Abstract

This study evaluates the granulometric distribution of sediments in Unare Lagoon, located in Anzoátegui state, Venezuela. To this end, the methodology proposed by Tosiani et al. (2005) was applied. This methodology is based on wet decantation and sedimentation processes to texturally characterize the sediments collected in different areas of this ecosystem. The objective was to understand the sedimentary dynamics of the system, as well as the environmental factors that influence its composition, revealing a homogeneous predominance of fine sediments, mainly silts, in most of the study area. This trend suggests a low-energy dynamic, with few or no currents, where sedimentation occurs slowly, allowing the accumulation of fine particles contributed by both fluvial sources (Unare River and Chávez River) and marine influences. Grain-size distribution reveals that deposition patterns are influenced by stochastic phenomena, such as specific hydrometeorological events, which, in turn, impact the lagoon's morphometry, temporarily or permanently modifying the physical characteristics of the bottom. Together, these findings allow us to infer a complex sedimentary dynamic subject to multiple influences, where external inputs and local conditions play a key role in shaping the lagoon environment.

Keywords: sedimentation, coastal lagoon, granulometry.

Resumen

Este estudio evalúa la distribución granulométrica de los sedimentos en la laguna de Unare, ubicada en el estado Anzoátegui, Venezuela. Para ello, se aplicó la metodología propuesta por Tosiani et al., (2005), cuyo principio está basado en procesos de decantación y sedimentación en vía húmeda para caracterizar texturalmente los sedimentos recolectados en diversas zonas de este ecosistema. El objetivo fue comprender la dinámica sedimentaria del sistema, así como los factores ambientales que influyen en su composición, evidenciándose una predominancia homogénea de sedimentos finos, principalmente limos, en la mayor parte del área de estudio. Esta tendencia sugiere una dinámica de baja energía, sin o con pocas corrientes, donde la sedimentación ocurre de forma lenta, permitiendo la acumulación de partículas finas aportadas tanto por fuentes fluviales (río Unare y río Chávez) como por influencia marina. La distribución del tamaño del grano revela que los patrones de deposición están influenciados por la acción de fenómenos estocásticos, como eventos hidrometeorológicos puntuales y que a su vez, tienen incidencia en la morfometría de la laguna que modifican temporal o permanentemente las características físicas del fondo. En conjunto, estos hallazgos permiten inferir una dinámica sedimentaria compleja y sujeta a múltiples influencias, donde los aportes externos y las condiciones locales juegan un papel clave en la conformación del ambiente lagunar.

Palabras Clave: sedimentación, laguna costera, granulometría.

Distribución granulométrica de la laguna de Unare, Estado Anzoátegui, Venezuela

(Granulometric distribution of the Unare lagoon, Anzoátegui State, Venezuela)

[1]Fernando Marín, [2]Dayana Marcano & [3]Gregorio Martínez

Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre Clodosbaldo Russián[1]. [2]Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre Clodosbaldo Russián. [3]Universidad de Oriente. marinjimenezfernando@gmail.com (https://orcid.org/0000-0001-8020-9397), dayanamarcanol@gmail.com (https://orcid.org/0009-0009-6935-3107), goyomartinez@gmail.com (https://orcid.org/0000-0002-1882-752X)

Recibido: 12/12/2025; Aceptado: 07/08/2026

Introducción

Las zonas marino costeras son espacios altamente vulnerables, ubicados en la interfaz entre la tierra y el mar. Estos entornos poseen una importancia trascendental a nivel global, erigiéndose como cuerpos de agua fundamentales para el desarrollo ecosistémico de las regiones que los comprenden. Su relevancia se sustenta en su elevada productividad, su rol como proveedores de alimento, su valor paisajístico inherente y la vasta biodiversidad que albergan (Gamito, 2008; Aquilano et al., 2023; Castillo et al., 2024; Cano et al., 2024).

Las lagunas costeras son ecosistemas conformados por grandes cuerpos de agua originados por procesos geológicos, influenciados por el mar adyacente, conectados por uno o más canales (bocas) y separadas de este por una barrera física, con profundidades someras (<10m) (Kjerfve).

Su comunicación con el mar puede ser efímera o permanente, lo que da lugar al encuentro entre dos masas de agua características distintas (Contreras & Mendoza 2004; Schubert & Telesh, 2017; Moreno, 2024; Ortega et al., 2024). Estas condiciones las convierte en sistemas altamente dinámicos, donde se desarrollan diversos procesos físicos, químicos y ecológicos que proveen una amplia variedad de hábitats y áreas de resguardo para numerosas especies (Ridgway & Shimmield, 2002).

Debido a la condición semicerrada, estas lagunas actúan como trampas de sedimentos y tienden a recibir descargas de aguas continentales de ríos, canales, quebradas entre otros cuerpos fluviales. En consecuencia, son altamente susceptibles a la contaminación por sustancias desechadas por el ser humano, lo que puede alterar significativamente su estado natural (Karstens et al., 2016; Ortega et al., 2024).

