

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS DEL PUERTO PESQUERO INTERNACIONAL DE GÜIRIA Y SUS ALREDEDORES, ESTADO SUCRE, VENEZUELA

SOME SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE INTERNATIONAL PORT OF GUIRIA AND ITS SURROUNDINGS, SUCRE STATE, VENEZUELA

MARÍA VALENTINA FUENTES HERNÁNDEZ.

*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Escuela de Ciencias, Departamento de Bioanálisis.
mvfuentes @cantv.net*

RESUMEN

La granulometría y sus estadísticos derivados (mediana, asimetría, clasificación y agudeza gráfica) son herramientas fundamentales para clasificar un ambiente sedimentario e interpretar su dinámica. Por ello, se analizaron los sedimentos superficiales del Puerto de Güiria, mediante tamizado y sedimentación. Los sedimentos dentro del muelle presentaron 0,24% de grava, 9,27% de arena, 87,08% de limo y 3,42% de arcilla, y los externos mostraron 80,34% de arena, 10,08% de limo y 0,86% de arcilla. La mediana varió desde 1,06 hasta 4,88 Φ , la asimetría entre -0,87 y 1,38 Φ , la clasificación desde 0,85 hasta 2,27 Φ y la agudeza gráfica entre 0,63 y 5,69 Φ . Estos resultados denotan sedimentos muy asimétricos hacia el tamaño fino, poco homogéneos, con distribuciones desde muy agudas hasta achatadas y distinguieron un ambiente limoso dentro del muelle, con muy pocas variaciones de energía cinética media, aguas tranquilas, oleaje suave, deposición libre, favorable a la acumulación y sedimentación de las partículas finas arrastradas en suspensión por las corrientes superficiales y por los vientos alisios, y otro arenoso fuera del muelle, con deposición forzada, donde existen fuertes turbulencias y fluctuaciones de energía cinética media suficientemente amplias como para permitir la deposición de granos más gruesos. La correlación entre la clasificación y distribución reveló el transporte por suspensión de los sedimentos más finos, los cuales pueden depositarse fácilmente dentro del muelle, dados los procesos físicos reinantes.

PALABRAS CLAVE: Granulometría, textura, sedimentos, energía cinética

ABSTRACT

Grain size and distribution statistical parameters (median, skewness, sorting, and kurtosis) are fundamental tools to classify the granulometry of a sedimentary environment and to interpret its dynamics. This work reports on surface sediments collected at the Guiria Port and analyzed by sieve and sedimentation tests. The sediments inside the port consisted of 0.24% gravel, 9.27% sand, 87.08% silt, and 3.42% clay. The values outside the port were 80.34%, 10.08%, and 0.86% for the same parameters, respectively. The median size varied from 1.06 to 4.88 Φ , skewness from -0.87 to 1.38 Φ , sorting from 0.85 to 2.27 Φ , and kurtosis from 0.63 to 5.69 Φ . These results indicate strongly fine skewed sediments, scantily homogeneous, with distributions ranging from extremely peaked or leptokurtic to flat-peaked and platykurtic, characterizing a silt environment in the inside of the port, with little kinetic energy variations, calm waters, smooth surge, and a free deposition, favoring accumulation and sedimentation of suspended particulate fines dragged by surface currents and trade winds. Sediments outside the harbor, on the other hand, are subject to deposition by strong eddies and mean kinetic energy fluctuations strong enough to allow settlement of coarser grains. The correlation between classification and distribution underscored the suspension transport of the finest sediments, readily deposited on the inside of the port due to reigning physical processes.

KEY WORDS: granulometry, texture, sediments, kinetic energy.

INTRODUCCIÓN

Para conocer la composición de los sedimentos, caracterizar ambientes sedimentarios, inferir la procedencia de las partículas, su forma de transporte, las zonas de deposición, las tendencias de flujo, la energía del medio y las condiciones de deposición es esencial realizar un análisis del tamaño de grano y calcular los

momentos estadísticos: media, sorteo o clasificación, asimetría y kurtosis (Folk y Ward, 1957; Bui *et al.*, 1990; Blott y Pye, 2001). Por ejemplo, Friedman (1979) para distinguir entre arenas de playa y de río usó la asimetría y la kurtosis, Visher (1969) relacionó la distribución del sedimento por tamaños con la dinámica del transporte del sedimento, Parrado y Achab (1999) caracterizaron ambientes sedimentarios antiguos y modernos en base a la

asimetría y la kurtosis y Anfuso *et al.* (1999) encontraron asociación entre las distribuciones granulométricas, los aportes fluviales y la dirección de la deriva litoral en el suroeste de la Península Ibérica.

En los puertos y muelles, debido a la morfología protegida del área, la batimetría, el patrón de circulación y el restringido intercambio de agua mareal, generalmente, se acumulan cantidades considerables de sedimentos que pueden reducir su profundidad e impedir el paso de las embarcaciones de gran calado, en consecuencia, las actividades económicas de la región se afectarían.

El Puerto Pesquero Internacional de Güiria es un muelle muy importante para la economía de Venezuela, particularmente para el estado Sucre, debido a que atiende a numerosas embarcaciones que desarrollan actividad pesquera en la costa atlántica y nororiental del país, sirve de puerto base a embarcaciones provenientes de Cumaná, Carúpano, Puerto Santo y Nueva Esparta, y atiende barcos petroleros que operan en el golfo (Fuentes, 2005).

