

24

Los humedales costeros venezolanos en los escenarios de cambios climáticos: vulnerabilidad, perspectivas y tendencias

Críspulo Marrero¹ y Douglas Rodríguez-Olarte²

¹UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS “EZEQUIEL ZAMORA”, VENEZUELA

²UNIVERSIDAD CENTRO OCCIDENTAL “LISANDRO ALVARADO”, VENEZUELA
e-mail: krispulom@gmail.com

RESUMEN

En la extensa franja costera venezolana, donde incluimos las fachadas continentales del mar Caribe y el océano Atlántico, las costas de más de 300 islas e islotes, y las costas del lago de Maracaibo, existen diversos humedales asociados a Sistemas marinos y Sistemas estuarinos en los subsistemas mareal e intermareal (arrecifes, costas rocosas y de escombros, fondos no consolidados, herbazales y bosques entre los que destacan los manglares). Ambientes como las lagunas costeras, y charcas, salinas, bancos de coral, deltas y estuarios que soportan las clases de humedales mencionados, son vulnerables a elementos del cambio climático como la alteración de los patrones climatológicos (cambios en frecuencia e intensidad de los eventos de tormentas), y la variación en los niveles del mar. Una eventual ruptura de los equilibrios dinámicos de transporte de sedimentos en los litorales venezolanos, como consecuencia de la alteración de patrones de tormentas, y la elevación de los niveles del mar, exacerbaría procesos de erosión, como la progradación y la retrogradación, que reducirían la extensión de los humedales. Así mismo, la elevación en los niveles del mar acrecentaría la intrusión salina en estuarios y deltas cambiando las propiedades de las aguas, incidiendo sobre los mecanismos de funcionamiento de estos ambientes y afectando con ello comunidades

Marrero C., y D. Rodríguez-Olarte, 2017. Los humedales costeros venezolanos en los escenarios de cambios climáticos: vulnerabilidad, perspectivas y tendencias. p. 461-476. En: Botello A.V., S.Villanueva, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático. UJAT, UNAM, UAC. 476 p.

vegetales y animales. El deterioro, los cambios profundos o el aumento de la vulnerabilidad en esos ambientes litorales, y sus humedales asociados, no solo afectaría a estos sistemas biológicos en su funcionamiento y su biodiversidad, sino que consecuentemente incidiría sobre los servicios ecosistémicos, la economía y la calidad de vida de los habitantes de un amplio sector de la población venezolana que se ha asentado en esas regiones. En especial impactaría la provisión de recursos biológicos entre los que destaca la pesca, así como servicios de recreo y turismo, y absorción de carbono atmosférico entre otros.

Palabras clave: litoral venezolano, lagunas costeras venezolanas, estuarios venezolanos, deltas venezolanos, intrusión salina, pesquerías.

ABSTRACT

In the extensive coastal strip of Venezuela, where we include the continental facades of the Caribbean sea and the Atlantic ocean, the coasts of more than 300 islands and islets, and the coasts of Lake Maracaibo, there are several wetlands associated with Marine Systems and Estuarine Systems in Tidal and intertidal subsystems (reefs, rocky and debris coasts, unconsolidated funds, grasslands and forests, among which mangroves stand out). Environments such as coastal lagoons, ponds, salt flats, coral reefs, deltas and estuaries that support the above mentioned wetland classes are vulnerable to elements of climate change such as the alteration of weather patterns (changes in frequency and intensity of storms), and variation in sea levels. An eventual rupture of the dynamic balances of sediment transport in the venezuelan littoral, as a consequence of the alteration of storm patterns, and the elevation of sea levels, would exacerbate erosion processes, such as progradation and retrogradation, which would reduce the extension of wetlands. Likewise, sea level rise would increase saline intrusion in estuaries and deltas by changing the properties of the waters, affecting the functioning mechanisms of these environments and thus affecting plant and animal communities. Deterioration, profound changes or increased vulnerability in these coastal environments, and their associated wetlands, would not only affect these biological systems in their functioning and biodiversity, but would consequently impact on ecosystem services, economy and quality of life of the inhabitants of a large sector of the venezuelan population that has settled in those regions. In particular, it would impact the provision of biological resources, including fishing, leisure and tourism services, and the absorption of atmospheric carbon, among others.

Key words: Venezuelan coast, Venezuelan coastal lagoons, Venezuelan estuaries, Venezuelan deltas, saline intrusion, fisheries

INTRODUCCIÓN

Se conoce como zona costera el espacio de transición y de interacción entre los ambientes marinos y terrestres. La costa incluye tanto la zona emergida como playas, rocas y en general áreas someras sometidas a la actividad de las olas. La línea de costa es

el trazado donde hay contacto entre el agua y la tierra; su posición no es fija, pues varía en el tiempo con las transgresiones y regresiones marinas de largo plazo (periodos glaciares e interglaciares), y eventos de más corto plazo (retrogradaciones o prograda-

ciones producidas por desgaste erosivo o tormentas).

Venezuela posee alrededor de 4 000 kilómetros de costas en sus frentes del mar Caribe y el océano Atlántico: desde Castilletes al oeste del golfo de Venezuela hasta Punta Playa, al este en el Delta del Orinoco (figura 1). Esas costas están sectorizadas por regiones: oriental, central y occidental. El oriente costero venezolano abarca las costas de los estados Sucre, Nueva Esparta (de carácter insular), Anzoátegui y Delta Amacuro. La región central incluye las costas de los estados Aragua, Vargas y Miranda; y la región costera occidental, comprende los estados Carabobo, Falcón y el frente marítimo del golfo de Venezuela en el estado Zulia. Adicionalmente hay que incluir las costas de 314 islas e islotes (dependencias federales), entre las cuales destacan: el archipiélago de Los Roques (único atolón coralino al sur del Caribe); los archipiélagos de Los Monjes, Los Testigos, Los Frailes, Los Hermanos y Las Aves; y las islas de La Tortuga, La Blanquilla y La Orchila.

