones ya establecidas por investigadores en diferentes playas. Uno de ellos Galvin Jr. (1972) estableció un límite superior de la capacidad de transporte y la definió como transporte bruto que es diferente al concepto de transporte neto.

Para determinar el transporte bruto consideró una faja de playa paralela a la línea de costa y limitada por la línea de máxima subida del agua en la playa y por la

profundidad en que las olas empiezan a mover el sedimento en cantidades apreciables. El transporte bruto lo consideró entonces, como la suma de las cantidades de transporte que pasa hacia la izquierda y hacia la derecha de un punto en un tiempo dado, es decir que el transporte es igual a:

$$Q_g = Q_r + Q_i$$

mientras que el transporte neto lo define como la diferencia, es decir:

$$Q_n = Q_r - Q_i$$

El mismo investigador analizó los resultados de 17 trabajos realizados con los datos de cambio histórico de la topografía de la zona litoral y asumió que el transporte Q_g estaba relacionado únicamente con la altura de las rompientes H_b , encontrando que la relación $Q_g = 16,5 H_b^2 \times 10^5$ se ajustaba a los resultados de los 17 trabajos (Ingeniería de Costas, Laboratorios de Puertos "Ramón Iribarren" (C.E.E.O.P.)

Partiendo de la hipótesis anterior, que se basa en las características de la rompiente (H_b) del régimen del oleaje, se calculó el transporte bruto (Q_g) para cada una de las cuatro estaciones obteniéndose los siguientes resultados:

| Estación | Altura de Rompiente (H_b) | Transporte Bruto m^3 /año $Q_g \times 10^5$ |
|----------|-------------------------------|--|
| 1 | 0,39 | 2,51 |
| 2 | 0,45 | 3,34 |
| 3 | 0,37 | 2,26 |
| 4 | 0,20 | 0,66 |

Los valores encontrados con la relación de J. Galvin no toman en cuenta las características del grano de arena que es transportado, constituyendo esto una objeción; el transporte depende únicamente de la cantidad de energía liberada por las rompientes en la zona de surf, es decir que la causa predominante del transporte son las olas.

Asumiendo que los valores de altura de rompiente indicados sean los valores promedios de todo el año, es conocido que estas alturas varían entre las estaciones seca y húmeda. Por lo tanto se debe indicar que los valores para el transporte litoral promedio para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre (época seca) pueden ser superados en magnitud cuando se presentan condiciones de tormentas, oleajes, etc. que hacen que las alturas de rompientes varíen. Además los valores

obtenidos mediante el método de Galvin indican el máximo potencial de transporte litoral que puede tener la playa en cada uno de los sitios estudiados. Realizando también estimaciones del transporte litoral, el mismo que fue obtenido en base a condiciones oceanográficas promedio revelaron los siguientes valores para un día típico de cada mes.

Estas estimaciones se obtuvieron aplicando el método de Bagnold, incluido en el Shore Protection Manual (1975).

| ESTIMACIONES PARA UN DIA PROMEDIO DEL MES | | | |
|---|---------|-----------|-----------|
| Transporte m ³ /día | | | |
| ESTACION | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1 | 200 | 430 | 95 |
| 2 | 150 | 125 | 115 |
| 3 | 60 | 52 | 24 |
| 4 | 23 | 35 | 32 |

Las estimaciones del transporte litoral efectuadas, indican que durante los meses de muestreo (Octubre, Noviembre y Diciembre) se presentan en las estaciones 1 y 2 valores elevados, comparados con los determinados en las estaciones 3 y 4 en los que se encuentran mínimos valores.

Esto se debe quizás a que éstas dos últimas estaciones se encuentran localizadas en un área protegida de la acción del oleaje predominante; por lo que el bajo régimen de olas determina una baja capacidad de transporte.