Este muelle está enclavado en el Golfo de Paria, receptáculo considerable de sedimentos finos arrastrados por los ríos Orinoco, Grande, Guanipa, San Juan y caño Mánamo, cuyas aguas dulces mueven considerablemente las aguas del golfo, especialmente durante la estación lluviosa. Además es una zona de corrientes bastante complicadas debido a la influencia de la onda de marea originada en el Caribe y Atlántico que penetra a través de las Bocas de Dragón y Serpiente, sin embargo las mareas son esencialmente generadas por la onda proveniente del Norte (Okuda *et al.* 1974).

A pesar de la importancia y vulnerabilidad del Puerto de Güiria no existen registros de las características de sus sedimentos, ni de los procesos sedimentarios del área. En tal sentido, se consideró de gran interés conocer la textura y distribución de las fracciones granulométricas presentes en sus sedimentos superficiales, tanto del área interna como externa, y estimar los momentos estadísticos implicados en la dinámica sedimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Muelle Pesquero de Güiria está localizado en la población de Güiria, aproximadamente en las coordenadas $10^{\circ} 34' 32''$ de latitud norte y $62^{\circ} 17' 30''$ de longitud oeste. Su dársena posee dos espigones de aproximadamente 900 m, separados por una distancia de 800m en la base y 210 m en la entrada (Fig. 1). Su profundidad varía desde 3,5 hasta

8m. Este diseño garantiza condiciones de calma excelentes para las operaciones de carga y descarga. Al norte del muelle, las aguas presentan permanentemente una gran turbidez, incluso durante los meses de poca intensidad eólica, mientras que en el sur existen abundantes cantos en el fondo.

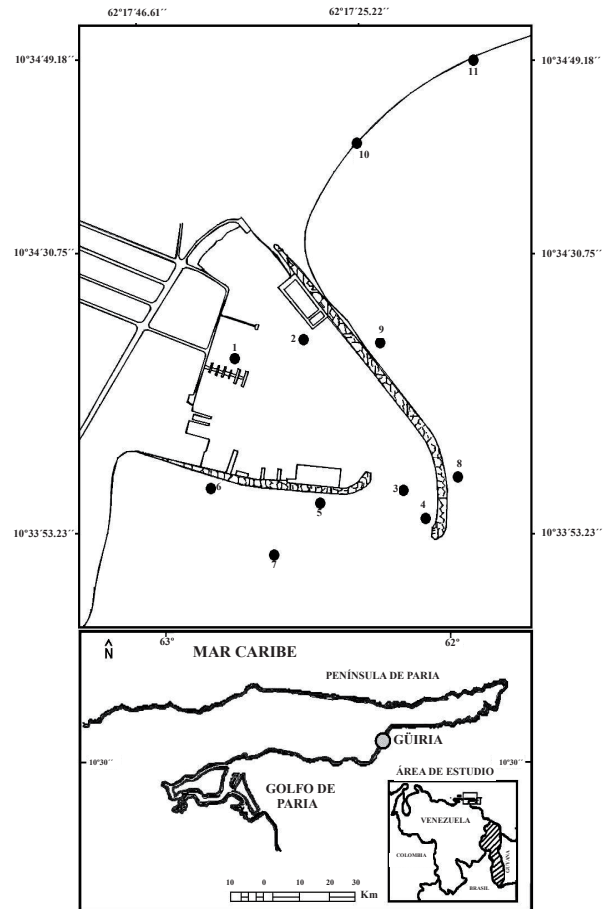


Fig. 1 Área de estudio. Ubicación geográfica y estaciones de muestreo

El muestreo de sus sedimentos superficiales se realizó en agosto de 1998 en once estaciones, cuatro de ellas localizadas dentro de la dársena del muelle (1-4), tres próximas al espigón sur (5-7), dos aledañas al espigón norte (8, 9) y dos en playa Brisas de Güiria (10, 11). Las muestras fueron recogidas con nucleadores de polietileno de 20 cm de largo por 4 cm de ancho. Las muestras secas se pesaron, las fracciones más gruesas (grava y arena) se separaron del material más fino usando tamices mayores de $63 \mu\text{m}$, en un equipo Ro-Tap con columna Tyler. El material más fino, mayor que 4ϕ (limo y arcilla) se analizó por el método de la pipeta (Krumbein, 1936a, 1964b; Wentworth, 1936). Las fracciones obtenidas se pesaron y expresaron como un porcentaje de la muestra

original. Estos valores se usaron para determinar los grupos texturales de acuerdo al esquema de denominación de las áreas de Niggli-Pettijohn, Martínez, (1986) y para construir las curvas semilogarítmicas de los porcentajes de peso acumulado, en una ordenada aritmética, frente al diámetro en una abscisa logarítmica en unidades Φ . De estas curvas se extrajeron los cuartiles, necesarios para calcular los parámetros granulométricos: media (Mz), mediana (Md), asimetría (SKq), clasificación (O_1), agudeza o kurtosis Folk y Ward, (1957), los cuales fueron interpretados según (Inman 1952, Tanner 1964, Folk 1966, Martínez 1986, Llano 1987, Anfuso *et al.* 1999, Fuentes 1999, Parrado y Achab 1999, Breslin y Sañudo-Wilhelmy 1999, Johannesson *et al.* 2000, Blott y Pye 2001, Hung y Hsu 2004 y Romano *et al.* 2004).