Los sedimentos son el resultado de la acumulación de detritos generados por procesos dinámicos en la superficie terrestre como la meteorización física (o mecánica) y química de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias (Pinet 2019). También se originan por procesos de transporte que incluyen erosión de montañas y colinas mediante la acción de la gravedad, vientos y las corrientes de agua, siendo finalmente depositados en el fondo de los ríos, lagos, mares y océanos (Caicedo 2022; Marín et al., 2024).

La carga sedimentaria en estos ecosistemas acuáticos puede ocasionar perturbaciones significativas, afectando directamente a los organismos e indirectamente al hábitat físico (Wood & Armitage 1997; Jones et al., 2012). En particular, los sedimentos más finos, tienden a acumularse, alterando las características del sustrato, disminuyendo la capacidad de refugio para las especies y reduciendo los niveles de oxígeno disuelto, lo que puede desencadenar cambios en la composición química del agua (Pretty et al., 2006; Buendía et al., 2011; Béjar et al .2018; Marín et al., 2024).

La evaluación de los sedimentos constituye una herramienta clave para el seguimiento y control del estado de degradación y/o conservación de los ambientes acuáticos. Los patrones de concentración de estos agregados actúan como marcadores de contaminación más consistentes y como valiosos indicadores del impacto de diversas actividades humanas sobre el medio marino, debido a que los sedimentos son particularmente sensibles a los efectos antropogénicos (Condori, 2023).

En los últimos años, el crecimiento poblacional en los alrededores de las lagunas, particularmente en la laguna de Unare, la cual representa para Venezuela un ecosistema costero de gran importancia biológica y pesquera, al servir como refugio de avifauna y sustento para las comunidades asentadas en sus márgenes, ha convertido este cuerpo de agua en receptor de una gran cantidad de sustancias potencialmente contaminantes. Entre ellas destacan los metales pesados, fertilizantes e incluso la

deposición atmosférica derivada de las emisiones del tránsito vehicular y de complejos industriales cercanos, que alcanzan el fondo de los sedimentos y causan un grave daño a este valioso ecosistema.

En este contexto, el presente estudio se enfoca en la evaluación de los sedimentos de la laguna de Unare, con el propósito de identificar patrones de acumulación y posibles indicadores de contaminación antropogénica, aportando evidencia científica que contribuya al diagnóstico ambiental de este ecosistema costero, así como al diseño de estrategias de conservación y manejo sostenible.

Materiales y métodos

Área de estudio

La laguna de Unare se encuentra ubicada en la costa centro-oriental de Venezuela, al Noroeste del estado Anzoátegui, entre 1113438 y 1121253 UTM Norte, 259004 y 236215 UTM Oeste (Fig. 1). Posee una longitud de 22 km en dirección Este-Oeste y una anchura máxima de 6 km en dirección Norte-Sur durante la época de lluvia (Okuda 1965; Senior & Aparicio 1992; Senior 1994; Marín 2020). Por otra parte, la barrera arenosa que separa la albúfera del mar Caribe tiene un ancho que varía entre 170 a 800 m y posee tres bocas que la comunican con el mar (Boca Mora, Boca Nueva y la del río Unare), las cuales se cierran cíclicamente en función de la dinámica sedimentaria que ocurre en la línea costera, aportada por corrientes marinas y por la acción del hombre, como lo han sido la construcción de la carretera que comunica a los pueblos de El Hatillo y La Cerca con Boca de Uchire, así como varios centros residenciales, tanto del tipo tradicional como turísticos (Martínez, 2002).

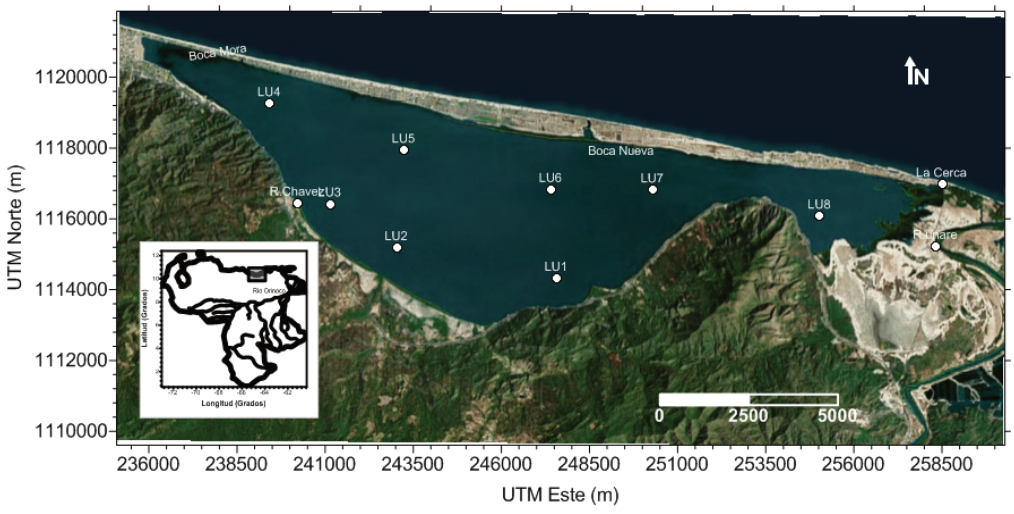


Figura 1. Posición relativa de las estaciones de muestreo en la Laguna de Unare, estado Anzoátegui