En la amplia costa venezolana existen diversos humedales asociados a Sistemas marinos y Sistemas estuarinos (sensu Cowardin *et al.*, 1979). Entre las clases de humedales asociados a los Sistemas marinos (Subsistemas mareal e intermareal) encontramos: fondos rocosos, costas rocosas,

fondos no consolidados y arrecifes. Entre los humedales asociados a los Sistemas estuarinos (Subsistemas mareal e intermareal) encontramos las clases: fondos rocosos, fondos no consolidados, arrecifes, costas rocosas, matorrales emergentes, lechos de hidrófitas flotantes y arraigadas, y bosques.

Estas clases de humedales están presentes en lagunas costeras, lagunetas, salinas, bancos de corales, praderas de *Thalassia*, manglares, herbazales, borales y rabanales. Entre las lagunas resaltan las siguientes: Las Salinas, Laguna Grande y La Reina, de aproximadamente 1.6 km², ubicadas en la costa centro-oriental, entre Cabo Codera y Carenero, en el estado Miranda; más hacia el este, en la región centro-oriental, el complejo lagunar Tacarigua-Unare-Píritu (más de 78 km²), entre los estados Miranda y Anzoátegui, siendo el conjunto de lagunas costeras estuarinas más importante del país (figura 2); Las Maritas (9.4 km²) y La Restinga (26 km²), de características hipersalinas, ubicadas en la isla de Margarita; y laguna de Cocineta (10 km²) en el área del Golfo de Venezuela, en la península de La Guajira, al occidente (Cressa *et al.*, 1993). Por su parte el estado Falcón, ubicado al occidente, tiene al menos 17 humedales costeros relevantes, bosques de manglares en lagunas y caletas, y arrecifes, asociados a Sistemas marinos y estuarinos; en total



Figura 1. Panorámica de las costas venezolanas en los frentes Caribe y Atlántico.



Figura 2. Ejemplos de sistemas marinos y estuarinos con humedales asociados que están sujetos al influjo de las mareas, en la fachada Caribe de la costa de Venezuela. Arriba vista panorámica de una laguneta en el área de Borburata estado Carabobo (fotografía noviembre de 2008). En el centro (fotografía de la izquierda) vista panorámica La laguna de Tacarigua, presentando en primer plano la barra que la separa del mar abierto (fotografía propiedad de Joao Goncalvez © en Panoramio ®). A la derecha boca de salida de la laguna de Tacarigua al mar (fotografía propiedad de Laurencio © en Panoramio ®). Abajo (fotografía de la izquierda) banco de arrecife emergido durante la marea baja en el Parque Nacional Morrocoy, y a la derecha bosque de manglar en el Parque Nacional Morrocoy.

ocupan una superficie de aproximada de 1 078.40 kilómetros cuadrados, siendo la entidad con la mayor cantidad de este tipo de humedales en el país (Pannier y Fraíno, 1989; Lentino y Bruni, 1994).

Los bancos de arrecife como el de la figura 2, que circadianamente están sometidos a las mareas y periódicamente emergen, dependen mucho de ese ciclo para su dinámica ecológica interdiaria, en especial

para eliminar excesos de sedimentos en su superficie; pero muchos ambientes estuarinos en aguas costeras dependen tanto de las mareas, como del aporte de las aguas de los ríos en su dinámica de funcionamiento, propiedades físico-químicas del agua, y en última instancia su estructuración ecológica más a largo plazo. La laguna de Tacarigua es un buen ejemplo (más no el único) de este tipo de sistemas estuarinos, que

para regular sus procesos dependen por una parte de las mareas, y por otra parte de la dinámica de los ríos. Esta laguna es un refugio de aves (Lentino, 1988), y un vivero natural de peces y camarones de gran importancia en la economía local y regional. Presenta un área de albufera permanente, poco profunda (1.2 metros en promedio), separada del mar por una extensa barra litoral de 29 kilómetros de largo, y con un acceso al mar por donde entra y sale agua (Conde, 1996). Entre los afluentes que aportan agua dulce a esta laguna, se destacan el río Guapo y caños como el Pirital, San Nicolás y el San Ignacio. Durante la época de sequía (diciembre-mayo), cuando disminuye el aporte de agua dulce de los ríos, la sedimentación obstruye la boca de salida hacia el mar, y con ello varía considerablemente la salinidad en el espejo acuático; por este proceso se controla la calidad y las propiedades microbiológicas del agua (Malaver *et al.*, 2014), y subsecuentemente se influye sobre los ciclos vitales de peces y otros organismos que allí habitan, y hasta la fenología de los manglares.

También en la fachada caribe venezolana hay una gran cantidad de humedales estuarinos que dependen del mar y de los ríos para completar su dinámica ecológica, pero que no desembocan en espacios semi-cerrados como las lagunas costeras. En este sentido es bueno señalar que en la fachada caribeña de la costa venezolana al menos 20 ríos, drenan desde paisajes situados al norte del país, o desde el flanco norte de la cordillera de La Costa, vertiendo continuamente cantidades considerables de sedimentos hasta el mar. Estas descargas masivas de sedimentos han favorecido el rellenamiento de áreas perimetrales en los estuarios por donde desembocan los ríos, acarreando nutrientes, contribuyendo a formar humeda-

les estuarinos como el del río Tuy (figura 3), y con ello convirtiéndose en sectores de atracción para los peces; no obstante, al menos por ahora, en estos sitios no existen los factores y parámetros (ver Giosan y Bhattacharya, 2005), que permitirían la consolidación de plataformas deltaicas notables como si ocurre en la fachada atlántica. Estos ríos sólo en las partes bajas de sus segmentos se hallan influenciadas por el mar; y en consecuencia acusan los efectos de éste pero en menor grado: básicamente están sujetos al efecto colateral de las mareas, y, limitadamente, pueden exhibir un cierto grado de alteración en las concentraciones salinas de sus aguas.

