



EXPERIENCIAS EN LA APLICACIÓN DE INDICADORES PEIR PARA LA COMPARACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS FUNCIONALMENTE DIFERENTES



RED 411RT0430. PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO

Autores: Benedito Vicent; Fernández Lucas, Volpedo Alejandra,
Benavent Joan, Buitrago Joaquin , Callicó Fortunato Roberta, Oliva
Bessie, Pérez Francisco, Rada González Martín, Linares Vanessa , Labrada
Miriam

ISBN: 978-959-7167-49-5 © Programa CYTED, 2014

**EXPERIENCIAS EN LA APLICACIÓN DE INDICADORES PEIR PARA LA
COMPARACIÓN DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS FUNCIONALMENTE
DIFERENTES**

RED 411RT0430

**“Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales
y programas para la evaluación ambiental integral
y la restauración de ecosistemas degradados”**



**PROGRAMA IBEROAMERICANO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
PARA EL DESARROLLO**

2014

Autores*: Benedito Vicent¹, Fernández Lucas², Volpedo Alejandra³, Buitrago Joaquin⁴, Rada González, Martín José⁴, Pérez-Sabino, Francisco⁵, Oliva Bessie⁵, Callicó Fortunato, Roberta⁶, Benavent Joan⁷, Vanessa Linares², Miriam Labrada²

1- DIHMA. Universidad Politécnica de Valencia.

2- Instituto de Geografía Tropical, Cuba.

3- Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua Universidad de Buenos Aires. Argentina.

4- Estación de Investigaciones Marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Venezuela

5- Universidad de San Carlos de Guatemala.

6- Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-UBA-CONICET)

7- Servicio Devesa-Albufera. Ayuntamiento de Valencia.

Este documento es una contribución de la Red 411RT0430 “Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados” del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

© Programa CYTED, 2014

La Habana, Cuba, octubre 2014

ISBN: 978-959-7167-49-5

ÍNDICE

Resumen.....	5
Introducción.....	6
Ecosistemas seleccionados.....	10
LAGO DE ATITLÁN.....	11
Descripción y localización.....	11
Formación Geológica de la cuenca del Lago Atitlán.....	12
Suelos y usos de los suelos de la cuenca.....	13
Clima.....	14
Hidrología.....	14
Caracterización ecológica.....	15
Aspectos socioeconómicos.....	18
Problemática ambiental.....	19
ALBUFERA DE VALENCIA.....	20
Origen y formación.....	22
Geología y geomorfología.....	22
Clima.....	22
Características Hidrológicas.....	23
Caracterización de los principales tipos de ambientes.....	25
Fauna y flora.....	28
Aspectos socioeconómicos.....	30
Problemática ambiental.....	32
LA RESTINGA.....	35
Descripción y localización.....	35
Geología, origen y formación.....	36
Geomorfología y sedimentos.....	36
Clima e hidrología.....	37
Caracterización ecológica de los principales tipos de ambientes.....	38
Aspectos socioeconómicos y problemática ambiental.....	44
BAHÍA AMBOROMBÓN.....	47
Descripción y localización.....	47

Origen y formación.....	47
Geología y geomorfología.....	48
Clima.....	51
Características hidrológicas.....	52
Caracterización de los principales tipos de ambientes.....	53
Fauna y flora.....	56
Aspectos socioeconómicos.....	57
Problemática ambiental.....	63
CIÉNAGA DE ZAPATA.....	66
Descripción y localización.....	66
Origen y formación.....	67
Características geológicas y geomorfológicas.....	67
Suelos.....	68
Clima.....	69
Hidrología.....	69
Caracterización ecológica.....	70
Características socioeconómicas.....	79
Problemática Ambiental.....	80
INDICADORES FMPEIR.....	85
Indicadores comunes de estado.....	89
Indicadores comunes de presiones.....	91
Indicadores comunes de impactos.....	93
ANÁLISIS.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	99

RESUMEN

Como parte de las actividades de la Red CYTED 411RT0430 Desarrollo de metodologías, indicadores ambientales y programas para la evaluación ambiental integral y la restauración de ecosistemas degradados (RESECODE)”, se formuló un proyecto multinacional entre España, Guatemala, Cuba y Venezuela, cuyo objetivo es realizar estudios comparativos de ecosistemas acuáticos degradados funcionalmente diferentes a partir de los diagnósticos de estado, las presiones e impactos sobre los servicios ambientales y el bienestar humano. En el proyecto se utilizan indicadores PEIR del Enfoque GEO del PNUMA. Fueron seleccionados cinco tipos de ecosistemas relevantes por la importancia en los servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad: el Parque Nacional La Restinga, en Venezuela, la Albufera de Valencia, en España, la Ciénaga de Zapata, en Cuba y el Lago de Atitlán, en Guatemala. La Laguna de La Restinga, es la laguna más importante de la Isla de Margarita. Por la importancia para aves residentes y migratorias de los manglares y ambientes asociados del Parque Nacional en que se encuentra. La Restinga fue incorporada en 1996 por la Convención de Humedales RAMSAR a su lista de humedales de importancia internacional por ser clave para especies de aves migratorias y endémicas. La Albufera de Valencia es una laguna costera somera de 24 km², que presenta una profundidad media de 1 m, localizada a 10 km de Valencia sobre el Mar Mediterráneo. La Albufera es una zona de paso para muchas especies de aves migratorias por lo que se encuentra incorporada como sitio RAMSAR desde 1990. El Lago de Atitlán presenta una superficie de de 100 km², con una profundidad máxima de 350 m, se localiza en las tierras altas de Guatemala, en una cuenca de origen volcánico. En sus orillas se encuentran diez poblados pertenecientes a tres etnias mayas, ofreciendo una amplia riqueza cultural a los visitantes. Estos ecosistemas, aunque son bastante diferentes, pues incluyen desde aguas salinas, mixohalinas hasta aguas dulces, tienen en común el hecho de que están todos sometidos a similares procesos de degradación. El planteamiento del proyecto busca mediante la aplicación del enfoque GEO, contribuir al mejoramiento ambiental y sostenibilidad de los servicios ecosistémicos que han sufrido deterioro, como el turismo, la pesca y el valor escénico y espiritual, entre otros.

Palabras clave: Albufera de Valencia, Lago de Atitlán, Laguna de La Restinga, Bahía Samborombón, Ciénaga de Zapata, degradación ambiental, indicadores PEIR.

INTRODUCCIÓN

Para la ejecución del proyecto se tomó como marco conceptual de análisis el modelo GEO (Global Environmental Outlook) del PNUMA, complementado con los enfoques metodológicos de la Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) y las directrices de la Convención Ramsar sobre humedales, especialmente en lo relativo a los servicios ecosistémicos.

Además se tuvieron en cuenta las directrices de:

- el modelo MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad),
- la Evaluación Mundial de las Aguas Internacionales (GIWA);
- el Programa de Evaluación Mundial de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP);
- la Evaluación Internacional del papel del Conocimiento, la Ciencia y la Tecnología en el desarrollo Agrícola (IAASTD)
- la Evaluación Global sobre el Agua y la Agricultura del GCIAI;
- el Programa de Evaluación de la Biodiversidad de las Aguas Dulces de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN;
- Global Biodiversity Outlook.

El modelo GEO presupone que la interacción sociedad - ambiente se lleva a cabo a través de cinco elementos clave: las fuerzas motrices, las presiones, el estado y tendencias, los impactos y las respuestas.

Las *fuerzas motrices* (factores indirectos) y las *presiones* (factores directos) son los agentes inductores del cambio ambiental.

Las *fuerzas motrices* (procesos demográficos, patrones de producción y consumo, la innovación científica y tecnológica, la demanda económica, mercados y comercio, los

modelos institucionales y político sociales) causan *presiones* más concretas (actividad agrícola y forestal, minería, industria, construcción, actividad pesquera, etc.) sobre el medio ambiente que generan emisión de sustancias, contaminantes o desechos, modificación el funcionamiento del ecosistema.