La laguna recibe aportes importantes de sedimentos provenientes de las Quebradas Seca, Cararache y los ríos Cautaro, Chávez y Unare, siendo el único tributario que en ambos períodos estacionales

deposita sus aguas en este cuerpo lagunar y que se ubica en la parte oriental de la laguna; mientras que por la parte occidental y central ingresan los ríos Cautaro y Chávez que constituye el segundo tributario en cuanto al volumen hídrico aportado al ecosistema (Senior et al., 1999; Márquez et al., 2008, Marcano 2021).

La laguna de Unare aporta la mayor producción pesquera de la zona, donde el 50% de la producción está representado por la pesca del camarón Penaeus sp y es considerada como un área importante de alimentación del Phoenicopterus ruber (flamenco rojo) y de aves limícolas neríticas (Bonilla & Cedeño (1989), Marcano et al. 2024).

Recolección de muestras

Se establecieron nueve (9) estaciones de muestreo (Fig. 1) debidamente georeferencias como se muestran en la tabla 1, con un equipo GPS Garmin mod. Oregon 450. Para la recolección de los núcleos de sedimentos se utilizaron tubos de PVC de dos pulgadas de diámetro, lo que permitió que permaneciera inalterada la estratificación natural del mismo (Miramontes et al., 1997); los núcleos se cortaron a la mitad y fueron unidos a lo largo con cinta plástica de alta resistencia. Posteriormente, se cortaron por encima de la altura alcanzada por el sedimento, cuyas medidas de los núcleos variaron desde 20 cm (núcleos 7 y 8) hasta 50 cm de profundidad (núcleos 2 y 5). Estos núcleos fueron divididos cada 5 cm, refrigerando cada fracción de sedimento en bolsas de polietileno a bajas temperaturas hasta su posterior procesamiento y análisis. Los estratos considerados como superficiales fueron aquellos cortes comprendidos desde 0-5 cm. El secado de las muestras se llevó a cabo en una estufa a 60 °C por una semana, pulverizando y homogeneizando con un mortero, para finalmente realizar los diferentes análisis. Los materiales utilizados en esta investigación fueron lavados con una solución ácida (HCl 1 mol·L-1) y posteriormente con agua desmineralizada, calidad Nanopure. El muestreo de los sedimentos superficiales y profundos para el presente estudio se llevó a cabo durante el mes de mayo del año 2018, representado por el periodo de sequía.

Procesamiento y análisis de los sedimentos

El fraccionamiento granulométrico de las muestras fue realizado en húmedo siguiendo el procedimiento de Tosiani et al., (2005). Las muestras se tamizaron empleando una mínima cantidad de agua de tal forma que el volumen final no excedió 1,00·103 mL. Los tamices empleados fueron de acero inoxidable, con un diámetro de apertura de malla equivalente a 1,00·103, 500, 250, 125 y 63,0 µm. De esta manera, se separaron la grava y las distintas clases de arena del sedimento total de la fracción lodo (limo y arcilla), la cual permaneció suspendida en el agua y se preservó para el próximo paso.

Para la separación del lodo, en sus componentes limo y arcilla, la suspensión anterior se colocó en un tubo de vidrio de 7,50 cm de diámetro y 1,50 m de largo. Luego de dos horas, se separó la fracción que contenía los limos medios de los lodos finos (limos finos, muy finos y arcillas), las cuales se mantuvieron en el tubo separador por un tiempo de 24 horas. Las distintas fracciones separadas de la suspensión se secaron a 60,0ºC y luego se cuantificaron gravimétricamente.

Las clases texturales principales fueron identificadas como arenas finas, arenas muy finas y lodos (limos y arcillas), de acuerdo con la distribución del tamaño de grano realizada por Folk (1980). La distribución de las diferentes fracciones de los sedimentos se representó mediante el triángulo de Sheppard (1954) mediante el programa Tridraw versión 4,5.

Tabla 1. Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo para el presente estudio

Estación	UTM Este (m)	UTM Norte (m)
LU1	20P 247569	20P 1114313
LU2	20P 243034	20P 1115182
LU3	20P 241144	20P 1116417
LU4	20P 239426	20P 1119250
LU5	20P 243238	20P 1117935
LU6	20P 247409	20P 1116824
LU7	20P 250295	20P 1116808
LU8	20P 255033	20P 1116075
La Cerca	20P 258503	20P 1116969
R. Chávez	20P 240222	20P 1116439

Resultados y discusión

Granulometría

La textura de un sedimento se refiere a la distribución porcentual de las partículas arenas, limos y arcillas en una porción del mismo; el conjunto de partículas de un sedimento cuyo diámetro medio está comprendido entre 5,000 a 0,063 mm son las arenas; las de diámetro medio entre 0,063 y 0,002 mm son los limos, y aquellas cuyo diámetro medio es inferior a 0,002 mm forman las arcillas (Primo & Carrasco 1973; Roa & Berthois 1975). El estudio textural define las propiedades geoquímicas de los sedimentos, la absorción de agua y proporciona información en la investigación ambiental sobre contaminación marina (López et al., 2005).

