

Artículo

Sedimentos superficiales y dinámica sedimentaria de la laguna El Saco, Isla de Coche, Estado Nueva Esparta, Venezuela

Pedro I. Guevara, Hernando A. Hernández-Hamón, Federico Buitrago
y Martin Llano

Resumen. Se investigó la sedimentología y dinámica de los fondos someros de la laguna El Saco, en la Isla de Coche, a partir de 24 muestras de sedimentos superficiales colectadas con una draga tipo Van Veen en noviembre del 2001. La granulometría fue determinada por hidrometría y tamizado en columna Tyler. El análisis de carbonato cálcico se realizó mediante el método de cuantificación gravimétrica por desprendimiento de bióxido de carbono; la materia orgánica, mediante la demanda química de oxígeno (DQO) y la dinámica sedimentaria según el Análisis Vectorial del Tamaño Medio del Grano (AVTMG). En la laguna los elementos texturales predominantes fueron las arenas con predominio de la arena limosa. La interpretación de los datos sedimentológicos se centró en el análisis de la Energía Cinética Media del ambiente (ECM) y sus oscilaciones, deducido a partir de los parámetros de rango y relación. La ECM del ambiente deposicional oscila entre baja y moderada. El escogimiento de los granos fue pobre y muy pobre, con granos simétricos y excesivamente finos, sin embargo, la agudeza fluctuó entre muy aguda y aguda. Las concentraciones de carbonato cálcico fueron bajas debido a la poca presencia de organismos con exoesqueletos en las muestras colectadas. El carbonato está relacionado con las gravas. La materia orgánica fue mayor en la entrada de la laguna y disminuye hacia el interior de la misma, en concordancia con arenas limosas; un patrón común en las lagunas costeras de la región neoespartana. El análisis morfoscópico presentó un dominio para los terrígenos y menor porcentaje para los calcáreos. En cuanto a la redondez se observó mayoritariamente la categoría sub-anguloso y una esfericidad algo alongada y algo esférica. En cuanto a la dinámica sedimentaria se observó un predominio del proceso de sedimentación en todo el área a excepción de su parte centro norte y noroeste, donde se visualizan zonas de transporte originadas por las corrientes de marea y los vientos provenientes del noreste.

Palabras claves. Sedimentos. Lagunas costeras. Granulometría. Sedimentología.

Surface sediments and sediment dynamics of El Saco lagoon, Coche Island, Nueva Esparta State, Venezuela

Abstract. Sedimentology and sedimentary dynamics was investigated in shallow waters of the lagoon El Saco, Coche Island, Venezuela, from 24 surface sediment samples collected with a Van Veen dredge in November 2001. The particle size was determined by gravimetric and Tyler column methods. Calcium carbonate content was estimated by gravimetric carbon dioxide loss, and organic matter by chemical oxygen demand (DQO); sediment dynamics was based in Vector Analysis of the Mean Grain Size (AVTMG). Dominant grain sizes were predominantly sands and silty sands. The interpretation of sediment data focused to Mean Kinetic Environment Energy Analysis (ECM) and its oscillations, inferred from rank and relation parameters. The depositional environment's ECM was low to moderate. The choosing grains was poor and very poor, with symmetrical and excessively fine grains, however, fluctuates between very sharp and sharp. Calcium carbonate concentrations were low due to the low occurrence of organisms with carbonate exoskeletons. Carbonate is related to

gravel. Organic matter was higher at the entrance of the lagoon and decreases toward the interior, in accordance with silty sands, a common pattern in the others coastal lagoons of the region. The morphoscopic analysis presented terrigenous domain and calcareous in smaller percentage. The roundness was majority sub-angled and sphericity something elongated and spherical. Regarding to sedimentary dynamics was observed predominantly sedimentation process in the whole area except for the center - north area and northwest, where transport areas caused by tidal currents and winds from the northeast (trade winds) are displayed.

Key words. Sediments. Coastal lagoon. Grain texture. Sedimentology.

Introducción

El estudio de los sedimentos superficiales y su distribución espacial en las lagunas costeras, es necesario para entender las fuerzas naturales que originan el intercambio energético y de partículas en la frontera entre la tierra y el mar. Varias de las lagunas costeras en la costa nororiental e insular venezolana, se formaron por la deriva litoral que origina barras arenosas y terminan conformando estos cuerpos lagunares de baja profundidad entre la costa y el mar. Las lagunas de este tipo en el nororiente del país aportan además una elevada carga de nutrientes al medio circundante caracterizadas por una activa migración de sedimentos y simultáneamente por una continua entrada y salida de materiales (Llano *et al.* 1996).

La sedimentología de El Saco ha sido revisada anteriormente por Ramírez y González (1974) y Sulbarán (1993), quienes encontraron en el fondo de la laguna un predominio de arena fangosa, limo arcilloso y sedimentos arenosos en la costa sur y oeste. Palazón y Fernández (1990) reportan para la laguna El Saco condiciones hidrológicas de poca variación estacional, homogeneidad vertical de la salinidad y alta concentración de oxígeno, con una irregular fluctuación de los elementos nutritivos y moderada productividad primaria. El Saco tiene importancia pesquera debido a que ha sido considerada como un área de reproducción, crianza y/o alimentación para numerosas especies de peces (Sulbarán 1993). Sin embargo; debido a su escasa profundidad solo se realiza en esta laguna actividad pesquera de subsistencia y de bajo impacto en su medio ambiente si se compara con las redes de cerco que operan en el norte de la Isla de Coche.