Por su parte en la fachada del Atlántico, al extremo oriental del país, es más compleja que la fachada Caribe, desde el punto de vista de los procesos sedimentarios; de hecho, allí se han consolidado deltas que conforman la denominada Planicie Costera del Delta del Orinoco (PCDO), donde se ha constituido una de las áreas con mayor cantidad de humedales palustres de tierras bajas en el país (figura 4).

Esta planicie tiene aproximadamente 370 kilómetros de largo, y un área estimada de 70 000 km². Hacia allí, vertiendo al océano, drenan varios ríos de gran magnitud provenientes de paisajes geográficos internos. Entre estos ríos destacan: Guanipa del estado Monagas; San Juan de los estados Sucre y Monagas; Turuépano del estado Sucre, El Tigre, Morichal Largo y por supuesto, el Orinoco. De acuerdo a MARRERO (1979) y Méndez-Baamonde (2005a), la PCDO comprende cuatro subunidades: 1) Planicie Cenagosa Costera Nororiental; 2) Planicie Deltaica ríos Tigre y Morichal Largo; 3) Planicie Deltaica del Orinoco, y 4) Planicie Deltaica Sur del Orinoco. A su vez la Planicie Deltaica del Orinoco, o



Figura 3. Arriba ambas fotos, estuario y humedales en la franja submareal en la desembocadura del río Tuy estado Miranda (fotografías: izq. propiedad de Google Earth®, junio 2016; derecha Rene Kreft©, Fundación Eólica®). Abajo panorámica del estuario del río Tuy, en un sector del dominio fluvial (subsistema mareal), allí sólo eventualmente se deja sentir el influjo de la marea, pero no hay alteración en la concentración salina (fotografía propiedad de José Marrero© junio, 2016).



Figura 4. Humedales palustres en el delta del Orinoco, a la izquierda chaguaramalen el parque nacional Turuépano estado Sucre con presencia de *Roystonea oleraceae*. A la derecha arriba, bosque inundable. A la derecha abajo Rabanal en Caño Buja con presencia de *Montrichardia arborescens*.

abanico del Orinoco, comprende: Delta alto; Delta medio y Delta bajo (Echezurría *et al.*, 2002), o también se ha subdividido sólo en dos regiones: delta inferior y delta superior (ver González, 2013). El abanico deltaico posee un área que oscila entre 20×10^3 y 30×10^3 km², (Méndez-Baamonde, 2005a y González, 2011); recibe al menos 22 ríos donde destacan: Mánamo, Pedernales, Makareo, Maruisa, Cocuima, Aragua, Barima y Río Grande. La PCDO, y particularmente el abanico deltaico del Orinoco, resultan de un gran acopio de sedimentos (estimados en 200×10^6 toneladas/año); aunque éstos en parte provienen del río Amazonas, transportados hasta allí por la corriente atlántica de Guayana (Méndez-Baamonde, 2005b), sólo por intermedio del Orinoco se colectan aguas de ríos andinos, ríos llaneros binacionales, y

ríos guayaneses, convergiendo sedimentos de una cuenca de más de un millón de kilómetros cuadrados, incluyendo territorio colombiano (Méndez-Baamonde, 2005a).

El delta del Orinoco es un entorno muy dinámico, porque el imponente proceso de sedimentación y descarga de aguas, continuamente es regulado por mareas, corrientes oceánicas, y hasta procesos tectónicos (Méndez-Baamonde, 2005b). Allí hay una gran proporción de humedales influenciados directamente por aguas saladas, pero alejados del contacto directo con el mar, aunque siempre bajo efectos hidráulicos de mareas, o desbordamientos periódicos, o ambos, existen humedales con influencia marina exclusivamente, o con influencia fluvio-marina o fluvial exclusivamente (figura 5).

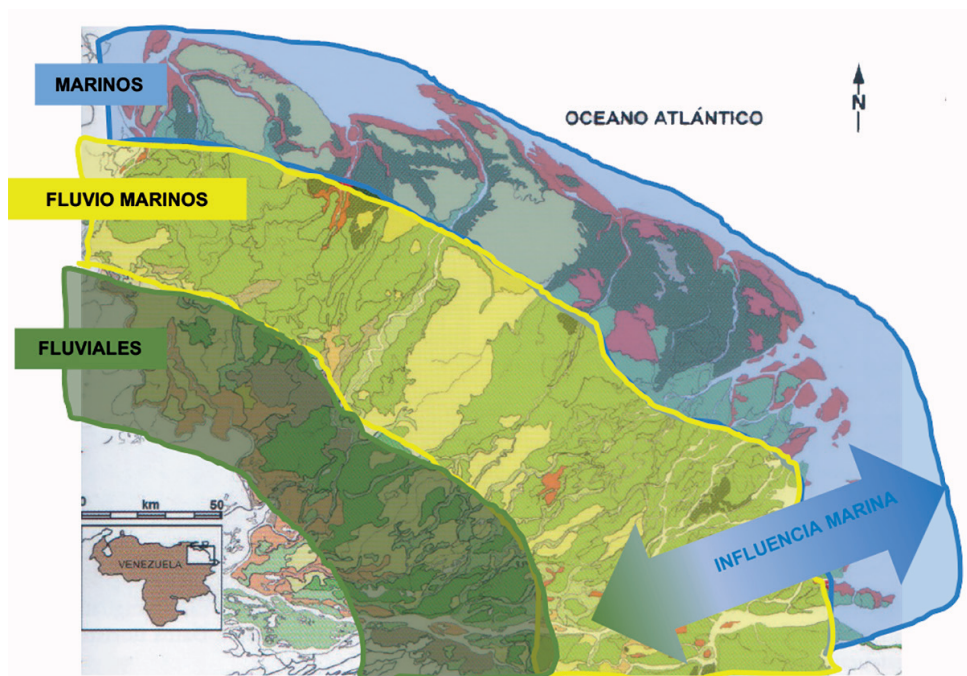


Figura 5. Distribución de humedales en ambientes marinos, fluviomarinos y fluviales destacados en la planicie deltaica del Orinoco (modificado de Colonnello, 2014).