RESULTADOS

Los resultados de la composición porcentual de cada textura granulométrica por cada estación (Fig. 2, Tabla 1 y Fig. 3) mostraron una distribución heterogénea.

Esta diferenciación define dos ambientes principales de características propias, descritas en la próxima página.

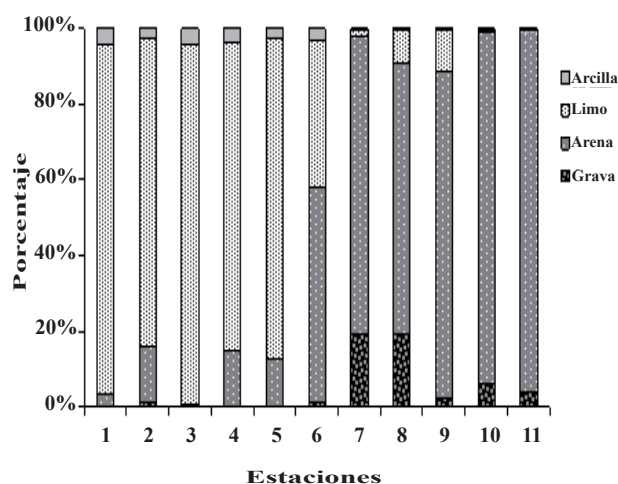


Fig.2. Composición textural global de los sedimentos del Puerto Pesquero Internacional de Güiría.

Tabla 1. Analisis textural y clasificación de los sedimentos del Puerto Pesquero de Guiria.

ESTACIONES	GRAVA %	ARENA %	AMG %	AG %	AM %	AF %	AMF %	LIMO %	LG %	LM %	LF %	LMF %	ARCILLA %
1	0,00	3,29	0,06	0,15	0,30	0,6	2,18	92,51	20,79	20,14	42,75	8,83	4,20
2	0,93	14,88	1,04	1,65	2,34	4,33	5,52	81,46	21,86	20,81	33,32	5,47	2,73
3	0,00	0,71	0,00	0,06	0,14	0,16	0,35	95,05	20,07	18,76	46,11	10,11	4,24
4	0,27	14,55	0,06	0,06	0,18	4,27	9,98	81,79	19,92	16,39	32,49	12,99	3,39
5	0,01	12,90	0,09	0,14	0,25	0,72	11,70	84,57	24,01	17,59	34,32	8,65	2,52
6	1,54	56,74	2,92	6,57	13,66	17,57	16,02	38,72	15,02	9,01	11,35	3,34	3,00
7	19,31	78,82	12,85	16,80	25,23	16,73	7,21	1,44	0,40	0,25	0,50	0,29	0,43
8	19,27	71,46	12,41	14,60	7,13	18,01	19,31	8,60	3,34	2,00	2,51	0,75	0,67
9	2,09	86,75	1,78	5,54	34,79	14,72	29,92	10,54	5,33	2,48	2,11	0,62	0,62
10	6,00	93,10	5,86	6,97	4,65	52,43	23,19	0,69	0,19	0,12	0,24	0,14	0,21
11	4,16	95,14	8,26	12,16	7,49	43,16	24,07	0,46	0,11	0,11	0,16	0,08	0,24
\bar{X} (zona I)	0,24	9,27	0,25	0,41	0,64	2,02	5,95	87,08	21,33	18,74	37,80	9,21	3,42
σ (I)	0,40	6,74	0,44	0,69	0,95	2,10	4,87	6,30	1,68	1,81	6,20	2,72	0,80
\bar{X} (zona II)	8,73	80,34	7,35	10,44	15,49	27,10	19,95	10,08	4,07	2,33	2,81	0,87	0,86
σ (II)	8,33	14,57	4,68	4,73	12,02	16,33	7,81	14,68	5,77	3,43	4,30	1,24	1,06

AMG: arena muy gruesa AG: arena gruesa AM: arena media AF arena fina AMF arena muy fina LG: limo grueso LM: limo fino LMF: loimo muy fino.

Área interna del muelle (zona I): comprende las estaciones numeradas desde 1 hasta 5, donde los sedimentos son muy finos y la textura limosa. En promedio, las fracciones texturales de esta zona (Tabla 1) fueron 0,24% de grava, 9,27% de arena, 87,08% de limo y 3,42% de arcilla y el limo se desglosó en 21,33% de limo grueso (LG), 18,74 % de limo medio (LM), 37,80% de limo fino (LF) y 9,21% de limo muy fino (LMF). Cabe destacar que en todas las estaciones predominó el limo fino (32,49 - 46,11%), y el limo grueso y medio mostraron contenidos comparables

entre sí (17,59 - 24,01%). Los momentos calculados exhibieron los siguientes intervalos: Md (4,04 - 4,88Φ), Mz (4,70 - 5,37 Φ), O₁ (0,85 - 1,21 Φ), SKq (0,74 - 1,38 Φ), Kq (0,63 - 5,69 Φ). Dichos parámetros caracterizaron los sedimentos como mal clasificados, muy asimétricos hacia el tamaño fino (MATF), desde leptokúrticos a extremadamente leptokúrticos (Tabla 2, Figs. 4a y 4b). Además señalaron una energía cinética media (ECM), con pocas o bajas oscilaciones, creciente en el sentido: estación 3 < estación 1 < estación 4 < estación 2 < estación 5.