Esta investigación caracteriza los patrones de distribución sedimentarios evaluando las características texturales, materia orgánica, carbonato cálcico y su dinámica bajo la metodología del “Análisis Vectorial del Tamaño Medio de los Granos” (AVTMG) y el comportamiento del transporte de materiales en el interior de la laguna para su comparación con otros sistemas lagunares del oriente de Venezuela.

Materiales y métodos

Área de estudio

El Saco es una laguna costera al sur de la Isla de Coche entre los 10°45'00"-10°45'40"N y 63°56'50"-63°57'50"O (Figura 1). Tiene forma de U con una extensión de 19 ha, su comunicación con el mar es amplia y en sentido oeste. Hay pocos manglares, con solo algunas plantas aisladas en su parte sur, estando presentes pastos marinos de *Thalassia testudinum* en los fondos blandos. El único aporte de agua dulce proviene de las precipitaciones y escorrentías estacionales. Esta laguna se encuentra separada del mar por una barra de arena paralela a su eje longitudinal (Ramírez 1996). La Isla de Coche presenta un clima cálido, semiárido, con condiciones estables a lo largo del año, con una precipitación media anual de 512 mm, y una temperatura de 28 °C.

Análisis

Se colectaron 24 muestras de sedimentos superficiales empleando una draga Van Veen en noviembre de 2001 (Figura 1). Para la selección de las estaciones y la toma de muestras, se elaboró una grilla de puntos distanciados 300 m entre sí, abarcando la totalidad de ambientes de la laguna (Pacheco 1991, Aranguren 1991). Igualmente en este recorrido se realizó una prospección batimétrica con una ecosonda Garmin GPSMAP 235 a bordo de un bote neumático Caribe.

Las muestras se conservaron congeladas y luego se efectuaron análisis granulométricos, partiendo de un secado en estufa durante 24 horas a 80 °C; posteriormente se les añadió hexametáfosfato de sodio como dispersante. Para la determinación de la fracción fina (sedimentos menores a 0,063 mm) se utilizó el método gravimétrico, mientras que el análisis granulométrico de la fracción gruesa (sedimentos mayores a 0,063 mm.) se realizó por tamizado en húmedo, en una columna de tamices Tyler, dispuestos a intervalo de 1 *phi*, desde -3 hasta 4 *phi* en orden creciente según metodología descrita en Guevara y Tuárez (1998).

Los sedimentos se separaron según su textura, representado en el triángulo de Shepard. En la calcimetría se utilizó el método gravimétrico de Rodríguez (1980). La concentración de la materia orgánica se obtuvo tal como fue descrita por Jackson (1980). El análisis de la esfericidad del sedimento se clasificó desde muy anguloso hasta redondeado. Los parámetros estadísticos media (Mz), grado de escogimiento (Qi), asimetría (Sk) y agudeza (Kg), se calcularon según las fórmulas propuestas por Folk y Ward (1957) y su interpretación según Krumbein (1936). Para el análisis morfoscópico, la esfericidad y la redondez del sedimento se determinaron contando 100 granos por duplicado en la fracción modal de cada muestra, e igualmente ocurrió con los terrígenos y calcáreos de cada una de las fracciones granulométricas (Guevara y Tuárez 1998).

La dinámica sedimentaria (DS) se determinó por medio del "Análisis Vectorial del Tamaño Medio de los Granos del sedimento" (AVTMG) (Llano 1996). Dicho método se basa en las variaciones de la energía cinética media (ECM), considerando que la

misma se disipa desde zonas de alta a baja energía, la dirección y movimiento se representan gráficamente como vectores desde las estaciones de muestreo donde la dirección representa el sentido en que se lleva a cabo la disipación energética, indicador indirecto de las corrientes de fondo; mientras que la magnitud del vector resultante, es empleada para determinar el fenómeno sedimentario preponderante mediante el uso del diagrama de Hjulstom (Llano 1996).

Las fracciones granulométricas obtenidas se encuentran en la “Sediteca” de EDIMAR (Estación de Investigaciones Marinas de Margarita), bajo la denominación “laguna El Saco”.

Resultados y discusión

Sedimentos

Los sedimentos superficiales de la laguna El Saco son típicamente arenosos con un repartido porcentaje de limos y poca cantidad de gravas y arcillas. Los porcentajes de las arenas oscilaron entre el 29 y 92 % al norte y suroeste en zonas someras de 0 a 3 m de profundidad. Los limos alcanzaron un 69 % en las estaciones del noroeste y sureste a una profundidad intermedia entre 2,5 y 3,6 m. Las gravas y las arcillas presentaron una distribución inversa, las primeras se ubicaron en el centro y oeste de la laguna donde los materiales más finos disminuyen, siendo mayor su cantidad en las estaciones 17, 18 y 19 (Figuras 1 y 2).

Según la clasificación de Shepard y de acuerdo al número de muestras para cada textura se observa un predominio de arena limosa (50%), arena (16,6 %), arena gravosa, grava arenosa y limo arenoso (8,3 %). Las arenas han sido reportadas como la textura principal de otras lagunas costeras de la Isla de Margarita como Laguna de Raya (Zabala 1982) El Morro de Porlamar (Faillace 1986), Las Marites y La Restinga (Salazar *et al.* 2003, Rosas-Mendoza y López-Monroy 2014), todas comunicadas permanentemente con el mar y carentes del aporte fluvial. Los sedimentos de textura gruesa se encontraron en la entrada de la laguna (estación 22) y en el interior de ella hacia al noreste, probablemente debido al aporte de un relleno para la construcción transportado por las lluvias y vientos que soplan de esa dirección.