La Figura 2, muestra la distribución textural de los sedimentos de la laguna de Unare. Las arenas presentaron valores que oscilaron entre 0,69% y 26,81%, registrándose los máximos porcentajes hacia la zona Sur de la laguna, mientras que para la fracción granulométrica correspondiente a los limos, se registraron valores entre 71,00% y 98,20% para un valor promedio de 91,92% con distribución homogénea en toda la extensión de la misma, predominando ésta clase en la textura de los sedimentos. Por su parte, la fracción minoritaria correspondió a los lodos finos, la cual varió desde 1,00% hasta 6,59% (Tabla 8) concentrándose en la zona central de la laguna. Resultados similares fueron observados por Fermín (2002), donde indicó que la distribución de las fracciones limo-arcilla presentaron un comportamiento homogéneo en todo el ecosistema, donde los limos aumentaron su concentración hacia el sur y las arcillas aumentaron hacia el este y sur de la laguna.

La característica principal de los granos de sedimentos se vio definida por el predominio de la fracción textural más abundante, en este caso por los limos con 91,92%, seguido de las arenas con 5,50% y los lodos finos con 3,80% (Tabla 2)

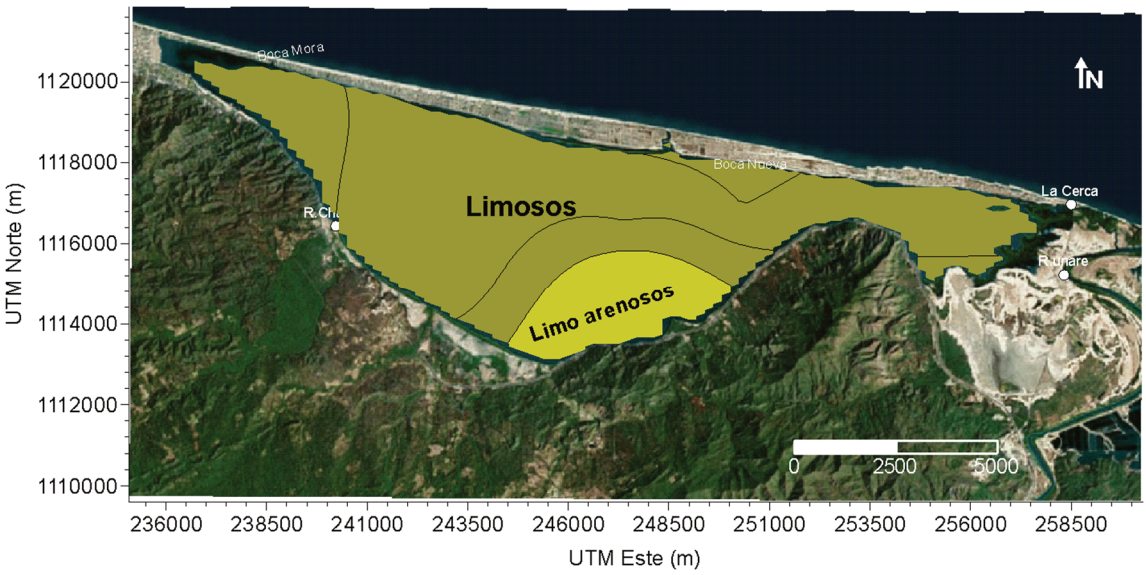


Figura 2. Textura de los sedimentos recientes de la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela.

Tabla 2. Distribución textural de los sedimentos superficiales en la laguna de Unare, Anzoátegui, Venezuela.

Estación	Composición porcentual (%)			Textura
	Arenas	Lodos finos	Limos	
LU1	26,81	3,92	71,00	Limo-arenoso
LU2	2,00	3,60	94,40	Limoso
LU3	3,54	3,66	92,80	Limoso
LU4	0,70	5,20	94,10	Limoso
LU5	8,74	4,21	95,41	Limoso
LU6	0,73	6,59	92,70	Limoso
LU7	0,69	2,53	96,78	Limoso
LU8	0,80	1,00	98,20	Limoso
Promedio	5,50	3,84	91,92	
Mínimo	0,69	1,00	71,00	
Máximo	26,81	6,59	98,20	

El tamaño de las partículas de arena es de gran importancia para los animales bentónicos, principalmente para algunas de las formas más pequeñas que se alimentan de zooplancton, existiendo un límite en cuanto al tamaño de los organismos que pueden ingerir (Rodríguez et al., 2022), en este estudio la presencia de arenas se encontró en la estación LU1 que se atribuye a la descarga del rio Cautaro y otras quebradas en la época de lluvia, además de los procesos dinámicos existentes y a la batimetría de la laguna. Este hecho lo confirmaron Guevara et al., (2017) quienes afirmaron que la energía cinética media (ECM) en un ambiente lagunar deposicional es en su mayoría baja y moderada, permitiendo el transporte del sedimento fino y la sedimentación de la fracción más gruesa (Buitrago et al., 2014).