Las *presiones* provocan *cambios en el estado del medio ambiente* que se suman a aquellos que son consecuencia de los procesos naturales (cambios en el clima, la biodiversidad, el agua, los suelos).

Los *cambios en el estado del medio ambiente* provocan, a su vez *cambios en los servicios ambientales* que recibe la sociedad, como la disponibilidad de aire y agua limpios, de alimentos, etc.

Los *cambios en los servicios ambientales*, unido con factores demográficos, sociales y materiales, producen *impactos en el bienestar humano* (la seguridad alimentaria, la salud, los activos materiales, las buenas relaciones sociales).

En la propuesta de GEO se impone una acción correctora, en atención a la cual la sociedad implementa *respuestas* para adaptarse a los cambios en los servicios ambientales o bien reducir las presiones sobre el medio ambiente. Este momento es trascendente, y nutre el accionar de los decisores y toda la sociedad. La consistencia, armonía y aplicabilidad con que las mismas se conformen, mucho tendrán que ver con la adecuada evaluación que se realice de las presiones, los cambios de estado y los impactos.

A diferencia de la mayoría de las evaluaciones ambientales tradicionales que generalmente se limitan a la evaluación del estado y sus causas, las evaluaciones ambientales integrales GEO responden a tres preguntas clave como se aprecia en el siguiente esquema.).



- ¿Qué está pasando con el medio ambiente y por qué? (Estado y Presiones). - examina el estado del medio ambiente, los aspectos cualitativos y cuantitativos que actualmente se observan en un área geográfica determinada o en un sector y analiza los factores antrópicos que alteran las condiciones naturales y el equilibrio del medio ambiente en el espacio y el tiempo;
- ¿Cuáles son las consecuencias para el medio ambiente y la sociedad? (Impacto) – analiza en términos cuantitativos y cualitativos los cambios derivados de las presiones;
- ¿Qué se está haciendo y cuán eficaces son estas medidas? (Respuesta) – analiza las intervenciones humanas (políticas, acciones, programas, respuestas de adaptación, etc.) adoptadas actualmente para enfrentar los problemas, sus causas y consecuencias; y promueve propuestas y recomendaciones para revertir los efectos no deseados.

La evaluación ambiental integral GEO es un proceso para realizar una valoración y análisis objetivo y crítico de los datos y la información, con el fin de satisfacer las necesidades de los usuarios y apoyar el proceso de toma de decisiones. Aplica el criterio de expertos a los conocimientos de los que ya se dispone para brindar respuestas creíbles a preguntas de política pública cuantificando, siempre que sea posible, el nivel de confianza.

El enfoque integral abarca las siguientes tareas para responder a las interrogantes antes señaladas:

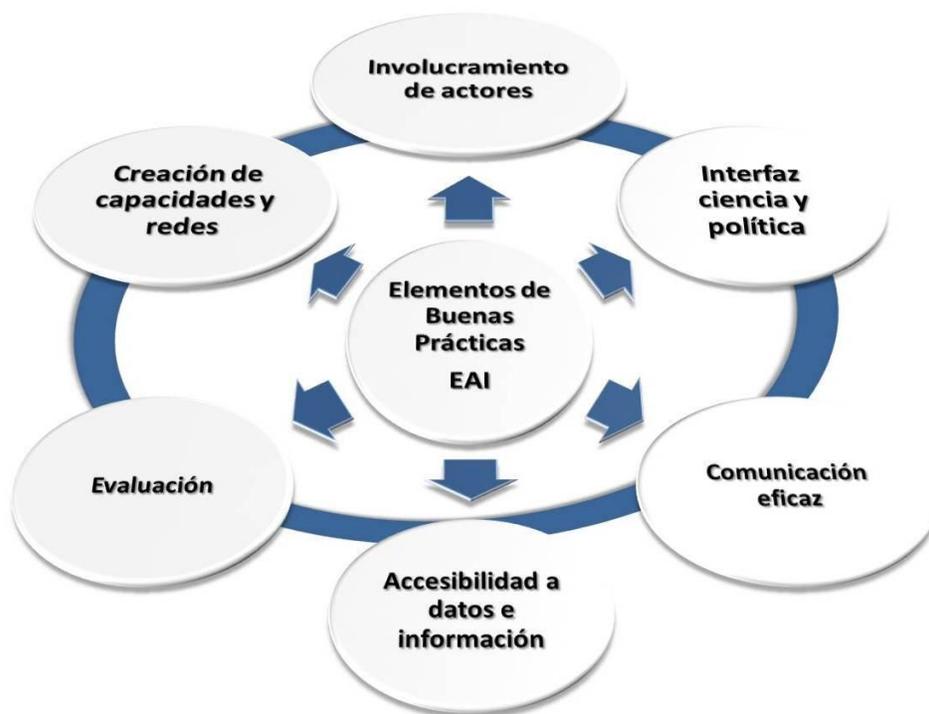
- vincula el análisis del estado y las tendencias del medio ambiente con el análisis de políticas;
- incorpora perspectivas globales, regionales y locales;
- incorpora perspectivas históricas y futuras;
- cubre una amplia gama de problemáticas y políticas, e
- integra la consideración del cambio ambiental y el bienestar humano.

La incorporación de las perspectivas globales, regionales y locales resulta de gran significación en el estudio de los humedales cubanos, pues son expresión concreta del peso que pueden adquirir esas relaciones escalares. Así puede identificarse el peso de lo global, con el calentamiento global y el incremento del nivel del mar, incidiendo en la penetración de la cuña salina y la pérdida de territorio; en lo regional se reconoce la incidencia de las actividades económicas fuera del humedal, pero que lo afectan por contaminación, modificación del flujo hídrico entre otras acciones; en lo local se evidencia por los manejos no conformes al interior del humedal.

Las evaluaciones ambientales integrales constituyen procesos continuos, en los cuales se hace un re-análisis y una re-valorización de las acciones anteriores y de las que se quieren llevar en el futuro, considerando potencialidades y límites.

Desde el punto de vista metodológico, para la mejor comprensión y ejecución de las evaluaciones ambientales integrales sobre la base de las buenas prácticas, Jill Jäger da un

marco orientativo, en el que señala 6 aspectos claves, indicando su contenido, alcance y necesidad de que sean todos tenidos en cuenta.



ECOSISTEMAS SELECCIONADOS

Los ecosistemas que se han seleccionado para llevar a cabo este trabajo son los Siguietes:

- Lago de Atitlán. Guatemala.
- Albufera de Valencia. España.
- La Restinga. Venezuela.
- Bahía de Sanborombón. Argentina.
- Ciénaga de Zapata. Cuba.

LAGO DE ATITLÁN

Descripción y localización

El lago de Atitlán se encuentra ubicado en el departamento de Sololá, a 150 kilómetros de la ciudad de Guatemala, en la región de la cadena volcánica que atraviesa Guatemala (figura 1). El área total de la cuenca del lago de Atitlán es de 580 km² y del espejo de agua del lago es de 125.7 km², con una profundidad máxima de alrededor de 350 m. El lago, de origen volcánico, presenta una forma ovalada de 21 x 18 km, con dos bahías que corren en dirección sur, a los lados de los volcanes Atitlán y Tolimán (La Bastille, 1988). Los cuatro afluentes principales del lago de Atitlán son los ríos Panajachel, Quiscab, San Buenaventura y Cascada, todos ubicados en la parte norte del lago. En su ribera sur, el lago presenta volcanes que alcanzan una altura de hasta 3550 metros sobre el nivel del mar, siendo estos, los volcanes de Atitlán, Tolimán y San Pedro.



Figura 1. Localización Lago Atitlán.

El lago está rodeado de los pueblos Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, San Lucas Tolimán, Santa Cruz, San Pablo, San Marcos, San Juan, San Pedro y Santiago, habitados principalmente por indígenas pertenecientes a los pueblos mayas quiché, tzutuhil y kakchikel.