Tabla 2. Parámetro de relación e interpretación textual de los sedimentos del Puerto Pesquero de Guiría.

Est.	Q5	Q16	Q25	Q50	Q75	Q84	Q95	Md	Mz	O1	Skq	Kg	Grado	Asimetría	Kurtosis o
													Clasificación	u osc ECM	Agudeza
1	3,97	4,01	4,08	4,64	5,64	6,11	6,38	4,64	4,78	0,90	1,38	0,63	mal clasificados	MATF/muy bajas	muy leptokúrtica
2	1,60	3,92	3,97	4,16	5,01	5,27	7,38	4,16	4,70	1,21	0,74	2,28	mal clasificados	MATF/muy bajas	muy leptokúrtica
3	4,06	4,06	4,16	4,88	5,38	5,64	7,97	4,88	5,37	0,85	0,89	1,23	mal clasificados	MATF/muy bajas	leptokúrtica
4	3,32	4,16	4,32	4,47	5,38	6,06	7,97	4,47	5,17	1,19	1,07	1,80	mal clasificados	MATF/muy bajas	muy leptokúrtica
5	3,64	4,04	4,04	4,04	4,28	5,51	6,97	4,04	5,04	0,88	1,38	5,69	mal clasificados	MATF/muy bajas	extremadamente leptokúrtica
6	0,15	1,52	2,06	3,41	4,27	4,72	6,16	3,41	3,64	1,99	-0,87	1,11	mal clasificados	MATG/muy altas	mesokúrtica
7	-2,77	-1,34	-0,49	1,06	2,06	2,52	3,61	1,06	1,30	1,94	-0,34	1,03	mal clasificados	MATG/muy altas	mesokúrtica
8	-2,35	-1,32	-0,57	1,25	3,18	3,56	4,64	1,25	1,82	2,12	0,38	0,76	muy mal clasificados	MATF/muy bajas	platikúrtica
9	0,12	1,55	1,81	1,95	3,74	4,32	5,06	1,95	2,89	1,44	0,74	0,56	mal clasificados	MATF/muy bajas	muy platikúrtica
10	-1,14	-2,81	1,06	2,47	3,00	3,32	3,72	2,47	2,63	2,27	-0,36	1,03	muy mal clasificados	MATG/muy altas	mesokúrtica
11	-0,85	0,25	1,84	2,69	3,00	3,32	3,84	2,69	2,47	1,48	-0,32	1,66	mal clasificados	MATG/muy altas	muy leptokúrtica

Est: estación Q: cuartil Md: media Skq: asimetría cuarticular O₁: desviación gráfica inclusiva Kg: Angulosidad gráfica.

Ambiente externo marino (zona II): comprendido por las estaciones 6 a 11 y cuyos sedimentos son más gruesos y de textura arenoso, a excepción de los sedimentos arenolimosos de la estación 6, próxima a la rampa sur. En esta zona se encontró 8,73% de grava, 80,34% de arena, 10,08% de limo y 0,86% de arcilla. La arena estuvo constituida por 15,49% de arena media (AM), 27,10% de arenas finas (AF) y 19,95% de arena muy fina (AMF). En esta zona, se distinguen dos ambientes secundarios:

- La subzona comprendida por las estaciones del malecón sur (6,7) y Playa Las Brisas de Güiría (10,11) con valores de Md entre 1,06 y 3,41Φ, Mz

entre 1,30 y 3,64 Φ, O₁ entre 1,48 y 2,27 Φ, Skq entre -0,87 y -0,32 Φ, y Kg entre 1,03 y 1,66 Φ, los cuales señalan sedimentos mal y muy mal clasificados, muy asimétricos hacia el tamaño grueso (MATG) porque la sumatoria de fracciones de arena (AG, AM, AF, AMF) son superiores al porcentaje de limo, distribuciones mesokúrticas (6,7,10) y leptokúrticas (11), donde la energía cinética se incrementa así: estación 6 < estación 11 < estación 10 < estación 7 y exhibe altas oscilaciones (Tabla 2, Figs. 3, 4b, 4c). En las proximidades de la rampa sur (6, 7) abundan las fracciones AG, AM, AF y AMF, sin embargo en Playa Las Brisas (10, 11) predominan AF y AMF.

Algunas características sedimentológicas ...