Otros aspectos importantes que pueden influir en la distribución de las fracciones texturales en la laguna son los aporte de ríos y quebradas, debido a los procesos erosivos en sus cuencas que movilizan un material particulado de mayor tamaño y a través de sus bocas; la topografía y pendiente del fondo lagunar que condiciona el movimiento de los sedimentos; la velocidad y dirección de los vientos y las diversas corrientes generadas durante el régimen de pleamar y bajamar que gobierna este ecosistema, influenciado mayoritariamente por los vientos Alisios en la masa de agua durante los meses de noviembre – abril que se desplazan en dirección E-NE que producen resuspensión del sedimento (Marín 2020; Marcano 2021).

El muestreo para el presente estudio se llevó a cabo en mayo del año 2018, representado por una época de sequía, lo que trae consigo disminución del caudal del rio Unare y menor incidencia del

mismo sobre la laguna, un aumento en la deposición de material fino debido a la baja intensidad de las corrientes y por ende un aumento de la tasa de sedimentación.

De acuerdo a la clasificación textural de Sheppard (1954) los sedimentos superficiales en la laguna de Unare son principalmente limosos excepto la estación LU1 en la zona sur de la laguna, que tuvo un comportamiento limo-arenoso (71,10% limos – 26,81% arenas) atribuido principalmente a las desembocaduras de quebradas en la zona así como también por las corrientes generadas por los vientos en la masa de agua; para el resto de la laguna se encontró una composición textural limosa y homogénea en toda su extensión (Fig.3).

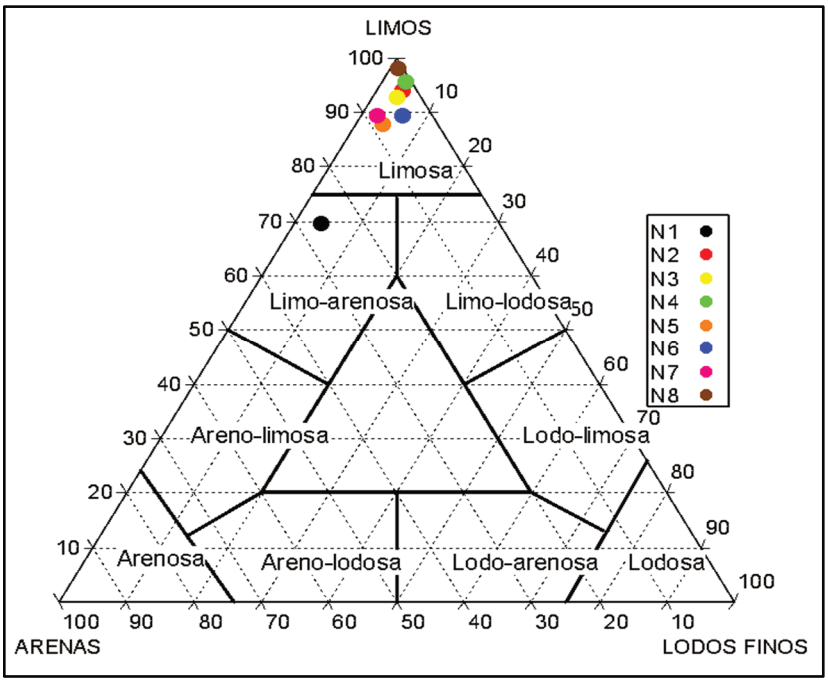


Figura 3. Clasificación textural según Shepard (1954) para sedimentos superficiales de la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela.

En cuanto al comportamiento de los sedimentos subsuperficiales de la laguna de Unare, la distribución textural predominante fue la limosa, manteniendo un mismo patrón en toda la extensión del ecosistema, para la zona oriental (estación LU8) los valores más altos de limos se encontraron en los primeros 15,0 cm, 95,9% (0,00-5,00 cm), 95,1% (5,00-10,00 cm) y 94,8% (10,00-15,00 cm) respectivamente (Fig. 4) atribuido a los sedimentos finos provenientes de la descarga del río Unare y al aumento de la tasa de sedimentación en esta área; mientras que la región nororiental de la laguna, donde se encuentra ubicada la estación LU7, presentó mayor cantidad de limos en la superficie (0,00-

5,00 cm) con 95,78%, descendiendo en el estrato de (5,00-10,0) cm a 76,0% probablemente esta variación se deba a la hidrodinámica de la laguna y luego aumentando hasta 92,7% a los 15,00 cm (Fig. 4).