La actividad económica principal en la cuenca es la agricultura, seguida del comercio y la actividad industrial, siendo también importantes la pesca y el turismo. Por su importancia, la cuenca del Lago de Atitlán fue declarada como Parque Nacional en 1955 y recategorizada como Reserva de Usos Múltiples Cuenca del Lago de Atitlán (RUMCLA) en 1997 mediante el Decreto 64-97 (CONAP, 2007).

Formación Geológica de la cuenca del Lago Atitlán

La formación geológica de la cuenca se ha dividido en tres fases principales codificadas como Atitlán I, Atitlán II y Atitlán III (Newhall, 1987). Atitlán I se establece desde hace 1.1×10^7 a 1.4×10^7 años. En esta etapa no está muy claro el origen de las rocas intrusivas más antiguas, se especula que pertenecen al periodo geológico Cretácico, pero hay información que establece la procedencia en el Mioceno mucho más reciente. En esta etapa no existía ninguno de los estratovolcanes de la zona sur de la cuenca, pero se encuentran diferentes tipos de material mineral que posiblemente le dieron origen a uno de los estratovolcanes en la siguiente etapa, Atitlán II. En Atitlán I la caldera estaba ubicada más al norte si lo comparamos con la ubicación actual, y dentro de las evidencias de su existencia están: un patrón de fallas arqueadas, extensos depósitos sedimentarios dentro de las áreas rodeadas por las fallas arqueadas, un contorno topográfico actual con un patrón arqueado de 2400 m y 2500 m coincidentes con las fallas arqueadas en la parte norte de la caldera Atitlán I (Newhall, 1987).

Atitlán II se establece desde hace 8×10^6 hasta 1×10^7 años. En la localidad de San Jorge La Laguna se encuentran rocas expuestas formadas de flujos de lava originadas por actividad volcánica cuyas erupciones dieron origen a una relativamente superficial y poco definida caldera, Atitlán II. Estas rocas probablemente sean las que se encuentran depositadas en los sedimentos de esta caldera. Las evidencias para la formación de esta caldera incluyen un conjunto de fallas arqueadas situadas entre las fallas de Atitlán I y las de la caldera actual, además dos o tres conjuntos de diques félsicos (grupo de minerales que incluyen cuarzo, feldespatos, etc.) que surgen a lo largo del anillo de las fallas arqueadas, y una tercera evidencia es una acumulación de sedimento depositado relativamente abundante que se sitúa dentro de las fallas arqueadas de Atitlán II (Newhall, 1987).

Atitlán III se establece desde hace 1×10^6 años hasta el presente. Esta caldera se forma a partir de las erupciones de material sólido cuyos depósitos se pueden encontrar en la localidad actual de Los Chocoyos. Se encuentra una gruesa capa incongruente de depósitos de lava sobre los depósitos de Atitlán II y se pueden identificar 4 estratovolcanes. Capas de 1 a 10 m de material sólido expulsado durante varias erupciones forman grandes áreas de las tierras altas volcánicas y depósitos de flujos de lava de 20 a 200 m de espesor, que se depositaron para formar los actuales valles intermontanos. Muchas erupciones volcánicas alrededor del área del lago de Atitlán formaron extensos depósitos voluminosos. La presencia y distribución de ciertos sedimentos incluyendo tierra de diatomeas indican que la elevación del lago existió desde antes de 1×10^6 años y que la actual profundidad del lago no se alcanzó sino hasta cerca de 1×10^6 años. (Newhall, 1987). Una caldera de 18 km de diámetro fue formada, originalmente de 900 m de profundidad, la cual se llenó con el agua de lluvia y sedimentos, formándose el lago como se conoce hoy.

Suelos y usos de los suelos de la cuenca

Los principales suelos de la de la cuenca del Lago de Atitlán se encuentran en terrenos fuertemente ondulados o escarpados. Estos suelos presentan problemas de control de erosión (clases VII a X), presentando varios, alta pedregosidad y baja retención de la materia orgánica. Los suelos de la cuenca son principalmente de color café a café muy oscuro hasta negro, con textura franca a franco-arenosa. Son suelos muy fértiles, presentando fertilidad alta o muy alta (Simmons *et al.*, 1959). Se ha concluido que el tipo de uso recomendado para la zona es de uso fitocultural forestal.

El uso mayoritario del suelo es el bosque maduro natural (UVG, TNC, CONAP, ARNP, 2003). En esta categoría están incluidos los tres tipos principales de bosque, siendo estos: latifoliado (parte sur de la región), mixto (parte central) y de coníferas (parte norte en colindancia con Totonicapán). Al norte de Panajachel se encuentran algunas plantaciones de coníferas. Los principales cultivos en el área son el maíz, como cultivo anual, y el café como cultivo permanente. En la subcuenca del río Quiscab se cultiva cebolla, especialmente por pobladores de San José Chacayá y Sololá, mientras que en el área del

municipio de Sololá, se cultiva cebolla, zanahoria y papa principalmente, y en menor volumen, brócoli y tomate. Otros cultivos importantes en la cuenca son frijol, trigo, verduras y frutales como durazno, pera, manzana y aguacate.

Clima

La precipitación anual varía de menos de 1000 mm en el sotavento de los Volcanes Tolimán y Atitlán a más de 3500 mm en las partes altas del norte de la cuenca. La temperatura promedio anual se encuentra entre 10°C en noroeste de Sololá hasta 25°C en el lado sur del volcán Atitlán, siendo de alrededor de 0°C en los conos volcánicos (CONAP, 2006). La cuenca recibe el mayor aporte de humedad del océano Pacífico y de la transpiración de la vegetación en la costa sur al provocar los Volcanes Atitlán, Tolimán y San Pedro, la condensación y formación de nubes de forma que dentro de la cuenca del Lago de Atitlán, la humedad es relativamente baja, mientras que al sur de la cadena volcánica la humedad es muy alta. (CONAP, 2006)

Hidrología

El área total de la cuenca del lago de Atitlán es de 580 km² y del espejo de agua del lago es de 125.7 km². La superficie del lago se encuentra a 1,562 metros sobre el nivel del mar, presentando su parte más profunda, aproximadamente a 325 m, mientras que la profundidad media es de 220 m. El nivel del lago presenta fluctuaciones mayores a 10 m por décadas. Se ha estimado que el volumen del lago de Atitlán es de 25 km³. Las desembocaduras del lago son todas fisuras subterráneas y rezumaderos, de tal forma que el agua escapa por las faldas porosas del lado sur de los volcanes hacia la vertiente del Océano Pacífico, suponiéndose con base a las características química del agua, que lo hace hacia el Río Madre Vieja.

Solo dos ríos de tamaño apreciable, Quiscab y San Francisco, depositan sus aguas en el Lago de Atitlán, existiendo otro río permanente, el Río Cascada, menor que los anteriores. Estos tres ríos se encuentran en la parte norte de la cuenca, en las cercanías de Panajachel. Los demás ríos de la cuenca son temporales. La subcuenca del Río Quiscab presenta una longitud de 22.25 km y un área aproximada de 100 km², mientras que la subcuenca del Río

Panajachel presenta una longitud de 15.6 km y un área de 75 km² (UVG, TNC, CONAP, ARNP, 2003)

Caracterización ecológica

En los municipios que se asientan sobre la cuenca del Lago de Atitlán la diversidad biológica natural es amplia. Se definen cuatro zonas de vida para la cuenca: Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical, Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical y Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) Sur (figura 2).



Figura 2: Bosque muy húmedo montano bajo tropical (izquierda) y bosque húmedo montano bajo tropical (derecha).
Fotografías, Bessie Oliva y Francisco Pérez.