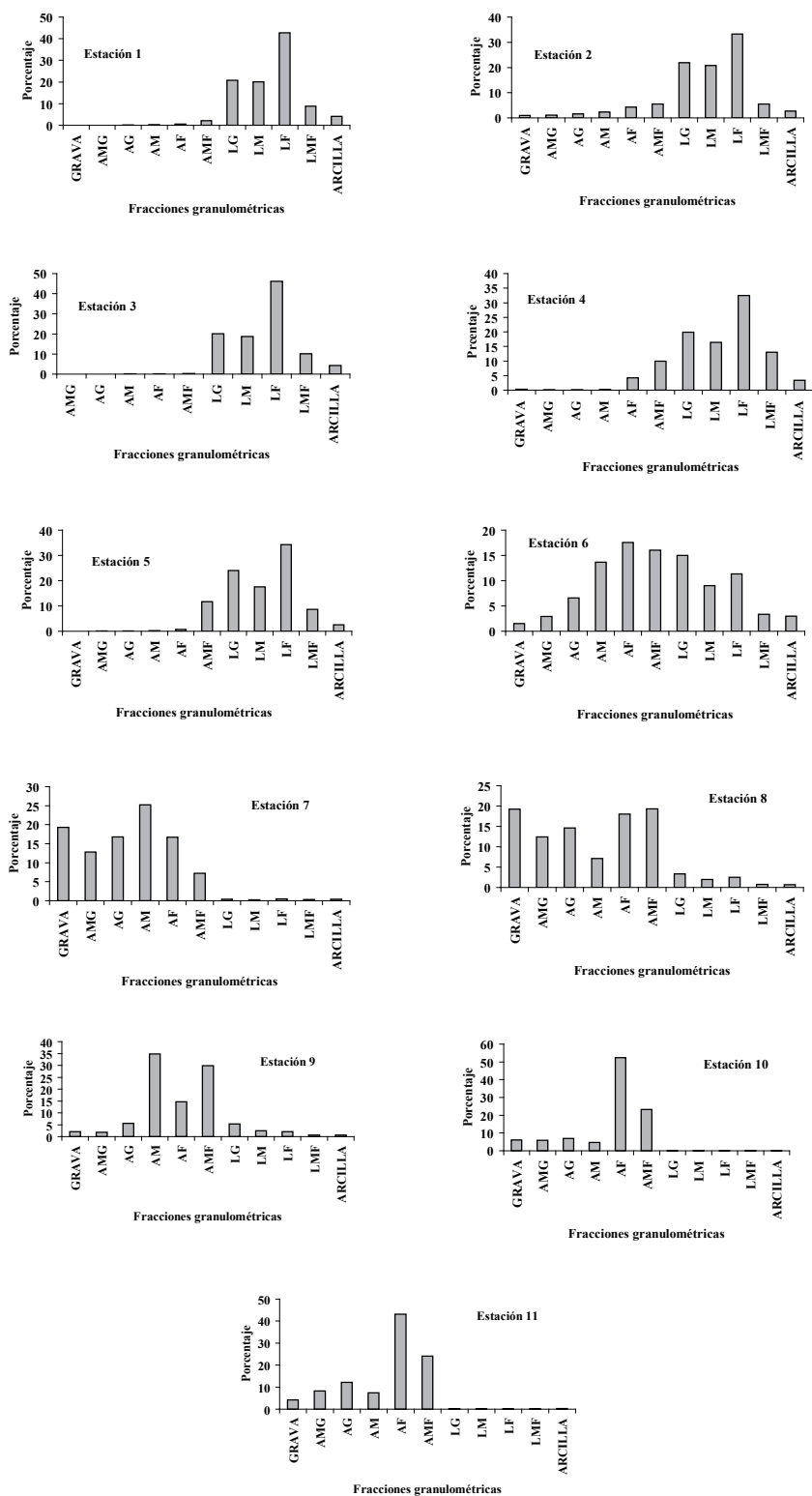


Fig. 3. Composición textural por fracciones granulométricas por cada estación

- Otra subzona ubicada en las inmediaciones de malecón norte (8,9), la cual posee abundante AM, AF y AMF, donde la mediana (Md) estuvo comprendida entre 1,25 y 1,95 Φ , media entre 1,82 y 2,89 Φ , clasificación o sorteo entre 1,44 y 2,12 Φ , asimetría (SKq) entre 0,38 y 0,74 Φ y agudeza entre 1,03 y 1,06 Φ que identifican los

sedimentos como mal y muy mal clasificados, distribuidos platicúrticamente (Fig. 4c), muy asimétricos hacia el tamaño fino por su contenido en arenas finas y muy finas, de energía cinética más baja en la estación 8 que en la 9, sin embargo ambas mostraron pocas o bajas oscilaciones de ECM (Tabla 2).

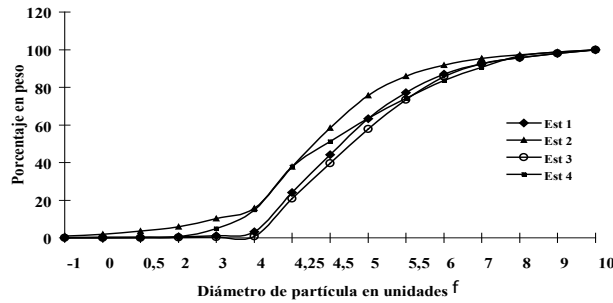


Fig. 4a. Curvas de frecuencias acumulativas de los sedimentos de las estaciones 1 a 4.