La distribución de las fracciones texturales en la laguna y el área marina adyacente a su boca está condicionada a factores como la topografía y pendientes del fondo lagunar, la velocidad y dirección de los vientos, y a las diversas corrientes generadas por tormentas tropicales y durante el régimen de pleamar y bajamar que gobierna este ecosistema. Las estaciones 16 y 24 próximas a la flecha arenosa presentaron una textura exclusivamente arenosa, debido al transporte de sedimentos por acción de las corrientes de fondo y deriva que originaron dicha flecha. Los sedimentos más finos conformados por los limos arcillosos se encontraron en las estaciones 19 y 21, ubicados en la parte más cercana a los asentamientos de la región (Figura 1).

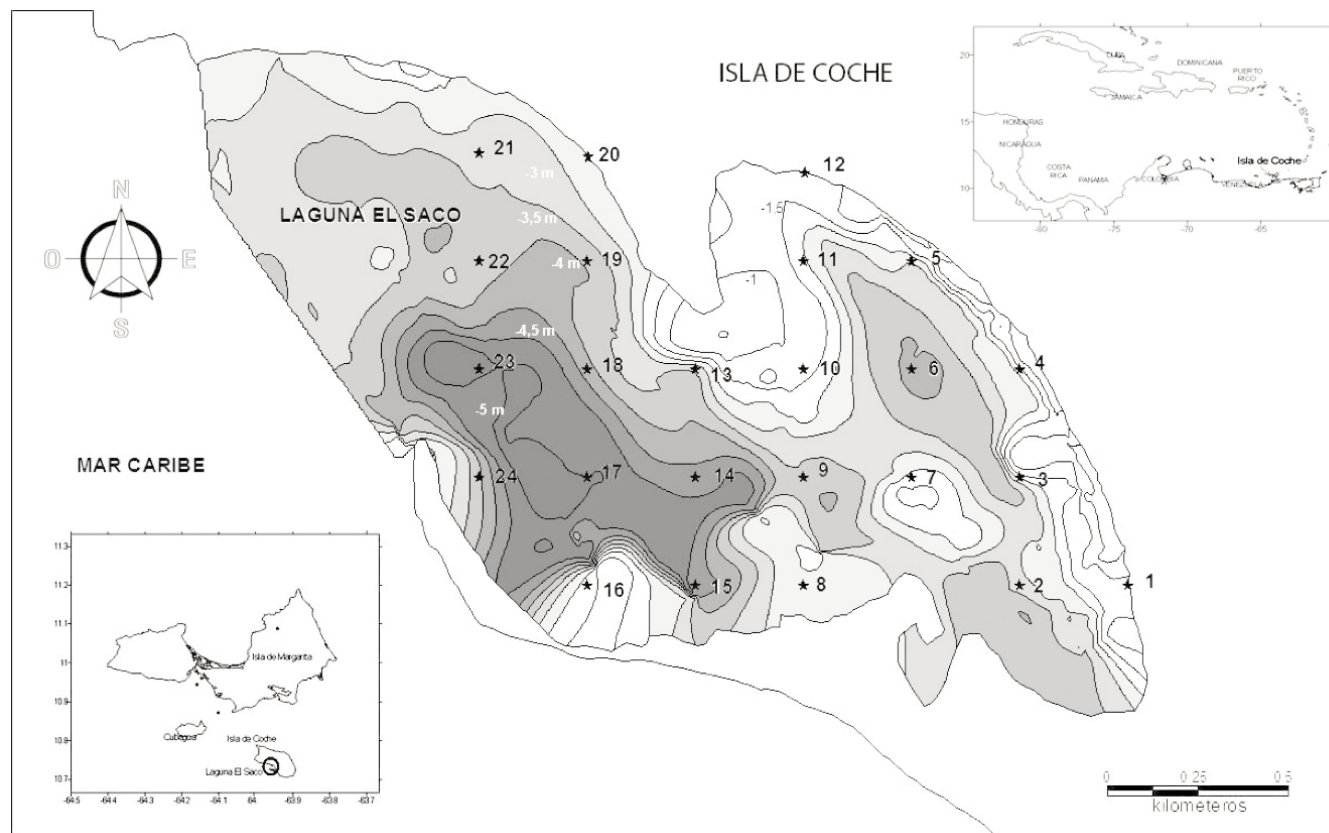
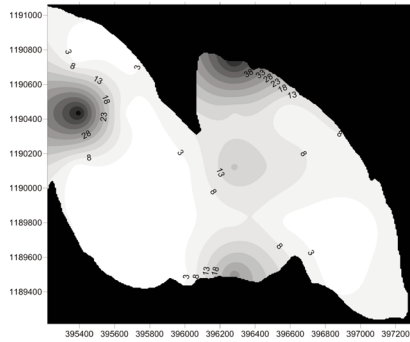
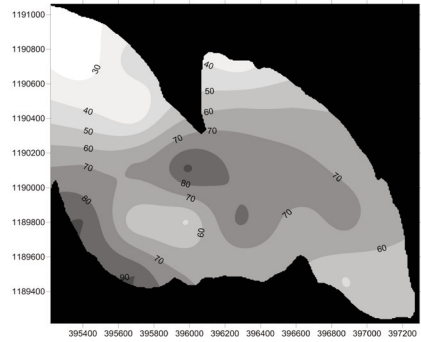