Otro lugar muy rico y con una alta presencia de humedales costeros, está constituido por las costas del lago de Maracaibo, que suman 728 kilómetros, en la depresión de Maracaibo. Esta es una amplia fosa de hundimiento, ocupada en la actualidad por un cuerpo de agua central, y planicies aluviales adyacentes con características fisiográficas variables, dentro de un marco montañoso en forma de herradura (figura 6).

Es una hoya de captación de 89.756 km², donde se recogen aguas de nueve cuencas hidrográficas mayores. El sistema puede ser considerado como un estuario, con una conexión a través de una boca de 55 kilómetros de ancho situada al norte. Se ha dividido en tres zonas principales: el Lago,

el Estrecho y la bahía del Tablazo. Esas tres áreas exhiben un gradiente bien definido de salinidad: altas concentraciones salinas en la bahía del Tablazo, limitando con el golfo de Venezuela al norte; y bajas concentraciones salinas en el sur, donde domina la influencia de ríos muy importantes de los Andes y de la sierra de Perijá (Catatumbo, Escalante y El Palmar, entre otros). Además, el sistema se halla sujeto al influjo de las mareas, las cuales se propagan desde el golfo, y disminuyen progresivamente a lo largo y ancho del estuario. La altura de estas mareas varía desde 1.10 m en el norte en la isla de Zapara y el estrecho, hasta 0.06 m muy al sur en Bobures, en la costa sur-oriental.

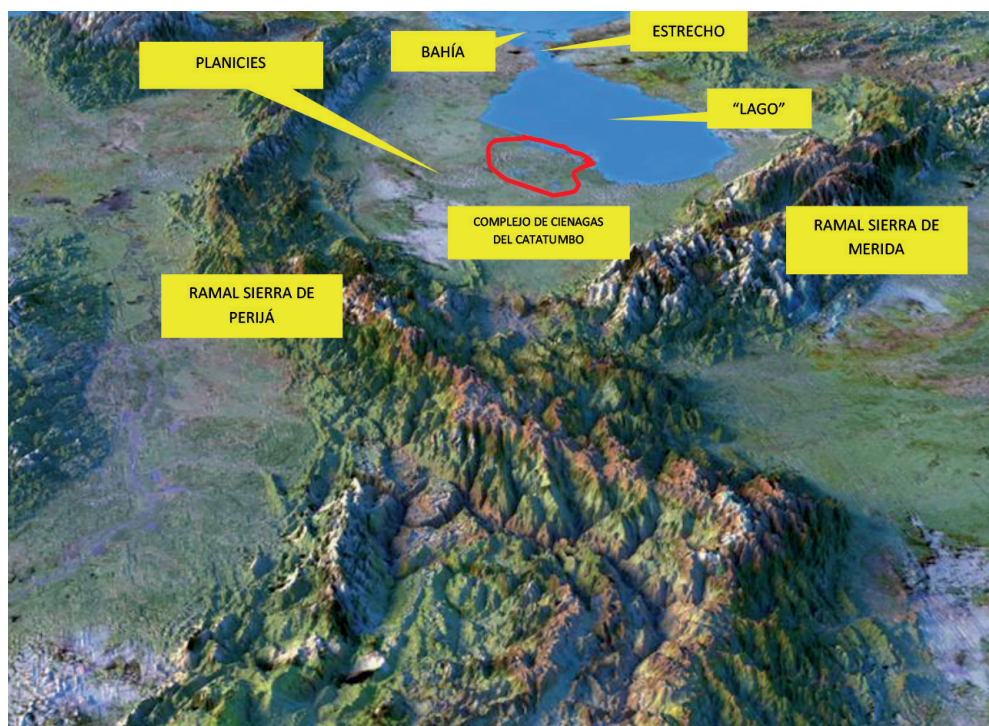


Figura 6. Planicies en la depresión del estuario de Maracaibo entremedio de los ramales de las sierras de Perijá y Mérida; el área dentro el polígono rojo encierra parte del complejo de ciénagas del río Catatumbo.

Desde el punto de vista hidrográfico y sedimentario, Medina y Barboza (2006) señalan que en la depresión del estuario de Maracaibo, se pueden distinguir al menos dos grandes áreas: 1) La subcuenca del río Limón que drena el flanco oriental del ramal occidental de la bifurcación andina. Los tributarios que forman el río Limón drenan hacia el extremo norte de la depresión de Maracaibo: las bahías Uruba y El Tablazo. Este complejo fluvial es responsable de la formación de la planicie sedimentaria en la que se encuentran humedales con características marinas, como lo son las lagunas El Gran Eneal y Sinamaica. 2) Subcuencas de los ríos Palmar, San Juan y Apón; éstos transportan grandes cantidades de sedimentos del flanco oriental del ramal occidental de los Andes, dando origen a un complejo de paisajes costeros, con lagunas separadas del cuerpo principal del lago por delgadas barreras de sedimentos arcillo-arenosos, y deltas tubulares como los que se observan en la desembocadura de los ríos Santa Ana, Catatumbo, Escalante y Concha.