En la región noroccidental, específicamente en la estación LU5, el contenido de limos presentó variaciones desde el estrato superficial hasta los 40,00 cm de profundidad, oscilando entre 95,4% y 94,2% (Fig. 5). Sin embargo, el predominio del material fino es característico de una zona de baja energía, en la cual se produce un aumento de la deposición del material particulado, al igual que en la estación LU2, región centrosur, la cual mostró un comportamiento similar en los 15,00 cm (variaciones entre 96,0% y 94,8%) atribuidos al traslado de sedimentos por la hidrodinámica y de la laguna (Fig 5)

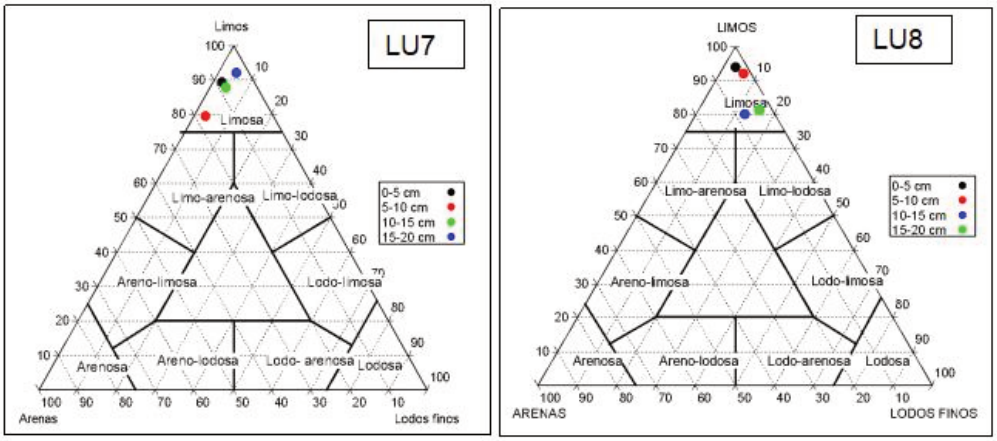


Figura 4. Clasificación textural según Shepard (1954) para los sedimentos por debajo del estrato superficial de las estaciones LU7 y LU8 de la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela.

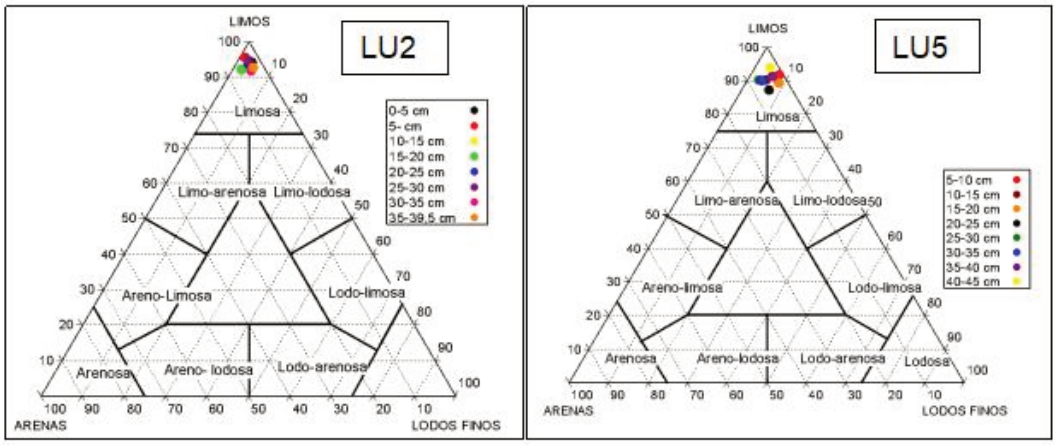


Figura 5. Clasificación textural según Shepard (1954) para los sedimentos por debajo del estrato superficial de las estaciones LU2 y LU5 de la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela.

En el presente estudio, se llevó a cabo un análisis detallado de las características texturales de los sedimentos superficiales mediante el uso exclusivo de estadística descriptiva. Se recolectaron muestras en distintos puntos de la laguna, permitiendo identificar variaciones en la proporción de arenas, limos y arcillas. Los resultados revelan una predominancia de sedimentos finos en áreas de menor energía hidrodinámica y arenoso hacia la cerca en la parte oriental de la laguna. Se logró caracterizar la distribución granulométrica, aportando información clave sobre los procesos sedimentarios que modelan este ecosistema lacustre. Estos hallazgos constituyen una base fundamental para futuras investigaciones orientadas a la dinámica ambiental y la gestión sostenible de la laguna de Unare.

Conclusiones

La distribución espacial de los granos de sedimentos superficiales y profundos de la laguna de Unare presentó un predominio de la fracción textural limosa, excepto la estación 1 que fue limo-arenosa.

La presencia de estos sedimentos se atribuye principalmente a procesos naturales, fenómenos de transporte de sedimentos, hidrodinámica y batimetría de la laguna.