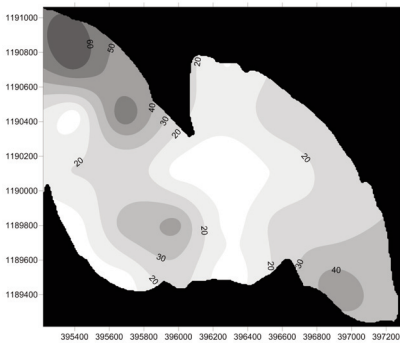
Figura 1. Batimetría y estaciones del área de estudio en la laguna El Saco, Isla de Coche. El valor de la profundidad en m.



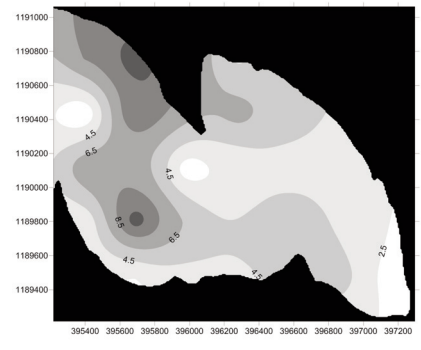
A) Grava



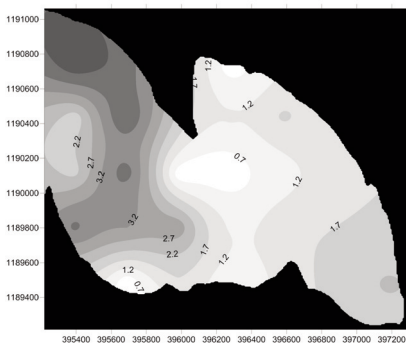
B) Arenas



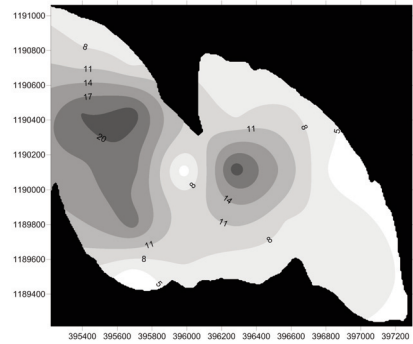
C) Limos



D) Arcillas



E) Materia orgánica



F) Carbonato cálcico

Figura 2. Porcentajes de texturas sedimentarias y parámetros geoquímicos en la laguna El Saco. A) Gravas, B) Arenas, C) Limos, D) Arcillas, E) Materia Orgánica, F) Carbonato Cálculo.

La interpretación de los parámetros de rango y relación está directamente ligada con la textura granulométrica del sedimento (Tabla 1). De esta forma la Energía Cinética Media (ECM) del ambiente lagunar deposicional fue en su mayoría baja y moderada, solamente donde el material del grano es grueso la ECM fue alta debido a que el sedimento fino es transportado y permanece la fracción más gruesa, esto se puede apreciar en las estaciones 22 y 24 al oeste y en el centro de la laguna estaciones 8 a 12 con predominio de las gravas.

En cuanto al escogimiento se observaron sedimentos de tamaño pequeño pobremente escogidos en el 58 % de las muestras y muy pobremente escogidos en el 38 %, confirmando la heterogeneidad del sedimento, en donde se evidencia la presencia de mezclas texturales y en ningún caso fracciones puras. Estos resultados concuerdan con las generalizaciones teóricas de Folk y Ward (1957).

La curva de frecuencia del tamaño del grano presentó una distribución asimétrica indicando un predominio de sedimentos finos asimétricamente positivos, con excepción de las estaciones 1, 6, 11 y 21, con asimetría negativa por sedimentos gruesos. Los valores de asimetría, interpretados en función de la variación u oscilación de la ECM del sedimento, presentaron para la zona de estudio una asimetría positiva, lo que indica un predominio de sedimentos finos, con excepción de las estaciones (1, 6, 11 y 21) con asimetría negativa interpretándose como sedimentos gruesos. Por otra parte la agudeza indicó que los sedimentos en la mayor parte de la laguna tienen una distribución de tipo muy aguda (Ma) y aguda (Ag) especialmente en el sector oriental donde los sedimentos son pobremente escogidos y la distribución de los valores muestra una curva de tipo platicúrtica.

El contenido porcentual de materia orgánica es mayor en la entrada de la laguna y disminuye hacia el interior alcanzando un promedio de 2,0 %. La mayor concentración se observó en las estaciones próximas al canal de entrada, donde están presentes pastos marinos de *Thalassia testudinum*. Las estaciones más profundas presentaron valores inferiores correspondiendo con texturas de arenas limosas y material fino. En sistemas lagunares la materia orgánica en partículas es la fuente más importante para el sedimento (De La Lanza 1986), en el caso del oriente venezolano Zarzosa (1974) reporta altos valores de materia orgánica por el aporte de la macro vegetación en la laguna La Restinga. Sin embargo, la laguna El Saco está desprovista de manglares y la fuente de materia orgánica principal son las praderas de fanerógamas marinas.