De acuerdo a estos mismos autores, en función de la influencia ejercida sobre esos humedales por factores climáticos, y por las aguas salinas que penetran a través del estrecho, éstos pueden ser sectorizados dentro de tres sub áreas: 1) Humedales marino-costeros. Característicos de las costas en el golfo de Venezuela, con bajas precipitaciones, salinidades elevadas (hasta 35‰), y presencia de salitrales en la franja posterior, donde la influencia de la marea es menos acentuada. 2) Humedales estuarinos. Caracterizados por salinidades inferiores a 35‰, con amplias variaciones estacionales asociadas a la escorrentía terrestre y la precipitación. Es común hallar estos humedales en el área de las bahías de Uruba (desembocadura del río Limón) y El Tablazo, localizadas más allá de las barreras de sedimentos que separan al cuerpo del lago del Golfo de Venezuela. 3) Humedales “lacustres”. Situados en las costas del centro y el sur del “lago”, están sometidos a menor estrés de salinidad. Sin embargo, la influencia de la penetración de agua de mar se refleja por la presencia de franjas densas de mangle, esencialmente *Rhizophora mangle*.

LA IMPORTANCIA DE LOS HUMEDALES COSTEROS

La evolución de los sistemas costeros puede resultar hasta cierto punto complicada, no solo por las interacciones a lo interno, sino también por las derivaciones. En este sentido Sanabria *et al.* (2015) apuntan lo siguiente: “La dinámica de los sistemas costeros y marinos es en extremo compleja. Los intercambios de energía pueden fluir entre componentes de un ecosistema o entre ecosistemas entre sí. Fluyen además entre la sociedad y los ecosistemas que ésta usa. Impactos en los componentes de un ecosistema, como cambios

en la presencia de determinadas especies, la estructura de un hábitat o la periodicidad de los procesos naturales; puede directa o indirectamente afectar muchos otros componentes de estos ecosistemas. Las relaciones entre los sistemas terrestres, costeros y marinos en particular pueden ser fuertemente relevantes para las especies que viven en estos sistemas, incluido el ser humano”

Los ecosistemas costeros proveen servicios múltiples a la fauna (Marín *et al.*, 2006), y a las sociedades humanas. Aunque

menos conspicuos, otros servicios ecosistémicos derivados de estos ambientes, revisiten mucha importancia para el bienestar humano: la regulación climática, la provisión de energía, la provisión de recursos biológicos, así como servicios de recreo y turismo, soporte para el transporte, absorción de carbono atmosférico y servicios culturales (Martín-López *et al.*, 2009).

La pesca es sin duda uno de los principales beneficios que se derivan de los ambientes relacionados directamente con sistemas marinos estuarinos; de hecho, las principales zonas pesqueras de Venezuela, están solapadas sobre las áreas de influencia de los sistemas marinos y estuarinos que soportan a los humedales someramente mencionados (figura 7).

De acuerdo a las cifras oficiales, del total de capturas reportadas por las diferentes actividades pesqueras para el año 2008, el subsector marítimo artesanal contribuyó con hasta un 86.1% de las capturas totales, en su mayor proporción constituidas por pepitonas y sardinas. El resto del aporte correspondió a las diferentes especies provenientes de pesquerías multiespecíficas marítimas, y de especies no objetivo de las pesquerías de arrastre, lo cual generó sólo un 4.2% de la producción; estas actividades para el periodo reseñado, se concentraron en el golfo de Venezuela, golfo Triste, plataforma de Unare, costa norte del estado Sucre, noroeste de la isla de Margarita, golfo de Paria y zona atlántica, frente al delta del río Orinoco.

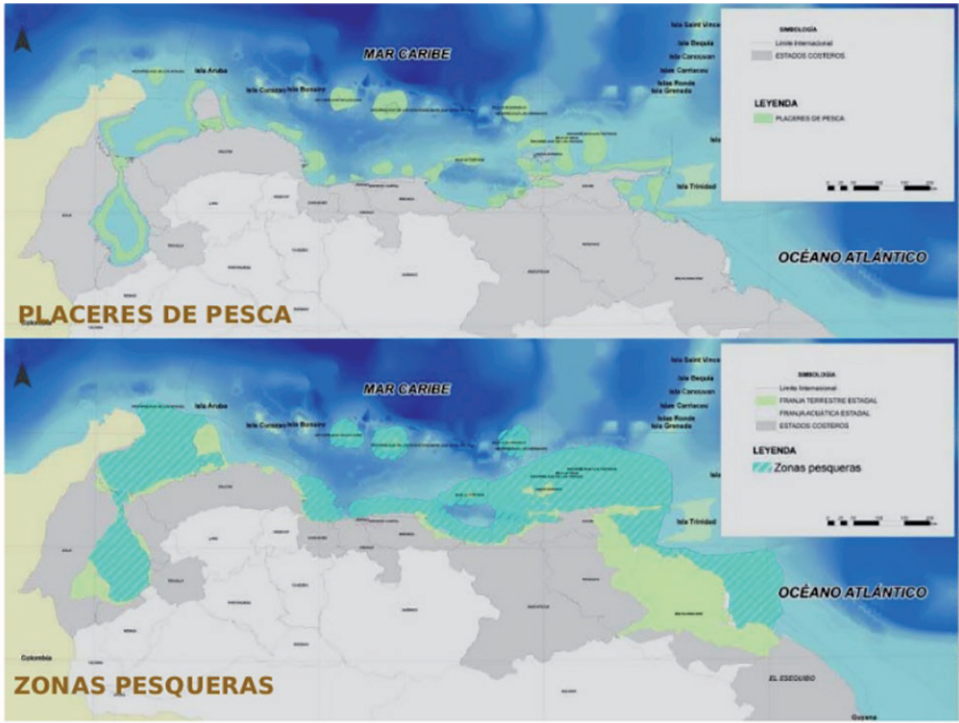


Figura 7. Zonas de abundancia natural de peces (placeres de pesca) y zonas pesqueras. Fuente: (MPPA, 2011).