Esta variedad de zonas de vida se debe a la diversidad y dinámica ambiental con temperaturas cálidas a frías y precipitaciones desde los 1000 hasta los 3500 mm. En estas zonas de vida crecen y a su vez son indicadoras de las mismas algunos de los siguientes tipos de árboles: encinos (*Quercus sp.*), pinos (*Pinus sp.*), alisos (*Alnus sp.*), entre otros. Además se encuentran especies de plantas acuáticas que se distribuyen en las orillas del lago de Atitlán como el tul (*Typha dominguensis*) y *Scirpus californicus*, que tienen utilidad artesanal. Esta matriz vegetal-ambiental diversa, unida a las aguas del Lago de Atitlán forma un ambiente que alberga diferentes especies animales. Se reporta más de un 30% de las especies de reptiles del país, que incluyen serpientes, salamandras y diversas lagartijas. Se encuentran más de 140 especies de mamíferos incluyendo venados, felinos, murciélagos, roedores, y musarañas entre otros. En la cuenca se pueden encontrar más de 200 especies de aves incluyendo terrestres como el pavo de cacho (*Oreophasis derbianus*)

y el pajuil (*Crax rubra*), y otras como el quetzal (*Pharomachrus mocinno*) símbolo nacional de Guatemala. La cuenca además es receptora de varias especies de aves que migran del hemisferio norte enriqueciendo la diversidad de especies de aves de la zona.

Entre las plantas acuáticas que se encuentran en mayor abundancia están los macrófitos sumergidos *Potamogeton pectinatus* (pasto de agua), *Potamogeton illinoensis*, y *Elodea canadensis*, el helófito *Typha dominguensis*, y el jacinto de agua o camalote (*Eichornia crasippes*) que es una planta no enraizada con hojas flotantes ((figuras 3 a 5). Esta última especie está considerada entre las 100 especies más invasoras del mundo por la UICN.



Figura 3. *Potamogetón illinoensis* (Panajachel). Fotografías, Bessie Oliva y Francisco Pérez.



Figura 4 . *Eichornia crasippes* (ninfa o jacinto de agua) en las orillas del lago de Atitlán, en periodo de floración. Flores de color lila. En segundo plano se observa también *Typha dominguensis* (fotografías Bessie Oliva y Francisco Pérez).

Como consecuencia de su proliferación está creando problemas importantes en ríos y lagos, en canales de riego agrícolas y afecciones a los ecosistemas ribereños, ya que cubre como una manta toda la superficie del río, por su fácil reproducción vegetativa y sexual. Otra planta común en el lago es *Utricularia gibba* (figura 6).



Figura 5. *Egeria densa* y *Elodea canadensis* (luchecillo, peste de agua) en la superficie del lago en San Lucas Tolimán (fotografías Bessie Oliva y Francisco Pérez).



Figura 6. *Utricularia gibba* (nata) formando masas algodonosas verde.
Fotografías: Bessie Oliva y Francisco Pérez.



Figura 7. *Lepomis macrochirus* (bluegill, perca, pez blanqueazul, mojarra verde, pez sol) arriba la izquierda. A la derecha *Micropterus salmoides* (Lobina negra, black bass o large-mouth black bass). Debajo, *Pomoxis nigromaculatus* (black crappie, capri). Fotografías Francisco Pérez.

Entre los peces capturados en el Lago de Atitlán, se encuentran la mojarra o blanquieazul (*Lepomis macrochirus*), el black bass (*Micropterus salmoides*), y black crappie, Capri (*Pomoxis nigromaculatus*) (figura 7).

Aspectos socioeconómicos

Sololá, el departamento donde se encuentra el Lago de Atitlán, es uno de los departamentos que presentan los índices de Desarrollo Humano más bajos de Guatemala, lo cual indica las dificultades en que viven los habitantes. Este departamento contaba en 2010 con una población de 424068 habitantes (209347 hombres y 214721 mujeres), lo que para un área territorial de 1061 km² representa una densidad demográfica 400 hab/km², siendo así uno de los departamentos más densamente poblados de Guatemala. El Índice de Desarrollo Humano del departamento en 2011 era de 0.513, habiendo solo 4 departamentos con un índice inferior. A pesar de ello, se observó un incremento en el IDH global a partir de 2006 cuando el IDK era de 0.471 (PNUD, 2014). Este incremento se debió principalmente al incremento en el IDH de educación, que pasó de 0.307 en 2006 a 0.377 en 2011. Esto se manifiesta en el porcentaje de la población que se ha alfabetizado, ya que un 65.1% de la población mayor a 15 años es alfabeta, comparado con el 49.6% de alfabetismo de la población mayor a 24 años en el departamento.

Un aspecto importante a considerar es la presencia en la cuenca del Lago de Atitlán de comunidades lingüísticas mayas mayoritarias, siendo estas de las etnias Kaqchikel, en 11 municipios, K'ichee', en 5 municipios y Tz'utujil en 3 municipios (UVG, TNC, CONAP, ARNP, 2003), existiendo en algunos casos pequeñas comunidades en las que se habla más de uno de los idiomas mayas. La mayoría de los habitantes en las cabeceras municipales de la cuenca son bilingües, al hablar español y su lengua autóctona (UVG, TNC, CONAP, ARNP, 2003)

Según el PNUD (2014) la población económicamente activa (PEA) del departamento de Sololá era en 2011 de 173300 (112800 hombres y 60500 mujeres), la cual se dedica principalmente a la agricultura, correspondiendo al 2.80% del PEA total del país. Se ha estimado que la población del departamento que vive en pobreza extrema es el 22.0% y en

pobreza severa de 1.0%, que están por debajo de los niveles a nivel de país con valores de 29.6% de pobreza extrema y 3.6% de pobreza severa (PNUD, 2014).

Los bajos niveles de desarrollo humano, inciden en el uso de los recursos naturales en la cuenca, especialmente en las poblaciones de San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna, San Marcos La Laguna, Santa Clara La laguna, San Lucas Tolimán y Santiago Atitlán, donde se extrae leña para consumo familiar, madera para el comercio, plantas medicinales y comestibles para consumo doméstico y comercio, obteniéndose también carne de animales silvestres, y otros productos de menor relevancia económica.

La pesca en el lago es una actividad económica importante para alrededor de 500 familias. Se ha estimado que en el Lago de Atitlán se capturan al año 658 473 kg o 658.47 TM de pescado, con un valor global estimado de US \$ 2 866 702.00. Cada familia pescadora vende alrededor de 2.95 kg por día, correspondiendo a un volumen anual total estimado de 561.76 TM para todos los pescadores, con un valor bruto estimado de US \$ 2 445 673.00 (PREPAC, 2006). La totalidad del pescado a la venta se vende localmente, principalmente a consumidores directos.

Problemática ambiental

La Autoridad para el Manejo de la Cuenca del Lago de Atitlán y su Entorno –AMSCCLAE-, institución encargada del manejo ambiental de la cuenca, detectó en 2012 que 10 de los 15 municipios que se encuentran dentro de la cuenca del lago descargan directamente sus aguas residuales al mismo, ya sea por un sistema de drenaje o por escurrimiento superficial sin ningún tratamiento previo; los restantes municipios descargan sus aguas residuales, de la misma manera a ríos y arroyos, que al final de su recorrido llevan esas aguas al lago que es el punto más bajo de la cuenca hidrográfica.

La calidad ambiental del Lago de Atitlán se ha visto deteriorada en los últimos años, de forma drástica, debido a las actividades humanas desarrolladas sin las medidas de mitigación necesarias para la conservación del entorno. Además de la descarga de aguas residuales, la deforestación, la aplicación de agroquímicos, la proliferación de basureros y

el cambio climático han provocado cambios en la calidad del agua del lago. En estudios anteriores se han encontrado niveles elevados de contaminación por nutrientes, sobre todo en los alrededores de las principales poblaciones, que han provocado los florecimientos extensivos de la cianobacteria *Lyngbya* sp. (Oliva *et al.*, 2010; Oliva *et al.*, 2011). Es evidente el daño causado a la calidad del agua por la descarga de aguas residuales sin tratamiento, lo cual pone en peligro la salud y el nivel de ingresos de los habitantes de la cuenca, que dependen en buena medida de la actividad turística.