La concentración de carbonato cálcico es mayor en las estaciones de la entrada de la Laguna y desciende gradualmente en aguas someras al sureste y noreste. Esta distribución ha sido observada en otras lagunas del nororiente como La Restinga, Las Marites y Punta de Piedras donde el carbonato de calcio es mayor hacia la parte externa de dichas lagunas si se compara con el interior con la presencia del manglar (Llano 1987). Se observó que el carbonato cálcico aumentó con la profundidad especialmente en las estaciones centrales, allí se pueden acumular material de textura más gruesa del tipo arenoso.

Tabla 1. Interpretación de textura, parámetros de rango y relación y geoquímicos en los sedimentos superficiales de la laguna El Saco.

Estación	Gravas	% Arenas	% Limo	% Arcilla	Textura Sedimento	E.C.M.	Escogimiento	Asimetría	Agudeza	% De MO	% de Carbonato Cálcico
1	6,36	54,8	37,42	1,41	Arena-limosa	3,9 (M)	2,17 (Mp)	-0,03 (S)	1,55 (Ma)	2,24	3,4
2	0,1	49,34	45,24	5,31	Arena-limosa	4,52 (B)	1,65 (M)	0,57 (Mef)	1,16 (Ag)	1,91	2,2
3	0,04	73,32	22,68	3,96	Arena-limosa	3,9 (M)	1,45 (P)	0,43 (Mef)	1,81 (Ma)	1,71	2,2
4	6,15	68,57	21,88	3,11	Arena-limosa	0,72 (M)	2,18 (Mp)	0,03 (S)	2,92 (Ma)	1,32	6,8
5	3,95	61,28	28,65	5,82	Arena-limosa	3,36 (M)	2,68 (Mp)	0,03 (S)	1,29 (Ag)	1,78	2,2
6	11,92	73,59	10,95	3,53	Arc-Grav-limosa	1,79 (A)	2,47 (Mp)	-0,01(S)	1,92 (Ma)	0,99	4,5
7	1,72	66,32	25,76	6,2	Arena-limosa	3,87 (B)	1,96 (P)	0,3 (Ef)	1,58 (Ma)	1,58	10,2
8	30,38	63,66	1,85	4,12	Arena-gravosa	0,34 (A)	2,74 (Mp)	0,12 (Ef)	1,28 (Ag)	0,79	3,4
9	6,83	82,14	6,47	4,56	Arena	1,86 (A)	2,29 (Mp)	0,05 (S)	1,18 (Ag)	1,12	15,9
10	18,96	77,78	0,12	3,14	Arena gravosa	0,2 (A)	1,51 (P)	0,05 (S)	1,24 (Ag)	0,39	18,1
11	12,49	62,81	14,44	7,25	Arena Limo Gravosa	2,59 (M)	3,23 (Mp)	-0,06 (S)	1,49 (Ag)	1,25	6,8
12	53,72	32,99	8,94	4,35	Grava Arenosa	-0,72 (Ma)	3,46 (Mp)	0,66 (Mef)	0,68 (Pl)	0,39	6,8
13	0,68	92,68	5,44	1,21	Arena	2,02 (M)	1,16 (P)	0,25 (Ef)	1,64 (Ma)	0,39	5,6
14	0	48,62	45,13	6,25	Arena limosa	4,57 (B)	1,89 (P)	0,39 (Mef)	1,12 (Ag)	3,03	18,1
15	0	70,15	26,15	3,7	Arena limosa	3,93 (M)	1,45 (P)	0,43 (Mef)	1,64 (Ma)	1,64	7,9
16	2,29	90,06	4,99	2,66	Arena	2,6 (M)	1,25 (P)	0,3 (Ef)	3,46 (Ea)	0,33	3,4
17	0	52,34	36,05	11,61	Arena limosa	4,67 (B)	1,92 (P)	0,56 (Mef)	0,94 (Sc)	3,22	11,3
18	0	71,55	20,84	7,61	Arena limosa	4,3 (B)	1,59 (P)	0,68 (Mef)	1,8 (Ma)	3,95	12,4
19	0	29,84	59,69	10,47	Limo arenoso	5,15 (B)	1,63 (P)	0,05 (S)	0,99 (Sc)	4,21	12,4
20	0	47,24	41,36	11,4	Arena limosa	4,62 (B)	2,03 (Mp)	0,32 (Mef)	0,9 (Pl)	3,95	5,6
21	0	21,99	69,58	8,42	Limo arenoso	5,29 (B)	1,54 (P)	-0,02 (S)	1 (Sc)	4,67	11,3
22	55,81	41,31	2,39	0,49	Grava-arenosa	-1,08 (Ma)	1,57 (P)	0,2 (Ef)	0,94 (Sc)	1,91	15,9
23	0,09	71,06	20,86	7,99	Arena limosa	4,29 (B)	1,62 (P)	0,64 (Mef)	1,77 (Ma)	2,04	7,9
24	2,57	90,91	3,85	2,67	Arena	1,41 (A)	1,51 (P)	0,23 (Ef)	1,8 (Ma)	3,82	9

Interpretación de parámetros:

ECM: **M:** Moderada, **B:** Baja, **A:** Alta, **Ma:** Muy Alta;Escogimiento: **Mp:** Muy pobre, **P:** Pobre, **M:** Moderado;Asimetría: **S:** Simétrica, **Mef:** Muy Excesivo en fino, **Ef:** Excesivo en fino;Agudeza: **Ma:** Muy aguda, **Ag:** Aguda, **Ea:** Extremadamente aguda, **Se:** Semi Plana,**Pl:** Plana.