El turismo y la recreación son otras de las actividades económicas impulsadas en el contexto de los ambientes marino-costeros en Venezuela. De acuerdo al Ministerio de Turismo, las playas siguen siendo el destino más solicitado por la mayoría de los venezolanos en sus temporadas de descanso. Reporta esa misma fuente que más de

17 millones de turistas nacionales y unos 780 000 internacionales recorrieron el país durante el año 2012. De ese gran número, casi 9 millones se concentraron en nueve entidades del país con playas y en general ambientes marinos: Nueva Esparta, Miranda, Falcón, Carabobo, Aragua, Anzoátegui, Vargas, Sucre y las Dependencias Federales.

EL PATRÓN DE ASENTAMIENTO DE LA POBLACIÓN VENEZOLANA

De acuerdo a Lara-Lara *et al.* (2008), se estima que más de la mitad de la población mundial vive dentro de una franja de 100 km de costa y se prevé que para el año 2025, 75% de la población mundial podría habitar en las zonas costeras, concentradas en megalópolis con problemas de marginación y pobreza, y los consecuentes problemas ambientales centrados en la generación de enormes volúmenes de desechos, contaminación de acuíferos y deterioro generalizado.

Venezuela siempre ha otorgado gran importancia a las costas como zonas estratégicas, tanto desde el punto de vista del desarrollo económico como de la seguridad nacional, siendo el mar pilar fundamental del desarrollo. Por ello no es distinta en lo que concierne a ese patrón de distribución de población mundial. Según datos del Censo de Población y Vivienda del año 2011, la mayoría de la población se ubica en zonas costeras, o zonas con amplias facilidades de acceder a éstas: el estado Zu-

lia con 3 704 404 personas; en Miranda se ubican 2 675 165 personas, en Distrito Capital y litoral, 2 245 744 y 1 800 550 en la región oriental y del delta. Con ello se evidencia una concentración de más del 50% de los venezolanos en la zona norte del país, en un área que apenas representa el 10% del territorio nacional (figura 8).

Ese patrón de distribución de la población, que no muestra señales de cambiar en los tiempos por venir, necesariamente pone a los sistemas acuáticos costeros, y sus humedales asociados, en el frente de acción directo de políticas de planificación, o simplemente en la línea de ocupación por parte de la gente; por ello es previsible que se acentúe el desarrollo turístico y habitacional, el fortalecimiento de infraestructura de puertos y aeropuertos, y el fortalecimiento de la infraestructura petrolera e industrial. Así veremos más presión sobre playas y franjas costeras, lagunas costeras, manglares y arrecifes.

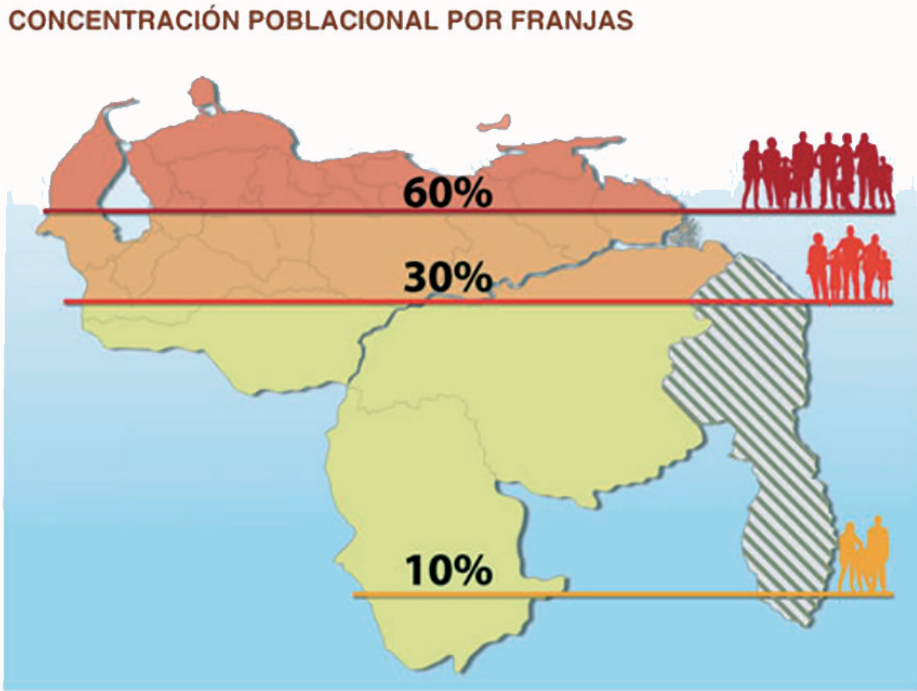


Figura 8. Distribución de la población venezolana.
Fuente: Gran Misión Vivienda Venezuela, 2017.

LOS ESCENARIOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COSTAS VENEZOLANAS

Venezuela es un país con una alta vulnerabilidad al cambio climático, y por ende se verá impactada en distintos grados por el mismo. Los cambios esperados en la próxima década en el clima incluyen diversos elementos que interrelacionados producen una mayor variabilidad climática que afectarían a las zonas costeras. Los elementos del cambio climático que mayormente afectaría las costas venezolanas y a sus Sistemas Marinos y estuarinos, operarían en varios niveles: servicios ecosistémicos, distribución de las precipitaciones, distribución de vectores de enfermedades e incremento del nivel del mar, entre otros.

No son menos importantes procesos tales como las alteraciones en los mecanismos de captación de carbono, que básicamente afecta a los arrecifes coralinos. La tala indiscriminada de las especies de manglar, la remoción de sedimento y la quema indiscriminada de combustibles fósiles incrementan los contenidos de Carbono presentes en el medio el cual al ser absorbido por el medio marino se transforma en ácido carbónico, y secuestra la aragonita que permite la formación de carbonato de calcio en los organismos marinos (Gil-Luna, 2016).