Otros problemas ambientales importantes en la cuenca son la erosión del suelo, existente desde tiempos precolombinos, por la intensa actividad agrícola y la pérdida de cobertura forestal, existiendo una tasa de deforestación anual de 2.72 %, lo cual conlleva a la pérdida de diversidad que se ha acentuado en las últimas décadas. La sobrepesca es otro problema ya que se ha reducido la producción, al capturarse los peces por debajo de la talla recomendada, siendo las tres especies anteriormente citadas, las que son comercializadas principalmente (PREPAC, 2006).

ALBUFERA DE VALENCIA

El Parque Natural de l'Albufera de Valencia es un humedal costero situado inmediatamente al sur de la ciudad de Valencia (este de la península Ibérica), en una llanura aluvial litoral formada por los aportes de los ríos Turia y Júcar (figura 8), los cuales desembocan fuera del término del Parque, pero en los límites norte y sur respectivamente.

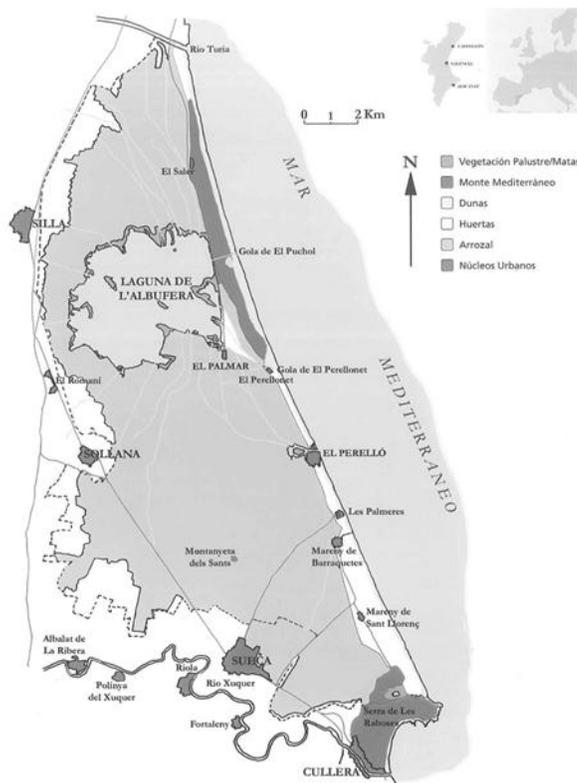


Figura 8. Parque Natural de l'Albufera de Valencia. (tomado de Dies et al., 1999).

Debido a su alto valor ecológico, este espacio fue declarado Parque Natural mediante el Decreto 89/1986, de 8 de julio de la Generalitat Valenciana (Gobierno Autónomo de la Comunitat Valenciana), y en 1990 fue incorporado a la Lista de Zonas Húmedas de Importancia Internacional de la Conferencia RAMSAR. En 1994 es declarado zona ZEPA (zona de especial protección para las aves). También cuenta con numerosos hábitat protegidos incluidos en la Directiva Europea 92/5510/CE relativa a la conservación de los hábitat y flora y fauna silvestres. Es el segundo humedal en importancia en el mediterráneo ibérico después del Delta del Ebro, y tiene importancia capital en la migración de aves que se lleva a cabo en el este peninsular. Alberga una gran diversidad biológica, que se corresponde con importante variedad de ambientes presentes en el Parque. La riqueza (nº de especies) y abundancia de aves acuáticas hacen que este sea un humedal de los más importantes de Europa

Origen y formación

En esta costa, debido a la corriente de deriva litoral, que tiene un sentido norte-sur, a partir de la sedimentación de materiales procedentes de los ríos y ramblas que desembocan más al norte, se formó una restinga sedimentaria que aisló del Mar Mediterráneo la parte más interna del “antiguo” Golfo de Valencia, constituyendo una laguna somera que se conoce como la Albufera de Valencia y que antiguamente tenía una extensión mucho mayor que en la actualidad. La restinga se extiende a lo largo de 30 km, desde la desembocadura del río Turia hasta el cabo de Cullera en límite sur, y tiene una anchura algo mayor de 1 kilómetro. El inicio de la formación de la restinga se data en unos 6000 años, y su aislamiento del mar en unos 3000 (Peralta, 2007).

El territorio ocupado por la zona que actualmente constituye el Parque Natural de l’Albufera, tiene una extensión de unas 21.000 hectáreas, con unas 14.000 de arrozales y un lago somero de aproximadamente 2.800 hectáreas.

Geología y geomorfología

Este humedal se instala sobre una zona geológicamente deprimida que se hundió a partir del Mioceno y se ha rellenado posteriormente de aluviones transportados por los ríos en el Cuaternario. Dichos aluviones están constituidos por acillas y limos procedentes de los relieves interiores. Así, l’Albufera tiene una edad geológica joven, estando ocupada básicamente por materiales holocenos. Toda la costa de este humedal se corresponde con una costa de depósito con playas principalmente arenosas y en algunos casos con gravas. Se pueden distinguir dos formaciones de esta época, los limos pardos y negros de albuferas y marismas, y las arenas y gravas de playas y dunas (Sanjaume, 1985). En el límite sur del Parque Natural, se encuentra la sierra de *Les Rabosses* y los promontorios del *Cabeçol* en Cullera y la *Muntanyeta dels Sants de la Pedra* en Sueca, constituidos por materiales calizo-dolomíticos del cretácico (Generalitat Valenciana).

Clima

En la zona geográfica que se encuentra l’Albufera de Valencia, presenta un clima mediterráneo típico, con verano soleado, caluroso, seco y con presencia de brisas. El final

del verano e inicio del otoño son propicios para las tormentas en las montañas de interior. El otoño puede ser torrencial por el efecto de temporales de levante asociados a gotas frías, pero esto no sucede todos los años, sino que hay otoños también secos. Diciembre puede también ser lluvioso. Las temperaturas invernales se suelen alcanzar de forma bastante brusca. Enero y febrero son secos y fríos porque en esta región se instalan altas presiones que impiden paso de frentes. La primavera puede ser variable con olas de calor estival en marzo, y frentes fríos a veces en mayo. A partir de junio el tiempo se estabiliza y suele ser ya primaveral y a veces muy caluroso. Las precipitaciones anuales en esta región se sitúan entre los 400 y 600 mm. Las temperaturas medias mensuales del más cálido se sitúan entre los 25 y 27 ° C y las del mes más frío entre 9 y 11 ° C. La oscilación térmica anual es escasa. (Pérez, 1987).

Características Hidrológicas

El lago de l'Albufera recibe aportes de una cuenca de 917.1 km², a través de diversos barrancos, de los que solo llega uno directamente al lago, en la zona norte, el de Massanassa. Existen también otros barrancos que no llegan directamente al lago y que vierten a acequias diversas que penetran en el humedal. El barranco de Massanassa, cuya cuenca es de 367.6 km², que supone cerca del 40 % de la cuenca total de la Albufera, puede aportar, durante las lluvias, el mayor caudal superficial natural .

Además de los aportes directos de los dos barrancos indicados, los recursos hídricos del humedal y el lago se complementan con aportes de manantiales (ullals), de los que algunos surgen en el propio fondo del lago, y otros se encuentran en zonas perimetrales de éste, entre arrozales. Son esenciales los aportes que llegan de los ríos Júcar y Turia, especialmente los del primero. Los aportes de la cuenca hidrográfica propia de este humedal representan una pequeña parte de los recursos hídricos totales, ya que la mayoría de las aguas proceden de conexiones con el río Júcar. Los aportes totales de aguas al humedal y lago de l'Albufera de Valencia se cifran en 484 Hm³/año, de las que poco más de la mitad llega al lago de l'Albufera. La evaporación anual para todo el humedal es de 75 Hm³/año. (Soria y Vicente, 2002). En la actualidad estos datos posiblemente hayan descendido sensiblemente.