El análisis textural de los sedimentos constituye una herramienta clave para interpretar las transformaciones físicas, químicas y ecológicas ocurridas en este ecosistema lagunar, permitiendo así una evaluación integral de su evolución a lo largo del tiempo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Postgrado en Ciencias Marinas de la Universidad de Oriente y al grupo de Investigación de Nuevos Materiales de La Universidad Politécnica Territorial del Oeste de Sucre “Clodosbaldo Russián”

Referencias Bibliográficas

Aquilano, A., Marrocchino, E., Paletta, M.G., Tessari, U & C, Vaccaro. Geochemical Characterization of Sediments from the Bibione Coastal Area (Northeast Italy): Details on Bulk Composition and Particle Size Distribution. J. Mar. Sci. Eng. 2023, 11, 1650. https://doi.org/10.3390/jmse11091650

Béjar, M., D. Vericat, I. Nogales, F. Gallart & R. Batalla. 2018. Efectos de las extracciones de áridos sobre el transporte de sedimentos en suspensión en Ríos de Montaña (Alto Río Cinca, Pirineo Central). Cuad. de Investig. Geogr. 44 (2): 641-658. http://doi.org/10.18172/cig.3256

Bonilla, J. & G. Cedeño. 1989. Caracterización orgánica del biosistema lagunar Tacarigua-Unare-Piritu, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. 28 (1 & 2): 225-237.

Buendía, C., C. Gibbins, D. Vericat, J. López & R. Batalla. 2011. Influence of naturally high fine sediment loads on aquatic insect larvae in a montane river. Scott. Geogr. J. 127: 315-334. https://doi.org/10.1080/14702541.2012.670006

Buitrago. F., P. Guevara, H. Hernández & M. Llano. 2014. Sedimentos superficiales y dinámica sedimentaria de la laguna El Saco, Isla de Coche, estado Nueva Esparta, Venezuela. Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle. 74(181–182): 45–60.

Caicedo, D. 2022. Caracterización granulométrica y mineralógica de los sedimentos de la cuenca del Atrato. Trab. Grad. Ing. de Materiales, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia 2022, 60 pp.

Cano, H., Ardila, H., Olaya, N., Suárez, E., Salas, K., Ariza, P. (Comp.), (2024). Sostenibilidad en Acción: Revisiones Sistemáticas de los ODS para la Ingeniería Civil y Ambiental. Educosta.

Castillo, R., Alfaro V., Correa, S., Orozco J. & M, Campos. (2024). Calidad del ambiente marino costero de la Libertad, Perú. Inf Inst Mar Perú, 51(2): 204-229.

Condori, R. 2023. Evaluación de la calidad de sedimento marino por metales pesados en el puerto de Ilo, Perú. Trabajo de tesis en maestría en gestión minera y ambiental. Escuela de posgrado Newman, Perú. 99pp.

Contreras, J. & Mendoza, L. (2004). Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del Río Haina. Ciencia y Sociedad, vol. 29, núm. 1, enero-marzo, 2004, pp. 38-71.

Fermín, I. 2002. Estudio Geoquímico de la laguna de Unare, Edo Anzoátegui. Trab. Grad. M. Sc. Ciencias Marinas, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Folk, R. (1980). Petrology of Sedimentary Rocks, Second Edition, Hemphill Publishing Company, Austin, USA. 184p.

Gamito, S. 2008. Three main stressors acting on the Ria Formosa lagoonal system (southern Portugal): Physical stress, organic matter pollution and the land ocean gradient. Estuarine, coastal and shelf science 77, 710-720.

Guevara P., A. Guzmán & X. Otero. (2017).Sulfuros volátiles en ácido (AVS) y metales traza en sedimentos de la zona interna de la ría de Ortigueira (A Coruña). 23 pp.

Jones, J., J. Murphy, A. Collins, D. Sear., P. Naden & P. Armitage. 2012. The impact of fine sediment on macro-invertebrates. River Res. and Appl. 28: 1055-1071. https://doi.org/10.1002/rra.1516.

Karstens, S., Buczko, U., Jurasinski, G., Peticzka, R & Glatzel, S. (2016) «Impact of adjacent land use on coastal wetland sediments» Science of the Total Environment, vol. 550, 337-348.

Kjerfve, B. (1994). Coastal Lagoons Processes. In: Kjerfve, B. (Ed.) Coastal Lagoons Processes. Elsevier. Amsterdam. Chapter 1: 1-8. Minera y Ambiental. Escuela de posgrado Newman, Perú. 99pp.

López, N., Borrego, J., Carro, B. & Lozano-Soria, O. 2005. Biodisponibilidad de Fe y metales pesados en los sedimentos de la Ría de Huelva (SO de España). Geogaceta, 37: 219-222.

Marcano, D. 2021. Geoquímica de la materia orgánica en sedimentos recientes de la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela. Trab. Grad. M.Sc. Ciencias Marinas. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 109 pp.