En la tabla 2 se presentan los resultados correspondientes a la proporción de elementos terrígenos y calcáreos lo que indica su origen que puede ser continental o marino. Las mayores concentraciones de los terrígenos fueron los cuarzos con una pequeña cantidad de terrígenos indiferenciados, feldespatos, minerales pesados ferruginosos y micas, mostrando una clara influencia de aporte continental. La presencia de calcáreos fue escasa con presencia de indiferenciados, foraminíferos, algas, moluscos y restos de peces.

En la tabla 3 se presentan los resultados del grado de redondez y esfericidad de los sedimentos superficiales. La redondez presentó material sub anguloso, sub redondeado y anguloso. Con relación a la esfericidad encontramos en mayor porcentaje granos de tipo algo elongados y esféricos. Sedimentológicamente los granos observados muestran un recorrido corto desde su origen, ya que la redondez de los granos es sub angulosa. Estos materiales pueden pertenecer a la formación Coche, constituida por partes iguales de arcillas, areniscas y conglomerados continentales producto de un solo evento de sedimentación, por procesos fluvio-torrenciales y la presencia de un clima tropical desértico (Patrick 1959).

Dinámica sedimentaria

La interpretación de los vectores resultantes (Figura.3) evidenció una marcada sedimentación en la mayor parte del área lagunar, a excepción de las estaciones centrales con transporte sedimentario posiblemente originado por corrientes de marea, vientos del noreste y un bajo arenoso al oeste de estas estaciones, pudiendo actuar como una trampa de sedimentos. Estos procesos de sedimentación han sido descritos en cercanías a El Saco por Llano (1996) en el canal sur entre la Isla de Coche y la península de Araya.

Conclusiones

En la laguna El Saco el fenómeno predominante es la sedimentación, la cual se lleva a cabo en el área menos profunda, actuando ésta como trampa de sedimentos finos. Esto se puede observar en el análisis textural de los sedimentos superficiales con predominio de arenas limosas acompañadas de diferentes texturas de acuerdo a la profundidad y el transporte de materiales producto de escorrentías en la zona. De esta forma los materiales gruesos se ubicaron principalmente en la zona central y en la entrada de la laguna, haciendo que la energía cinética media fuera alta debido al mayor tamaño medio del grano.

El estudio morfoscópico de los sedimentos en la laguna muestra que su origen es mayoritariamente continental con un pequeño aporte de sedimentos marinos. El material terrígeno podría ser transportado de forma eólica como lo muestra su asimetría positiva en la distribución de frecuencia del grano. Por otra parte los calcáreos indican un transporte de corta distancia que podría provenir de las formaciones geológicas cercanas como la de Coche.

Tabla 2. Porcentaje de terrígenos y calcáreos de la laguna El Saco, Isla de Coche.

Muestra	Terrígenos						Calcáreos					
	Cuarzo	Mica	Ferruginoso	Min.Pesados.	feldespatos	Otros	Promedio	Moluscos	foraminíferos	Algas	Otros	Promedio
1	69	1	4	6	2	10	93,5		2	2	4	6,5
	77	1	2	7		8			1	1	3	
2	76	5	2	2	1	5	89,5		4		5	10,5
	72	4	1	1	2	8		2	5	1	4	
3	85				4	3	91		4	1	3	9
	76	4			6	4		1	7		2	
4	88		1	1	1	2	92		2	1	4	7
	90					1			6		1	
5	91			1	1	3	96		1	1	2	4
	92		1		1	2				1	3	
6	96			1	2		98,5				1	1,5
	96		1		1						2	
7	94			1	1		97		1	1	2	3
	97				1				1		1	
8	90		3	1		4	98			1	1	2
	91		2			5					2	
9	91		1	1	1	3	98		1	1	1	2
	93				2	4				1		
10	91	2			2	1	96			1	3	4
	94	1			1						4	
11	89			1		3	95		2	3	2	5
	95		1			1				2	1	
12	91		4	2	1	2	100					
	98	1		1								
13	91			1	6	2	100					
	99				1							
14	86		1	1	5	2	96,5		3		2	3,5
	91	2			4	1			1		1	
15	90		1		2	2	95,5		1	2	2	4,5
	95				1					1	3	
16	95			1	2		97,5				2	2,5
	96				1						3	
17	71		1		3	6	79,5	5	8	2	4	20,5

Tabla 2. (Cont.).

Muestra	Terrigenos							Calcareos				
	Cuarzo	Mica	Ferruginoso	Min.Pesados.	feldespatos	Otros	Promedio	Moluscos	foraminiferos	Algas	Otros	Promedio
18	67				4	7		6	7	3	6	
	65			4	4	7	79,5	2	5	3	10	20,5
	70			1	3	5		1	4	4	12	
19	62		1	1	4	16	83,5			6	10	16,5
	67				3	13				5	12	
20	89			2		2	93,5			2	4	6,5
	93					1				1	5	
21	83		1	2	2	8	94		1		4	6,5
	82			1	3	6			2	1	6	
22	80				5	9	92,5				6	7,5
	64		3	2	8	14		1		3	5	
23	67			1	2	13	77,5	2	2	8	5	22,5
	54	2	1	1	3	11		1	5	9	13	
24	70		2	1	2	8	86,5		1	3	10	12
	79				1	10					10	
promedio	83,9	0,7	0,7	0,9	2,0	4,4	92,5	0,4	1,6	1,5	3,9	7,4

Tabla 3. Porcentajes de esfericidad y redondez en sedimentos superficiales de la laguna El Saco.