En relación con el clima, se predice que para finales del siglo XXI, la diferencia de temperatura de la época seca con respecto a la lluviosa sería de +1.65 °C, especialmente en el centro y sur del país; y la precipitación diferiría en 0.35 y 0.50 mm/d en casi todo el país (Chacón *et al.*, 2016).

Arismendi (2016), apunta que los cambios en el nivel del mar podrían rondar 0.5 metros, dentro de 70 años. Por ello, las costas de venezolanas en particular están altamente expuestas a los avatares, que pudieran derivarse de los esos cambios. En este sentido Larotta-Sánchez (2005) apunta lo siguiente: *“Venezuela es susceptible a los efectos de los cambios climáticos donde podemos señalar los huracanes, las marejadas, la alteración de las estaciones climáticas y en especial el efecto del Niño y la Niña que involucra sequías prolongadas o fuertes inundaciones por una concentración de lluvias excepcionales. Los huracanes generalmente sólo afectaban los territorios caribeños, pero últimamente han afectado la parte norte de Venezuela y en especial las zonas costeras. Por otro lado, el incremento del nivel del mar (entre 1 a 3 cm al año) por el descongelamiento de los glaciares, afectará indudablemente a las regiones pobladas ubicadas cerca del mar. Además de estos efectos directos, la geotectónica se afecta al generarse desequilibrios por las cargas gravitacionales sobre los lechos marinos, donde el espesor de la corteza terrestre es menor que en los continente. Atendiendo los movimientos regulares de las placas tectónicas y la isostasia, esas variaciones del nivel del mar pueden producir incrementos de esos movimientos con los consecuentes desplazamientos de las fallas de borde de placas, que producen terremotos y vulcanismo en la zonas de subducción”*.

Dugan (2005), trabajando sobre el mismo tema en general señala que entre las

principales causas naturales de reducción de humedales están la sequía, las tormentas, las subsidencias y la elevación del nivel del mar. Por su parte Larío y Barjadí (2017), sostienen que en el ámbito global la inestabilidad de las líneas de costa por ruptura de los equilibrios de transporte y sedimentación de esas interfaces, es una de las principales amenazas de los litorales. El retroceso se produce como consecuencia de una ruptura del equilibrio dinámico entre acumulación y eliminación de sedimentos en sus respectivas áreas. En determinadas zonas un aporte excesivo de sedimentos, mayor del que la dinámica litoral puede distribuir, conlleva a un crecimiento desmesurado de la playa en procesos de progradación. Mientras que en otras zonas, si la arena es retirada más rápidamente de lo que es decantada, las playas se estrechan y la línea de costa retrocede tierra adentro en un proceso denominado retrogradación: en estos casos el mar gana terreno. En ambos casos, tanto por exceso como por pérdida de arena gradualmente se pueden destruir los humedales costeros.

En líneas generales los efectos del cambio climático, en especial la alteración de los patrones climatológicos y la variación en los niveles del mar combinados, tendrían grandes impactos en los ecosistemas costeros venezolanos. El deterioro, o aún la alteración de los mecanismos de funcionamiento y mantenimiento de los humedales, los hace más susceptibles a otro tipo de impactos, aumentando su vulnerabilidad, y afectando consecuentemente los servicios ecosistémicos, la economía y la calidad de vida de los habitantes. Así mismo, si la tendencia en el aumento de la ocupación de las costas venezolanas continua, aumentará la exposición y la vulnerabilidad de los humedales en la región.

Colocando todos esos elementos en perspectiva, podría adelantarse que en esos escenarios del cambio climático (patrones climatológicos y variaciones en los niveles del mar), no sería irrazonable pronosticar las siguientes situaciones:

- Habría desplazamiento de algunas especies y pérdida de humedales; aunque la resiliencia de estos hábitats, propiciaría un reacomodo sobre nuevas áreas.
- En las zonas costeras aumentarían los procesos erosivos debido al ascenso del nivel del mar, y por el aumento en la intensidad del oleaje o en los cambios de dirección del mismo; ello haría más vulnerables a humedales, como los arrecifes coralinos, al cubrirlos de sedimentos; y a lagunas costeras, que podrían suprimir sus conexiones con el mar por exceso de sedimentos.
- Considerando un escenario de tendencia de aumento de nivel del mar para 2090 de aproximadamente 0.5 m, las costas atlánticas experimentarían retrocesos medios permanentes oscilando entre 2 y 3 metros, y valores entre 1 y

2 metros en la fachada caribeña; estos cambios en las áreas de ocupación de las líneas costeras haría vulnerables a los humedales en esos territorios.

- Los incrementos en el nivel del mar exacerbarán eventos de inundación costeros, aumentando su intensidad y frecuencia, deteriorando humedales.
- Los aumentos en los niveles del mar conllevarían a aumentos en la intrusión salina en todos los sistemas estuarinos de las fachadas caribeña y atlántica, y el estuario de Maracaibo y se afectarían las pesquerías.
- Se afectarían la extensión y las proporciones de los humedales marinos, fluvio-marinos y fluviales destacados en la planicie deltaica del Orinoco, y con ello se afectarían las pesquerías.
- Aumentaría la degradación de los arrecifes de coral como consecuencia de la alteración del metabolismo del carbono, que concatenadamente afectaría la estructuración ecológica de estos ambientes, y a las pesquerías.

AGRADECIMIENTOS Y CRÉDITOS

Se utilizó material fotográfico y figuras de Goncalvez © (Panoramio ®); Laurencio © (Panoramio ®); Google Earth®; Rene Kre-

ft© (Fundación Eólica®); José Marrero©; Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y Misión vivienda Venezuela.