La calidad de las aguas que llega al humedal es diversa, ya que corresponde a aguas residuales urbanas e industriales, pluviales, aguas subterráneas, y excedentes de agua de

riego, y ello parece que genera una heterogeneidad cualitativa espacial de las aguas en diferentes partes del lago (Soria y Vicente 2002). El agua de calidad que llega al Parque Natural es la procedente del río Júcar.

En las “Golas” es donde se regula el flujo de agua entre el humedal y el mar. En ellas se sitúan compuertas mediante las que se regula el nivel del lago y del humedal, de acuerdo con las necesidades que en cada momento exige el cultivo del arroz. En la actualidad las compuertas pasan gran parte del año cerradas. Esto afecta al movimiento de muchas especies acuáticas entre el lago y el mar.

La Albufera es en la actualidad un lago de agua dulce, aunque no ha sido siempre así. Hasta finales del siglo XVII era un lago salobre que se comunicaba con el mar por una gola natural que permitía la entrada del agua marina. A partir de este momento se trató de regular mediante compuertas el intercambio de agua con el mar. Este hecho coincidió con la transformación de terrenos en la zona más interna del humedal para el cultivo del arroz y la derivación de aguas en flujo continuo desde el río Júcar para alimentar dichas tierras. Desde entonces el aterramiento del humedal ha continuado hasta el siglo XX, dejando la fisonomía actual donde la mayor extensión del humedal corresponde a los arrozales. Con los aportes de aguas de Júcar y la regulación de las golas el sistema fue pasando de ser salobre a dulceacuícola (Sanchas, 2001).

En cuanto a la calidad del agua, con el crecimiento poblacional e industrial que se produjo principalmente en el norte y oeste de Parque Natural, se produjo una contaminación intensa del lago, que recibía las aguas residuales de estas áreas vecinas, sin tratamiento alguno. A finales de los 70 y 80 del pasado siglo, el sistema alcanzó su más alto grado de deterioro. A esto hay que añadir los efectos de los productos utilizados en la agricultura. Así el lago de l'Albufera se convirtió en un medio eutrófico.

A partir de los 80, se crearon infraestructuras (construcción de colectores y plantas depuradoras) que han hecho que en la actualidad se trate la casi totalidad de las aguas residuales. Esto ha significado una mejora en las condiciones ambientales del lago y todo el humedal en general.

Sin embargo aún existen vertidos procedentes sobre todo del medio urbano que se vierten sin tratar.

El actual Parque Natural de l'Albufera de Valencia es un humedal de agua dulce alimentado de forma principal por los aportes de un río (Júcar), que por acción humana ha sustituido a una antigua y extensa laguna salobre que cuyos únicos aportes de agua dulce procedían de la cuenca en la que se encuentra.

Caracterización de los principales tipos de ambientes

En el Parque Natural se pueden distinguir los ambientes que se describen a continuación:

Marjal (Arrozales). El Parque tiene 21.150 ha, de las que la mayor parte, unas 14.000 ha, están dedicadas al cultivo del arroz, que constituye una de las actividades económicas relevantes de la zona. Los arrozales se encuentran ocupando gran parte de lo que era el marjal primitivo que ocupaba la llanura aluvial de sedimentación fluvial (figura 9). Este cultivo confiere a l'Albufera una marcada estacionalidad alternando períodos de inundación y desecación.

Lago. Pese a que hace años la mayor parte de la zona correspondía a terrenos inundados, en la actualidad el lago de l'Albufera se limita a una extensión de 2.800 ha. Este es un lago poco profundo (1,2 m de profundidad media), de agua dulce que comunica con el mar a través de unos canales llamados “golas”, los cuales atraviesan la restinga. Éstas son las de El Perelló, El Perellonet y la de El Pujol (figura 8). El lago tiene gran importancia tanto desde el punto de vista ecológico como socioeconómico. Es fundamental en la regulación del ciclo hídrico de los arrozales (marjal), y por lo tanto determina el funcionamiento hídrico general de la zona.



Figura 9. Panorámica del lago de l'Albufera de Valencia, con "matas" de vegetación palustre en su ribera, limitando con los arrozales inundados (Foto. J.M. Benavent

Matas. Tanto en las orillas del lago, como dentro del mismo formando islas, se desarrollan agrupaciones de vegetación densa principalmente de carrizo (*Phragmites australis*) y enea (*Typha dominguensis*) denominadas "matas" (figura 9). Estas matas ocupan una extensión aproximada de 350 ha y constituyen una reminiscencia de cómo era el marjal en estado natural. Este ambiente es especialmente importante para la avifauna que encuentra cobijo y lugares de reproducción.



Figura 10. Restinga del lago de l'Albufera, con los diferentes ambientes derivados de la fijación de los cordones dunares. Al fondo de la imagen a la izquierda se observa el lago de l'Albufera con campos de arroz al fondo (Foto J.M. Benavent).

Restinga. Como se ha indicado, el humedal se encuentra separado del mar mediante una barra de arena, que constituye la restinga de la antigua albufera y del lago y marjal actuales

(figura 10). La anchura de la restinga es de aproximadamente de 1 km. En la actualidad, de la longitud total de la restinga, más de dos tercios se encuentran ocupados por urbanizaciones o ambientes totalmente antropizados. Sólo en el tercio restante es donde el hábitat se presenta en su estado natural, aunque también se encuentra puntualmente urbanizado. Es en este sector donde en la restinga se pueden encontrar diversos ambientes que añaden tanto diversidad ambiental como biológica al conjunto del Parque Natural, que de otro modo sería un humedal en toda su extensión:

a) Un cordón dunar exterior se encuentra en la zona más cercana al mar. Se caracteriza por la presencia de dunas colonizadas por vegetación herbácea de porte rastrero, resistentes al viento, al sustrato móvil y a la escasez de agua.

b) En la zona interior de la restinga, protegida del viento salino por las dunas, se encuentra una vegetación densa con estrato arbóreo de pino carrasco (*Pinus halepensis*), y monte bajo que en muchos lugares alcanza una densidad impenetrable. También hay amplias zonas de matorral dominadas por coscoja (*Quercus coccifera*). A toda esta zona de bosque y matorral se la conoce con el nombre de *La Devesa*.

En toda la restinga existen zonas deprimidas y que se conocen como “malladas”. Las malladas son saladares que mantienen un flujo hídrico variable dependiente de las aguas freáticas y de la lluvia, y se caracterizan por la presencia de una vegetación en general de porte bajo adaptada a la salinidad y a encharcamientos ocasionales.

Medio marino. La costa de la restinga está constituida por playas de arena. El infralitoral también está constituido por fondos sedimentarios que se distribuyen a lo largo de una plataforma continental muy tendida. En la zona más superficial se encuentran comunidades de las arenas finas superficiales, para ser sustituidas a mayor profundidad por la comunidad de arenas finas bien calibradas, en las que va aumentando el grado de enfangamiento, hasta que a unos 30 m de profundidad encontramos arenas fangosas. Hay que destacar que todos los fondos que se extienden frente a la restinga, entre los 6 y 30 m de profundidad estaban ocupados hasta hace menos de medio siglo, en su mayor parte por praderas de la

fanerógama marina *Posidonia oceánica* (especie endémica del mediterráneo), y cuya presencia en la actualidad es testimonial.

Fauna y flora

El Parque natural de l'Albufera destaca especialmente por la avifauna, ya que es lugar de paso para las aves que migran de norte a sur, y entre Europa y África, lugar de invernada y también de nidificación. Así, son numerosas las especies de aves que se encuentran presentes a lo largo del año.