Marcano, D., A. Gutiérrez & F. Marín. 2024. Caracterización Hidroquímica De La Cuenca Del Río Manzanares, Estado Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venez. 63 (01): 33-45.

Marín, F. 2020. Geoquímica de metales pesados y calidad ambiental en sedimentos recientes de la laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela. Trab. Grad. M.Sc. Ciencias Marinas. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela. 139 pp.

Marín, F; Gutiérrez, A & D, Marcano. (2024). Distribución granulométrica de un sistema hidrográfico del sector nororiental de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Venez. 63 (01): 21-32 (2024).

Márquez, A., Senior, W., Fermín, I., Martínez, G., Castañeda, J. & González, Á. (2008). Cuantificación de las concentraciones de metales pesados en tejidos de peces y crustáceos de la Laguna de Unare, estado Anzoátegui, Venezuela. Revista Científica, 18(1), 73-86. Recuperado en 04 de junio de 2025, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079822592008000100012&lng=es&tlng=es .

Martínez, M. 2002. Especiación de metales pesados en columnas de sedimentos de la laguna de Unare y Piritu. Estado Anzoategui, Venezuela. Trab. Grad. Lic. Química., Universidad de Oriente, Cumana, Venezuela, 76 pp.

Miramontes, M., C. Andrade & V. Montero. 1997. Contenido y enriquecimiento de metales en sedimentos de la Ría de Vigo (España). Talassas, 13: 87 97.

Moreno, I. (2024). Caracterización y dinámica de la comunidad de peces en dos lagunas costeras del golfo de California, México. Trab. Grad. Dr. Ciencias., Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, California, México, 148 pp.

Okuda, T.1965. Consideraciones generales sobre las condiciones ambientales de la laguna y el río Unare. Bol. Inst. Oceanogr., Univ. Oriente, 4 (1), 136-154.

Ortega, P., Cejudo, E. & Ortega, D. (2024). Simplemente complejo: el Sistema Lagunar Nichupté en Cancún, Quintana Roo (México). Desde el Herbario CICY., 16: 122-130.

Pinet, P. 2019. Invitation to oceanography. 8va Ed. Editorial Colgate University, Jones & Bartlett Learning. 598 pp.

Pretty, J., A. Hildrew & M. Trimmer. 2006. Nutrient dynamics in relation to surface-subsurface hydrological exchange in a groundwater fed chalk stream. J. Hydrol. 330: 84-100. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.04.013

Primo, E. & J. Carrasco. 1973. Química Agrícola I. Suelos y fertilizantes. 1era edición. Editorial Alhambra, S. A. España.

Ridgway, J. & Shimmield, G. (2002). Estuaries as repositories of historical contamination and their impact on shelf seas. Estuar Coast Shelf Sci 55:903–928.

Roa, P. & L. Berthois. 1975. Manual de sedimentología. Manual para el estudio de sedimentos consolidados. Tip. Sorocaima. Caracas, Venezuela. 303 pp.

Rodríguez, A., Vázquez, H., Chávez, R., Cházaro, S., Morán, Á., Barreto, O., & A, Cruz. (2022). Caracterización sedimentológica del sistema lagunar de Mandinga, Veracruz, México. BIOCYT Biología Ciencia y Tecnología, 15. https://doi.org/10.22201/fesi.20072082e.2022.15.83061.

Schubert, H. & Telesh, I. (2017). Estuaries and coastal lagoons. En: Snoeijs-Leijonmalm, P., Schubert, H. y Radziejewska, T. (Eds.). Biological oceanography of the Baltic Sea. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 483-509. doi: 10.1007/978-94-007-0668-2_13.

Senior, W. & R. Aparicio. 1992. Estudio Ambiental de las Costas del Estado Anzoátegui. Sistema lagunar Unare-Píritu. (Proyecto EACA). Informe Final. Departamento de Oceanografía. Cumaná, Venezuela. 132 pp.

Senior, W. 1994. Estudio del sistema lagunar Tacarigua-Unare-Píritu. Proyecto CONICIT PC 074. Departamento de Oceanografía. Cumaná, Venezuela. 395 pp.

Senior, W., J. Castañeda & G. Martínez. 1999. Estudio oceanográfico y calidad de agua y sedimentos nororiente de Venezuela: caso del sistema lagunar Unare-Píritu. Departamento de Oceanografía. Instituto Oceanográfico de Venezuela. Universidad de Oriente. Cumaná. 70 pp.

Sheppard, L. 1954. Nomenclature based on the sand-silt-clay retios. J. of Sediment. Petrol., 24(3): 151-158.

Tosiani, T., Yanes, C. & Ramírez, A. (2005). Sedimentos recientes frente al delta del Orinoco, Venezuela. Frente Atlántico Venezolano. Investigaciones Geoambientales: Ciencias de la Tierra. Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA)-Fondo editorial Fundambiente. Caracas, Venezuela 2, 53-61.

Wood, P. & P. Armitage. 1997. Biological effects of fine sediment in the Lotic environment. Environ. Manage. 21: 203-217..