CONCLUSIONES

Los datos obtenidos en este estudio son válidos para los meses en que fueron realizadas las mediciones. El transporte litoral de la zona estudiada presenta una diferencia entre los valores obtenidos en cada una de las estaciones, teniéndose que la estación 1 presenta un mayor volumen de sedimento transportado y la corriente tiende a dirigirse hacia la derecha, disminuyendo la cantidad de sedimento a medida que se avanza hacia la estación 4, fluctuando la corriente de derecha a izquierda.

| Transporte m ³ /mes | | | |
|--------------------------------|---------|-----------|-----------|
| ESTACION | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1 | 6.000 | 12.900 | 2.900 |
| 2 | 4.500 | 3.800 | 3.500 |
| 3 | 1.800 | 1.600 | 800 |
| 4 | 700 | 1.100 | 1.000 |

En condiciones climáticas normales como las presentadas en 1990, y según los cálculos efectuados por el método de Bagnold, la capacidad de transporte litoral bruto sería:

El transporte litoral neto para estas condiciones, dependerá del régimen y dirección de las olas y por lo tanto de la dirección del transporte litoral.

Debido a la conformación y alineamiento que tiene el sector de costa en estudio con respecto al oleaje y a las corrientes, se observa que en la estación 1, que se encuentra más próxima a la puntilla de Santa Elena, se refleja un ambiente netamente erosivo ayudado por la pendiente de la playa, a diferencia de la estación 4, que se encuentra protegida por dos salientes rocosas, Punta Mandinga y Punta Chipipe; y en la cual una parte del material transportado es depositado y otra sigue en suspensión produciéndose de esa manera un ambiente de depositación.

El material del sector de playas estudiado está constituido por partículas de textura arenosa y su tamaño de grano predominante es el fino. Las características tecturales obtenidas a partir de los parámetros estadísticos permiten establecer que son sedimentos bien seleccionados, casi asimétricos hacia los tamaños finos, mesocúrticos y unimodales.

De acuerdo a la distribución de los sedimentos de playa según el diámetro medio la arena fina se ubica en su totalidad en la Estación 4.

AGRADECIMIENTO

A la Sra. Narcisa Arteaga por su colaboración en el tipeo de este trabajo y al Sr. Víctor Mesías por la elaboración de los gráficos.

BIBLIOGRAFIA

- Allauca, S., 1985.-** Estudio del oleaje en la zona de Valdivia, Tesis de Grado, ESPOL. p: 150 -162
- Blandin, C., 1977.-** El clima y características en el Ecuador. XI Asamblea General y reuniones Panamericana de Consulta Conexas. Ecuador p.26 - 27
- Coastal Engineering Research Center, "Shore Protection Manual".- 1975** Vol. I, II, III, Department of the Army Corps of Engineers.
- Cunningham, R, Jr. 1974.-**"An investigation of littoral transport between Virginia". Tesis de grado de Oceanografía. Institute of Oceanography old Dominion University.
- Dass, M. M. 1972.-** "Suspended sediment and longshore sediment transport Data. = Review", 13th International Conference on Coastal Engineering, Vancouver, B.C. Canadá. July 1972
- Folk Robert, 1977.-** Manual de Petrología Sedimentaria. ESPOL.- Guayaquil, p. 101 -113
- Fundación Pedro Vicente Maldonado, 1987.-** Ecuador: Perfil de sus recursos costeros (PMRC) p. 138 - 142
- Galvin, C.I. Jr., 1972.-** A gross Longshore transport rate formula, Proc of the 13 th. Conf. on Coast. Eng. July, 1972
- Ingle, J.C., .-**"The movement of beach sand", Devel. Sediment Vol. 5
- Sánchez, E., 1978.-** Transporte Litoral en General Villamil (PLAYAS); Dpto. de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, ESPOL Tesis de Grado; p. 12-36 - 38 - 46
- Wentworth, c., 1922.-** A scale of grade and class terms for clastic sediments. Jour. Geol. En Folk 1969. Petrología de rocas sedimentarias. Instituto de Geología de la UNAM, México, p. 63