Las especies de mamíferos son mucho menos abundantes ya que existen numerosas amenazas que las han hecho desaparecer prácticamente a todas. La amenaza más importante que presentan los mamíferos es la fragmentación del territorio que no los deja transitar por los territorios del espacio natural. Se encuentran varias especies de quirópteros que lógicamente no dependen tan intensamente de la fragmentación de territorio, y abundan especialmente la rata común (*Rattus norvegicus*) y rata negra (*Rattus rattus*) probablemente como resultado de la antropización de este espacio. Existe una población de gineta (*Genetta genetta*) en el monte de la Devesa. Ocasionalmente se avista algún zorro (*Vulpes vulpes*) y algún jabalí (*Sus scrofa*).

La mortalidad que se observa en las carreteras del Parque Natural para las especies anteriormente citadas es muy elevada (Rodríguez *et al.*, 2005).

Los anfibios presentes en el humedal están afectados por la contaminación y por las especies de peces introducidas. Los reptiles se encuentran mejor representados, pero también bajo los efectos de la antropización (Lacomba y Sancho, 2012).

En este espacio protegido se encuentra una gran diversidad de ambientes, que hace que también lo sea tanto la flora como la fauna presentes.

En cuanto a los insectos, la fauna asociada a la zona de bosque de la Devesa, se encuentra bien conservada, pero no así la de los sistemas asociados a la línea de playa, y la del lago, que se encuentran extinguidas en proporción considerable, en opinión de los expertos (Baixeiras *et al.* (2012). También se han extinguido especies que se encontraban en ambientes que han desaparecido, como por ejemplo salinas, o los arribazones de algas y detritos de las playas, que debido al turismo se limpian desde hace años.

En los sistemas dunares se destacan el lepidóptero *British crini*, y abundantes especies de *Cicindela*, *Pimelia* o *Erodius*. Las malladas favorecen la presencia de odonatos, y en la zona de bosque se puede destacar una fauna de himenópteros.

En el lago y el humedal es donde se encuentra una fauna de insectos típica de medios palustres, pero bastante empobrecida en la actualidad respecto a la de hace décadas. Existen citas de una fauna rica en coleópteros que hoy ya no existe apenas. Las poblaciones de insectos han sufrido en los últimos años los efectos del empeoramiento de las condiciones del agua y el uso de plaguicidas.

No obstante, en opinión de los expertos, sigue siendo un enclave único para el estudio de los insectos.

Respecto de la ictiofauna, el primer gran cambio que se produjo derivó de la transformación del lago de l'Albufera, de lago salado a dulce. Posteriormente a partir de los años 60 se produjo una importante contaminación de las aguas. Esto hizo que las abundantes capturas de anguila y lubina fueran descendiendo hasta la actualidad, en que son testimoniales. En la actualidad las especies que más se capturan son los mugílidos y las introducidas carpas

Varias especies de peces que se encontraban en este humedal, actualmente tienen la categoría de “en peligro de extinción” y se trabaja en su recuperación y reintroducción.

La gran diversidad de ambientes presentes hace que exista en el Parque Natural una vegetación rica en especies y variada. Se encuentra vegetación correspondiente a los sistemas dunares, a la zona de monte y bosque mediterráneo, la vegetación de las malladas (depressiones presentes en el sistema dunar de la Devesa), donde las condiciones de inundación y de salinidad son variables, las zonas de arrozal, las matas del lago y la vegetación sumergida de algunos ambientes que aún se mantienen en buen estado.

Con los intentos de urbanización de la Devesa, los sistemas dunares fueron arrasados, pero desde hace casi dos décadas se vienen desarrollando proyectos de restauración de éstos, que han logrado una buena recuperación de la vegetación.

Por otra parte la vegetación macrofítica del lago se ha visto afectada por la contaminación y las praderas de macrófitas marinas que eran abundantes en el lago hasta los años 60 del

pasado siglo, desaparecieron totalmente. Recientemente se ha observado una ligera recuperación de la calidad del agua, que ha hecho que en algunos lugares muy puntuales se hayan observado algunos núcleos de macrófitas.

Aspectos socioeconómicos

A continuación realizaremos una revisión de las actividades socioeconómicas principales que se llevan a cabo en el Parque Natural de l'Albufera:

- Cultivo de Arroz

Fue introducido por los árabes en Valencia, y con las cosechas que producían abastecían Al-Andalus y exportaban a Siria y Egipto. Pero se cultivaba sobre terrenos de regadío tradicional en las riberas de ríos. En l'Albufera se empieza a cultivar a partir del siglo XVII, con el incentivo de la colonización de estas tierras. Se aterraron más de 10.00 hectáreas de lago. Actualmente hay unas 14.000 hectáreas., y su cultivo recibe subvención europea que es mayor que el valor de la cosecha. Hay un sector importante de población en las poblaciones del ámbito del parque natural que obtienen recursos de esta actividad.

El ciclo de cultivo del arroz hace que los campos se inunden durante dos periodos al año: uno durante el otoño hasta febrero en que se secan para realizar las labores agrícolas, y otra a partir de abril-mayo cuando se planta el arroz, y hasta septiembre en que se cosecha. Este ciclo es determinante para la población de aves presente en el Parque a lo largo del año, debido a que representa los recursos tróficos que van a encontrar.

- Pesca

Existen tres sociedades de pesca en l'Albufera (El Palmar, Catarroja y Silla). Hasta hace dos décadas la pesca artesanal era una actividad importante, però en la actualidad queda marginal, ya que los pescadores no viven exclusivamente de los rendimientos de la pesca, que constituye una actividad complementaria.

- Caza

En el Parque Natural se autoriza la caza durante determinados periodos a lo largo del año. Constituye una actividad con una relativa repercusión económica en cuanto a que se paga para poder realizarla en los cotos establecidos para ello. La caza se encuentra limitada a las aves acuáticas y se lleva a cabo en los terrenos dedicados al cultivo del arroz, no en el lago ni en las matas de la orilla.

Se autorizan 36 jornadas de caza al año. Hay unos 5000 socios agrupados en 18 sociedades que tienen cierta importancia social. Así las iniciativas de supervisión y control encuentran dificultades para llevarse a cabo. No existe en la actualidad datos rigurosos de mortalidad de aves ni composición en especies de lo que se caza.

- *Turismo*

El turismo en la actualidad se encuentra bastante desarrollado en el Parque Natural de l'Albufera. En las riberas del parque natural hay una población de alrededor de 1,5 millones de habitantes, que en fines de semana y días festivos pueden acudir a pasar un tiempo de asueto en la naturaleza y/o bien desplazarse a alguna de las poblaciones del parque para disfrutar de la gastronomía.

Por otra parte hay un importante turismo procedente de otros puntos de España o del extranjero, que visitan la ciudad de Valencia, y para lo que la visita de l'Albufera es una cita obligada. Ambas circunstancias hacen que durante todo el año la afluencia de visitantes a este espacio natural sea importante.

Hay que señalar especialmente que dentro de los límites del parque natural existen varios núcleos de población con un censo estable. Además también hay núcleos urbanizados (que han ido creciendo en las últimas décadas), utilizados como segunda residencia por habitantes de la ciudad de Valencia y otras poblaciones del entorno, y que en periodo estival mueven su residencia a ellos.

Todo lo indicado hace que durante todo el año haya una intensa circulación de vehículos por las carreteras, en las que se produce una elevada mortalidad de animales.

El movimiento de los visitantes por todos los espacios del parque es bastante libre y eso lleva asociados efectos como el pisoteo de los sistemas dunares, las molestias, y la presencia de basuras en cualquier parte.

También hay que destacar la presencia en el Parque Natural, de un parador nacional que incluye un campo de golf. Asimismo existient varios campings.

Problemática ambiental

- Eutrofización y contaminación de las aguas.