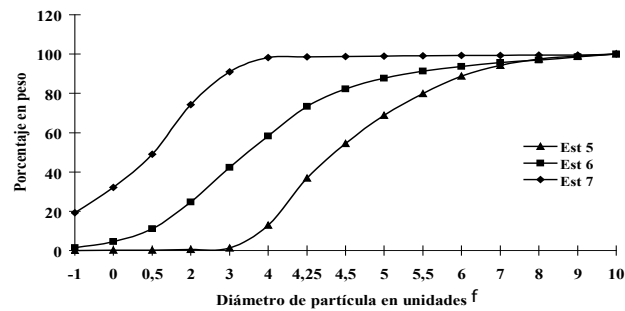


Fig. 4b. Curvas de frecuencias acumulativas de los sedimentos de las estaciones 5 a 7.

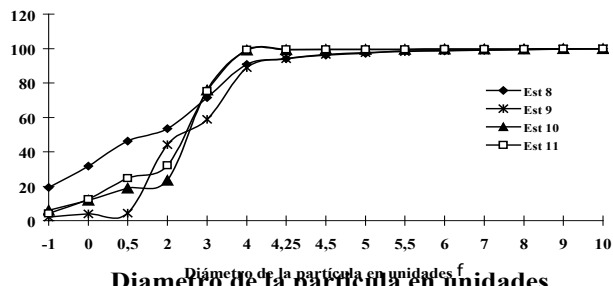


Fig. 4c. Curvas de frecuencias acumulativas de los sedimentos de las estaciones 8 a 11.

Fig. 4 Curvas de frecuencias acumulativas de los sedimentos de las estaciones: 4 a, 1 a 4, 4b alledañas a la rampa sur y 4c alledañas a la rampa norte y playa las brisas.

En general, la energía cinética media (ECM) creció de la siguiente manera: estación 3 < estación 1 < estación 4 < estación 2 < estación 5 < estación 6 < estación 11 < estación 10 < estación 9 < estación 8 < estación 7, identificando el área de la entrada e interna a la dársena como la región más tranquila. En el resto del ambiente, la energía se intensifica en la vecindad del malecón sur seguida de playa Las Brisas de Güiria, inmediaciones del malecón norte y estación 7, donde fue máxima. Los sedimentos son muy disimétricos. No existe uniformidad en el tamaño de grano en los distintos depósitos sedimentarios, el 81,82% de los sedimentos son mal clasificados y el 18,18% muy mal clasificados (Tabla 2), predominando las oscilaciones de energía cinética

media (ECM) muy bajas (63,64%).

El análisis de factores por el método de componentes principales (Tabla 3) indicó dos factores principales que explican el 85,34% de la varianza total. El primer componente explicó el 60,92% de la varianza y se correlaciona muy positivamente con la clasificación (0,78) y la kurtosis (0,89), mientras que se asoció negativamente a la mediana (-0,86) y la asimetría (-0,75). El segundo factor explicó el 24,42% de la varianza total y asoció positiva pero no significativamente la mediana (0,37) y la kurtosis (0,56). De manera similar el tercer factor asoció positiva y escasamente la mediana (0,23) y la clasificación (0,16).

Tabla 3. Análisis de componentes principales de los momentos estadísticos

	Componente		
	1	2	3
Md	-0,86	0,37	0,23
O1	0,78	-0,56	0,16
SKq	-0,75	-0,47	-0,47
Kq	0,72	0,56	-0,38
Varianza explicada	2,44	0,98	0,44
% varianza explicada	60,92	24,42	11,00

DISCUSIÓN

La distribución heterogénea de los sedimentos del Puerto Pesquero de Güiria y sus alrededores está condicionada por la superposición de procesos hidrodinámicos, tales como corrientes marinas, oleaje, marea, aportes fluviales y la acción del viento o tormentas.

Dentro de la dársena, zona protegida por los espigones y morfológicamente, la distribución de partículas finas, fundamentalmente limo fino, está controlada por la batimetría, patrones de circulación, corrientes de marea y el tráfico marítimo. La presencia de sedimentos mal clasificados y muy asimétricos hacia el tamaño fino, así como las curvas acumulativas leptokúrticas indican la baja actividad de los procesos hidrodinámicos y la rápida sedimentación.

La importante acumulación de limos en el interior del muelle y la selectiva deposición de arenas y arcilla indica una dinámica sedimentaria de muy pocas variaciones de ECM y un ambiente hidrodinámicamente homogéneo:

corrientes de fondo débiles, aguas tranquilas y suave oleaje. Bajo estas condiciones, el material fino y muy fino arrastrado en suspensión y tracción por las corrientes superficiales y por los vientos alisios se sedimenta (Chevillon *et al.* 1992; Parrado y Achab, 1999; Anfuso *et al.* 1999). Por otro lado, el comportamiento leptokúrtico muestra un proceso de acumulación libre y la deposición de granos de tamaño muy próximos entre los valores externos centrales (50 – 90%) debido a una situación prolongada de energía cinética media que permite la deposición de esos detritos (limos) con una buena clasificación. La poca cantidad de material más grueso dentro del muelle puede ser el resultado de operaciones de dragado, construcción y/o procesos naturales como la exposición de la costa a fuertes vientos (Breslin y Sañudo-Wilhelmy, 1999; Johannesson *et al.* 2000; Romano *et al.* 2004).