Muestra	Redondez				Esfericidad						
	Muy Anguloso	Anguloso	Sub Anguloso	Sub Redondeado	Bien Redondeado	Muy Elongado	Elongado	Algo Elongado	Algo Esférico	Esférico	Muy Esférico
1	1	7	79	13		1	4	26	62	7	
		6	85	9		3	2	23	65	7	
2	3	40	47	10		1	5	38	50	6	
	4	37	52	7			7	40	46	7	
3		20	68	11	1	2	8	25	53	12	
		12	80	8			12	20	52	15	1
4	3	20	70	7		1	7	10	55	25	2
	1	18	78	3		1	6	13	50	29	1
5		21	67	12		1	9	29	49	11	1
		13	78	9			7	30	51	12	
6	4	16	61	19		1	13	50	34	2	
	4	18	57	21			6	54	34	6	
7	3	13	50	33	1	1	7	57	30	4	1
	2	10	50	37	1		4	54	35	5	2
8	1	8	61	30			6	54	32	8	
		5	67	28		1	4	58	30	7	
9		9	71	20		1	6	50	38	5	
		8	67	25			4	53	40	3	
10	3	12	50	35			7	50	34	9	
		10	50	40			6	58	30	6	
11	1	3	84	12		1	6	52	31	10	
		3	89	8			7	48	33	12	
12		30	62	8		1	7	25	60	7	
	3	28	64	5			5	30	59	5	1
13		8	82	10			1	55	30	14	
		9	83	8			2	38	30	10	
14	1	34	60	4	1		6	33	51	10	
	2	34	61	3			5	27	54	13	1
15		12	62	26			3	51	30	16	
		18	59	23			5	50	28	17	
16		6	70	24		1	6	40	32	21	
		6	69	25			4	45	35	16	
17	1	8	68	22	1	2	3	50	37	6	2

Tabla 3. (Cont.)

Muestra	Redondez					Esfericidad					
	Muy Anguloso	Anguloso	Sub Anguloso	Sub Redondeado	Bien Redondeado	Muy Elongado	Elongado	Algo Elongado	Algo Esférico	Esférico	Muy Esférico
18	3	9	68	20		4	9	42	35	8	2
	1	5	73	20	1	4	2	50	38	6	
	3	5	77	15		2	3	45	40	10	
19	2	6	89	3		1	2	52	40	5	
		4	92	4			2	51	45	2	
20		6	91	3			3	45	50	2	
		4	94	2			1	50	48	1	
21		7	68	25		1	4	57	34	4	
		6	65	27	2		5	54	33	6	2
22	5	47	40	8		1	11	36	48	4	
	4	48	40	7	1	2	8	38	45	7	
23	1	12	68	16	3	2	3	45	36	13	1
		8	75	13	4	1	9	40	32	13	5
24		16	75	8	1	4	20	40	30	6	
		23	71	4	2	3	13	48	28	8	

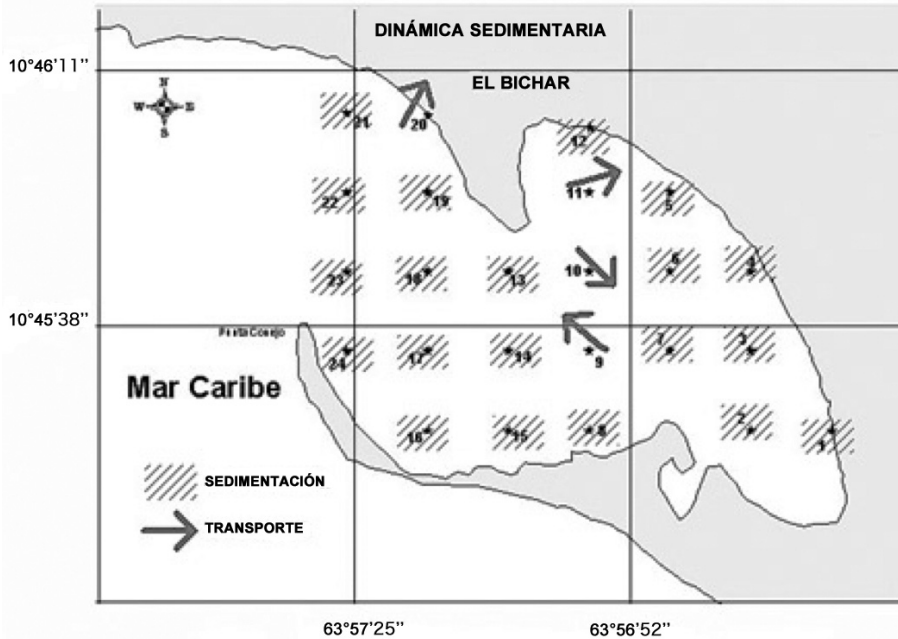


Figura 3. Procesos de sedimentación y transporte de sedimentos superficiales en interior de la laguna El Saco.

La energía cinética del ambiente lagunar es variable debido a la interacción de la laguna con el mar fluctuando entre baja y muy alta, mientras que en el fondo de la laguna es moderada. Esta variabilidad se refleja en la heterogeneidad del tamaño del grano en su mayoría pobremente escogido indicando mezclas texturales. En general el sedimento presenta una distribución de tipo unimodal en cuanto a la agudeza, lo que indica un origen único.