LITERATURA CITADA

- Arismendi J., 2016 Incremento del nivel del mar en las costas venezolanas. II Simposio Venezolano sobre Cambio Climático. Ciencia y gestión: desafíos ante los cambios globales.
- Chacón-Moreno E., A. Betancourt, A. Albarrán, Y. Paredes, y M. E. Ramírez, 2016. Escenarios de cambio climático para Venezuela. II Simposio Venezolano sobre Cambio Climático. Ciencia y gestión: desafíos ante los cambios globales.
- Colonnello G., 2014. Bosques y matorrales de pantano del delta del orinoco. En: Lasso, C. A., A. Rial, G. Colonnello, A. Machado-Allison y F. Trujillo (Eds.). 2014. XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia. 303 p.
- Conde, J.E., 1996. A profile of Laguna de Tacarigua, Venezuela: A tropical estuarine coastal lagoon. *Interciencia*, 21: 282-292. http://www.interciencia.org/v21_05/art03/
- Cowardin L., M., V. Carter, F. C. Golet, y E. T. La Roe, 1979. Classification of wetland and deepwater habitat of the United States. us Dep. of Interior Fish and Wild Life Service fws/OBS-79/31 December 1979. Reprinted 1992 142 pp.
- Cressa, C., E. Vásquez, E. Zoppi, J. Rincón y C. López, 1993. Aspectos generales de la limnología en Venezuela. *Interciencia*, 18:237-248. http://www.interciencia.org/v18_05/art03/
- Dugan, P., 2005. Guide to wetlands. Firefly Books, Ontario.
- Echezuría H., J. Córdova, M. González, V. González, J. Méndez, y C. Yáñez, 2002. Assessment of environmental changes in the Orinoco river delta. *Reg. Environ. Change* (2002) 3:20-35.
- Gil-Luna N de J., 2016. El incremento de carbono azul; efectos en acidificación marina, hábitats y pesquería en costas. Perspectivas ambientales y bioéticas. II Simposio Venezolano sobre Cambio Climático "Ciencia y gestión: desafíos ante los cambios globales.
- Giosan L. y J.P. Bhattacharya (eds.), 2005. River deltas: concepts, models and examples SEPM (Society for Sedimentary Geology. Special publication.
- González V., 2011. Los bosques del delta del Orinoco. *BioLlania especial* 10:1197-240(2011).
- González V., 2013. Los matorrales de pantano de *Chrysobalanus icaco* del delta del Orinoco. p. 79-95. En: Medina E. O. Huber, J.M Nassar y P. Navarro (eds.) Recorriendo el paisaje vegetal de Venezuela. Ediciones IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas) Caracas-Venezuela 320 p.
- Lara-Lara, J.R., J.A. Arreola-Lizárraga, L. E. Calderón-Aguilera, V. F. Camacho-Ibar, G. Lanza-Espino, A. Escofet-Giansone, M. Espejel-Carbajal, M. Guzmán-Arroyo, L. B. Ladah, M. López-Hernández, E. A. Meling-López, P. Moreno Casasola-Barceló, H. Reyes-Bonilla, E. Ríos-Jara, J. A. Zertuche- González 2008. Los ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. p. 109-134. En: Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México.
- Larío J., y T. Barjadí, 2017 Introducción a los riesgos geológicos. p.10-20. Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid-España.
- Larotta-Sánchez J., 2005 Fenómenos a analizar en Venezuela desde el punto de vista del cambio climático.
- Lentino, M., 1988. Avifauna de la Laguna de Tacarigua, Estado Miranda. Estado del Arte. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*. Tomo 43(146):193-212.

- Lentino M., y A. Bruni. 1994. Humedales costeros de Venezuela: Situación ambiental. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela, Caracas. Venezuela. 188 p.
- Malaver N., M. Rodríguez, y V. H. Aguilar, 2014. Un diagnóstico de la calidad microbiológica del agua de la laguna de tacarigua, estado miranda, Venezuela *Acta Biol. Venez.*, 34(2):203-226.
- Marín G., L. Blanco, A. T.prieto, J. Muñoz y R. E. Alzola, 2006. Dependencia de pequeñas lagunetas y charcas costeras para la avifauna residente y migratoria: dos casos en Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente*, 45 (2): 149-163.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR), 1979. Inventario nacional de tierras. Delta del Orinoco y Golfo de Paria. Serie de informes científicos Zona 2 Maracay estado Aragua-Venezuela.
- Martín-López, B., E. Gómez-Baggethun, y C. Montes, 2009. Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. *CUIDES, Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible*, 3: 229-258.
- Medina E., y F. Barboza, 2006. Lagunas costeras del lago de Maracaibo: distribución, estatus y perspectivas de conservación. *Ecotropicos* 19(2):128-139.
- Méndez Baamonde J., 2005a. El delta del Orinoco. p.12-23. Frente Atlántico venezolano Investigaciones Geoambientales PDVSA-INTEVEC 159 p.
- Méndez Baamonde J., 2005b. Sedimentación en la plataforma continental y frente Atlántico en el delta del Orinoco. p. 25-37 Frente Atlántico venezolano Investigaciones Geoambientales PDVSA-INTEVEC 159 p.
- Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), 2011. Ordenación y gestión integrada de las zonas costeras de Venezuela: un espacio de identidad.
- Pannier E, y R. Fraíno, 1989. Manglares de Venezuela. Cuadernos Lagoven. Lagoven, S.A. Caracas. 68 p. ISBN 980-259-254-1.
- Sanabria G., P. Arenas-Granados, y M. Arcila-Garrido, 2015. La gestión del medio marino: el sistema costero-marino. *Revista AGALI*, 4 ISSN: 2253-9042.