Los ambientes externos a la dársena acumularon granos más gruesos, arenosos, característicos de ambientes mareales. Los aportes sedimentarios provienen de erosión de rocas y playas durante eventos tormentosos. También señalan procesos hidrodinámicos y eólicos de alta actividad y heterogeneidad. Así, la asimetría hacia el

tamaño grueso en las estaciones 6, 7, 10 y 11, provocada por la presencia de arenas de diferente tamaño, pequeños clastos y material biogénico, indica la existencia de fuertes turbulencias y oscilaciones de ECM altas, especialmente en la estación 7. Este señalamiento es confirmado por las tendencias de la mediana (Md) y la media (Mz).

Las curvas acumulativas mesokúrticas (Estaciones 6, 7, 10) se interpretan como ausencia de oscilaciones de ECM en la región central de la distribución, provocando una buena clasificación en arenas finas, muy finas y limo (Estación 6), y arena media, arena fina y arena muy fina (Ests. 7 y 10), mientras que las leptokúrticas (Estación 11) muestran un proceso de acumulación libre y la deposición de arenas finas y muy finas debida a una situación prolongada de energía cinética media que permite su deposición con una buena clasificación.

Estos depósitos sedimentarios (6, 7, 10, 11) poseen asimetría negativa características de ambientes de playa intermareales. En este sentido, Parrado y Achab (1999) informaron la asimetría como un fenómeno relacionado con la dirección del transporte sedimentario y con la fuente de suministro. Una asimetría muy negativa aparece en zona de transición debido a la mezcla de granos finos y grueso. Aún más, el tamaño de grano disminuye en la dirección de decaimiento de la energía de la ola.

Los procesos de transporte involucrados son rodamiento, tracción, saltación y suspensión. En las estaciones 10 y 11 resalta la presencia de arenas muy finas transportadas por el viento.

En la rampa norte, estaciones 8 y 9, el predominio de arenas media, finas y muy finas, causan su asimetría positiva (MATF) y señala variaciones de ECM bajas, pero suficientes para arrastrar el material más fino y permitir la deposición del grueso, excepto cuando hay un cambio de dirección. En este momento puede depositarse limo y arcilla. Esta interpretación concuerda con la mediana (Md) calculada de las muestras recolectadas. Las curvas platikúrticas indican una mezcla de poblaciones de diferente tamaño de grano y la existencia de una situación reducida de energía cinética media que permite la deposición de esos detritos con una mala y muy mala clasificación. Asimismo revelan un proceso de sedimentación forzada que evidencia una brusca deposición de material explicado por porcentajes similares de arenas, desde muy gruesas a muy finas (Estación 8) y contenidos comparables de arenas medias y muy finas (Estación 9). Igualmente revelan oscilaciones de ECM actuantes en los extremos de la distribución que

provocan una mezcla de sedimentos y una disminución de la clasificación o escogimiento total.

Martínez (1986) señala que la mala y muy mala clasificación puede deberse a que las frecuencias significativas no corresponden a diámetros próximos entre sí, lo que implica que existen separaciones largas entre pares de percentiles y fluctuaciones amplias de energía cinética en el ambiente. En este sentido, puede decirse que la mala y muy mala clasificación de los sedimentos es debida a la presencia de solo tres o cuatro de las fracciones granulométricas con categorías muy particulares.

Además de la textura, la mediana (Md) y la media (Mz) indican la presencia de altas energías y turbulencias en la Estación 7 y en las inmediaciones del malecón norte (Ests. 8-11), el cual funge como barrera y refleja la energía incidente de la masa de agua. En la rada sur, las energías también son altas pero menores a las anteriores, justificando la existencia de sedimentos arenolimosos (Estación 6). En el interior del puerto señalan, estos mismos parámetros, las energías más bajas, pudiéndose depositar, abundantemente, los limos. Estas características sedimentarias intuyen un sistema constante de corrientes marinas que se desplazan en dirección NS y son desaceleradas por el malecón norte.

El análisis multivariante permitió relacionar sedimentos mal clasificados y distribuciones leptokúrticas, probablemente señalando el transporte por suspensión de las partículas limosas, partículas de arena fina y muy fina arrastradas por el viento y partículas originadas de la erosión de rocas. Parrado y Achab (1999) encontraron relación entre la asimetría y kurtosis y relacionada a la madurez textural y retrabajamiento de los sedimentos generadas por erosión de dunas y acantilados.

CONCLUSIONES

Los sedimentos del interior del Puerto Pesquero Internacional de Güiria son limosos resaltando procesos hidrodinámicos de baja actividad y muy homogéneos, rápida y libre sedimentación del material transportado por suspensión; mientras que los sedimentos marinos de exterior son predominantemente arenosos, identificados con transporte por tracción, saltación y suspensión. El ámbito exterior es una zona activa hidrodinámicamente y posee fluctuaciones de energía cinética variables relacionadas con la asimetría positiva y negativa de los sedimentos. La sedimentación es forzada o mixta. El principal transportador de sedimentos finos es el viento. En general, predominaron los sedimentos mal

clasificados. Las más altas turbulencias se presentaron en la zona más alejada del espigón sur y en las inmediaciones del espigón norte, luego disminuye en las proximidades del espigón sur y son muy bajas dentro del puerto. Estas características corroboran el sentido NS de la corriente. Cabe resaltar que bajo estas condiciones la acumulación de sedimentos finos está favorecida y pudiera impedir, en el tiempo, el paso de barcos de gran calado.