Las zonas con mayor concentración de materia orgánica coinciden con la repartición de las arenas limosas en las zonas más profundas de la laguna, mientras que los fondos con mayor carbonato de calcio se encuentran asociadas a las gravas.

Agradecimientos. Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a los señores Martín Rada, Javier Gutiérrez, Cornelio Salazar, Fresdo Velásquez, William Olaya, Joaquín Buitrago, Ramón Varela y Juan Capelo por su desinteresada colaboración durante el trabajo de campo y la revisión del manuscrito.

Bibliografía.

- ARANGUREN, A. 1991. Dinámica Sedimentaria de la Boca de la Laguna de Punta de Piedras. Tesis de Grado. Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Margarita. Venezuela, 92 p.
- DE LA LANZA, G. 1986. Materia orgánica en los sedimentos del Sistema Lagunar Huizache y Caimanero: Importancia, comportamiento y Significado en Modelos de Predicción. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Autónoma de México*. 13: 251–286.
- FAILLACE, M 1986. Factores físico-químicos, plancton y sedimentos de la laguna del Morro. Isla de Margarita Venezuela. Trabajo de Grado, Universidad de Oriente. Cumaná. 150 pp.
- FOLK, R. L. Y W. C. WARD. 1957. Brasos river bar: A study in the significance of size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27(1):
- GUEVARA, P. I. E Y. TUÁREZ. 1998. Sedimentos Superficiales, Foraminíferos Bentónicos y Ostrácodos en la laguna de Boca de Palo. Isla de Margarita. Venezuela. *Memoria Sociedad de Ciencias Naturales la Salle* 58(149): 73–83.
- JACKSON, M. 1980. Análisis químico de los suelos. 2da edición. Omega. Barcelona. España. Pp.
- KRUMBEIN W. C (1936). Application of logarithmic moments to size frequency distributions of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* 6: 35–47.
- LLANO, M. 1987. Dinámica Sedimentaria de la laguna de Punta de Piedras I: Época de mareas mínimas. *Memoria de la Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 47(127–128): 37–76.
- LLANO M. 1996, La Dinámica sedimentaria en la región de Margarita-Araya, (Venezuela), deducida del Análisis Vectorial del tamaño medio de los granos. *Memoria de la Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 56(146): 47–60.
- PACHECO, I. 1991. Determinación de Procesos Sedimentarios en playa El Yaque. Isla de Margarita. Venezuela, mediante el Análisis Vectorial del Tamaño Medio de los Granos. Trabajo de Grado. Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 90 p.
- PALAZÓN, J. L.-FERNÁNDEZ. 1989–1990. Condiciones Hidroquímicas del Saco de la isla de Coche, Venezuela. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela.
- PATRICK, H. B. 1959. Nomenclatura del Pleistoceno en la cuenca de Cariaco. *Boletín de Geología*, Caracas 5(10): 91–97.
- RAMÍREZ, P. 1996. Lagunas Costeras Venezolanas. Universidad de Oriente. Núcleo Nueva Esparta. Venezuela. 275 p.
- RAMÍREZ, P. Y P. GONZÁLEZ. 1974. Ecología y distribución de los octocoralarios de la Isla de Coche, Venezuela nor-oriental. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 31(128): 33–62.
- RODRÍGUEZ, G. 1980. Método Gravimétrico para la determinación de Carbonato Cálcico en Sedimentos. Guía Práctica Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Isla de Margarita. Venezuela.
- ROSAS-MENDOZA, D. Y F. LÓPEZ MONROY. 2014 Algunos aspectos de la dinámica sedimentaria de la laguna de Las Marites, estado Nueva Esparta. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela*. 53(1): 47–55.
- SALAZAR, J., J. BONILLA Y B. GAMBOA. 1986. Metales pesados y materia orgánica en los sedimentos superficiales de la laguna Las Marites. *Boletín Instituto Oceanográfico de Venezuela*. 25(1 y 2): 137–154.

- SALAZAR, J., J. ROSAS Y J. RODRÍGUEZ. 2003. Condiciones sedimentológicas de la laguna la Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia*: 28 N° 1: 44–49 p.
- SULBARÁN, M. 1993. Estudio de la Comunidad de Peces en el Saco de la Isla de Coche. Venezuela. Trabajo de Grado UDO. Núcleo de Sucre. Escuela de Ciencias, Dpto. de Biología, Cumaná.
- ZABALA, R. 1982. Contribución al Estudio Sedimentológico y geomorfológico de la laguna de Raya. Isla de Margarita. Venezuela. Trabajo de Grado. Instituto Universitario de Tecnología del Mar. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 75 p.
- ZARZOSA, J. 1974. Características Sedimentológicas y Geomorfológicas de la laguna de la Restinga. Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos Azules* 9: 1–59. Caracas, Venezuela.

Recibido: 25 marzo 2015

Aceptado: 25 septiembre 2015

Publicado en línea: 18 abril 2017

Pedro I. Guevara, Hernando A. Hernández-Hamón, Federico Buitrago y Martin Llano

Estación de Investigaciones Marinas de Margarita (EDIMAR). Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Punta de Piedras, Isla de Margarita, Venezuela.
pedro.guevara@fundacionlasalle.org.ve