Un análisis posterior de la composición mineralógica de los sedimentos puede refinar estas hipótesis sobre los mecanismos de sedimentación, y especificar el origen exacto de estos sedimentos.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Oceanográfico de Venezuela

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANFUSO, G., ACHAB, M., CULTRONE, G.; LÓPEZ-AGUAYO, F. 1999. Utility of heavy minerals distribution and granulometric analyses in the study of coastal dynamics: Application to the litoral between Sanlúcar de Barrameda and Rota (Cadiz, southwest Iberian Peninsula). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 15(1-4): 243-250
- BRESLIN, V.; SAÑUDO-WILHELMY, S. 1999. High spatial resolution sampling of metals in the sediment and water column in Port Jefferson Harbor, New York. *Estuaries* 22(3a): 669 – 680.
- BLOTT, S.; PYE, K. 2001. Gradstat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth. Surf. Process. Landforms* 26: 1237-1248.
- BUI, E., MAZULLO, J.; WILDING L. 1990. Using grain size shape analysis to distinguish between eolian and fluvial deposits in the Dallol Bosso of Niger (West Africa). *Earth. Surf. Process. Landforms* 14:157-166.
- CHEVILLON, C., CLAVIER, J., GARRIQUE, C. 1992. Preliminary data on these sediments of the Uvea lagoon (New Caledonian). *Proceedings of the Seventh International Coral Symposium, Guam.* 2: 115-1120.
- FOLK, R. 1966. A review of grain size parameters. *Sedimentology* 6:73-93
- FOLK, R.; WARD, W. 1957. Brasos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.* 22(3):125-145.
- FRIEDMAN, G. 1979. Differences in size distributions of populations of particules among sands of various origins. *Sedimentology* 26:3-32.
- FUENTES, M. 1999. Estudio Sedimentológico de la laguna de Chacopata, Estado Sucre, Venezuela. *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela.* 32(2):3-15
- FUENTES, M. 2005. Características geoquímicas del Puerto Pesquero Internacional de Güiria y sus alrededores, Estado Sucre, Venezuela. Trabajo de Ascenso Asociado Universidad de Oriente, Venezuela. 56pp.
- HUNG, J.; C. HSU. 2004. Present state and historical change of trace metal pollution in Kaoping coastal sediment southwestern, Taiwan. *Mar. Poll. Bull.* 49: 986-998
- INMAN, D. 1952. Measures for describing the size distribution of sediments. *J. Sed. Petrol.* 22(1):13-26.
- JOHANNESON, L., STEVENS, R.; ALEXANDERSON, J. 2000. Sediment character in a microtidal, harbor-estuary environment, Göteborg, Sweden. *Estuaries* 23(3):400-410
- KRUMBEIN, W. 1936a. Application of logarithmic moments to size frequency distributions of sediments. *J. Sed. Petrol.* 6 (1):35-37
-1964b. Some remarks on the phi notation. *J. Sed. Petrol.* 34 (1):195-197.
- LLANO, M. 1987. Dinámica sedimentaria de la laguna de Punta de Piedras I: época de mareas mínimas. *Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle.* XLVII (127-128): 37-75.
- MARTÍNEZ, J. 1986. Metodologías granulométricas. Seguimiento de playas. Universidad Politécnica de Las Palmas, Las Palmas, España. pp.1 - 58.
- OKUDA, T; BENÍTEZ, J., SÉLLER DE CIVRIEUV, J., FUKUOKA, J.; GAMBOA, B. 1974. Revisión de los datos oceanográficos en el Mar Caribe suroriental especialmente el margen continental de Venezuela. Cuadernos Azules. Comisión Organizadora de la III Conferencia de las Naciones Unidas sobre Derechos del Mar. Caracas, Venezuela 15:125-168.

FUENTES

- PARRADO, J.; ACHAB, M. 1999. Grain size trends associated with sediment transport patterns Cadiz Bay (southwest Iberian Peninsula). Bol. Inst. Esp. Oceanog. 15(1-4): 269-282
- ROMANO, E., AUSILI, A., ZHAVORA, N., MAGNO, M., PAVÓN, B.; GABELLINI, M. 2004. Marine sediment contamination of an industrial site at port of Bagnoli, Gulf of Naples, Southern Italy. Mar. Poll. Bull. 49: 487-495
- SAHU, B. 1965. Theory of sieving. J. Sed. Petrol. 35 (3):750-753
- TANNER, W. 1964. Modification of sediment size distribution. J. Sed. Petrol. 34 (1):156-164
- VISHER, G. 1969. Grain size distributions and depositional process. J. Sed. Petrol. 39(3):1074-1106.
- WENTWORTH, C. 1936. Discussion: The method of moments. J. Sed. Petrol. 6 (3):158-159