Desde la década de los 60 del pasado siglo, con el incremento de la población en los márgenes de lo que en la actualidad es el Parque Natural de l'Albufera, el desarrollo de un cinturón industrial, y la intensificación de la agricultura, se produjo una contaminación de las aguas del humedal por nutrientes, materia orgánica y otras sustancias derivadas de dichas actividades. Así el lago se ha convertido principalmente en un sistema intensamente eutrófico, y también contaminado por plaguicidas y también por presencia de metales pesados. En la actualidad debido a las medidas que desde hace algunos años se están tomando, parece vislumbrarse una cierta mejora de la calidad de las aguas.

- Fragmentación ambiental

Cuando el Parque Natural de l'Albufera fue declarado espacio protegido, la ocupación humana de este espacio ya era bastante generalizada. En este sentido el medio natural había sido transformado en muchos sentidos. Ya había un amplio desarrollo urbanístico en la restinga (la mitad sur de la restinga se encuentra urbanizada, y gran parte de la zona norte), y en la zona norte y oeste de la periferia del Parque.

El humedal alrededor del lago, está constituido por campos de arroz, separados por acequias de distribución del agua, algunas bastante amplias. Una parte del año los arrozales se encuentran inundados. En toda el área de cultivo de arroz no existe vegetación, ya que los agricultores mantienen las motas o lindes de los campos limpios de cualquier tipo de maleza, arbusto o árbol. En la zona más externa del parque natural los arrozales dejan paso a una zona de huertas de regadío.

También existen en este espacio protegido numerosas carreteras, de las que algunas de ellas soportan una elevada densidad de circulación de vehículos (hasta 30.000 vehículos/día en verano).

Todo lo que acabamos de comentar representa que el territorio de este espacio protegido se encuentre enormemente compartimentalizado para la fauna terrestre y que se haya producido una gran pérdida de hábitat natural.

- *Mortalidad de fauna en carreteras.*

Se ha constatado que la mortalidad de fauna (vertebrados), en las carreteras del Parque es enorme. Mueren cada año en las carreteras varios miles de animales, entre los que destacan por las circunstancias de la mortalidad, polladas de ánade azulón (*Anas platyrhynchos*), y de gineteta (única especie de carnívoro con población estable). Los primeros mueren al moverse después de la eclosión desde las zonas de cría a las de alimentación, y la segunda, al atravesar las carreteras su área de campeo, y en los movimientos dispersivos de los jóvenes.

- *Caza legal e ilegal*

El problema de la caza ilegal es que se desarrolla en cualquier momento del año y en cualquier lugar, y lógicamente se desconoce lo que se abate. Estimamos que esta actividad no debe ser muy importante. En cuanto a la caza legal el problema es que no se encuentra controlada ni existen datos rigurosos ni de piezas ni de especies abatidas.

- *Gestión de la entrada y salida de agua, es decir de los intercambios entre el lago y el mar*

El control de la apertura de las “goles” que comunican el mar con el lago, esta a cargo de la “Junta de Desagüe”, y se fundamenta en las necesidades del ciclo de cultivo del arroz. Así no existe consideración respecto de las circunstancias ecológicas de funcionamiento del lago. Gran parte del año las goles se encuentran cerradas, impidiendo los movimientos de entrada y salida de fauna acuática.

- *Contaminación por vertido de residuos sólidos*

Tanto desde las riberas del lago, como a través de las acequias que llegan a él, y probablemente por la afluencia de turistas y usuarios del propio lago, llegan a éste elementos que constituyen residuos sólidos que se acumulan en las orillas en gran cantidad.

- *Frecuentación y tránsito de visitantes por áreas naturales que sufren pisoteo y generan molestias para la fauna.*

- *Presencia de tendidos eléctricos*

Debido a que la gestión hidráulica de los arrozales necesita de motores que muevan el agua, es necesaria la distribución de electricidad por el humedal, lo cual representa la existencia de una amplia red de tendidos eléctricos. En un humedal como este que soporta una densidad tan grande de aves (muchas especies de las cuales, se mueven en momentos de poca luz), estos tendidos constituyen un elemento letal, cobrándose a lo largo del año muchas víctimas por choque y electrocución.

- *Introducción de especies invasoras tanto vegetales como animales*

La entrada de especies exóticas con comportamiento de invasoras constituye una amenaza para este espacio protegido. En ocasiones de forma accidental, y en otras, voluntaria, existen varias especies de flora fauna que están creando efectos negativos en las poblaciones autóctonas. Esto se ha visto reforzado por la alteración de la calidad ambiental.

- *Presencia de animales asilvestrados en la Devesa*

Como resultado de la presencia de urbanizaciones en la Devesa, y afluencia de visitantes, existe una población variable de animales asilvestrados, básicamente perros y gatos. Los gatos son abundantes en la vecindad de las urbanizaciones. No se han valorado los efectos que pueden estar teniendo en las poblaciones de vertebrados silvestres.

- *Regresión de la línea de costa.*

La restinga está sufriendo los efectos erosivos producidos por el desarrollo del puerto de Valencia. Esta infraestructura está alterando de forma intensa la dinámica de transporte litoral de sedimentos y provoca erosión en las playas situadas en la parte norte de la

restinga, en inmediata vecindad con el puerto. Dicha erosión, a medida que crece el puerto, se desplaza más hacia el sur.

LA RESTINGA

Descripción y localización

La Restinga es un Parque Marino Costero de 18862 ha. creado el 6 de Febrero de 1974 (decreto 1591 publicado en la Gaceta Oficial N° 30.325 del 8 de Febrero 1974) con el objetivo de preservar y conservar una muestra relevante y representativa del sistema de lagunas litorales venezolanas; siendo su laguna la de mayor importancia de la Isla de Margarita. Se ubica en la zona centro norte de Margarita, uniendo las dos porciones que forman esta isla (figura 11). Por su relevancia para las aves residentes y migratorias de los manglares y ambientes asociados, el Parque Nacional Laguna de La Restinga fue incorporado en 1996 por la Convención de Humedales RAMSAR a su lista de humedales de importancia internacional.



Figura. 11. Localización y vista panorámica aérea del Parque Nacional Laguna de La Restinga.

El parque posee cuatro áreas claramente definidas (INPARQUES, 1982, 2006) y colinda con una quinta área marina no incluida dentro del mismo:

El sistema lagunar

Los manglares

La propia barra o restinga

Las comunidades xerófilas alrededor del parque.

La zona marina al norte del territorio insular del Parque.

Geología, Origen y formación

La laguna en general posee rocas de origen sedimentario del Neógeno y del Cuaternario (González de Juana, 1968). Su barra es en realidad, la más externa y reciente del ambiente sedimentario de la Ensenada de La Restinga; pudiéndose cartografiar dentro de la Laguna tres paleo-barras sumergidas. El conjunto describe la evolución posicional de la orilla septentrional, a lo largo del tiempo, en un desplazamiento hacia el Norte. Está formada principalmente por carbonatos producto de la meteorización de conchas de bivalvos como el guacuco (*Tivela mactroides*), y en ella existen eventuales filtraciones y rebalses de agua durante tormentas (Zarzosa, 1974; Monente, 1978).

La formación de la laguna se debe a un proceso donde la acción constante del oleaje va acumulando por un lado arena y por el otro, gracias a la protección que ofrecen los manglares, un largo espigón que no emerge del agua y sirve de protección a la entrada de la laguna. Hacia el sur la laguna se comunica con el mar a través de una boca, la única entrada de agua importante, donde la laguna alcanza su mayor profundidad, de 7 a 8m.

Geomorfología y Sedimentos

Desde el punto de vista geomorfológico, la laguna de la Restinga se caracteriza por presentar una barra en evolución producto de una flecha litoral sedimentaria generada por

acumulación de material que produce este tipo de cordones de arena y grava. Este flujo de sedimentos es aportado por la erosión de los acantilados y por quebradas intermitentes que desembocan en ese flanco costero, dando origen a dicho cordón litoral en forma de arco. Debido a la dirección dominante de los vientos Alisios en esta zona (desde el nordeste), se piensa que el cordón creció gracias a las derivas desde el nordeste hacia el suroeste, a lo largo de los últimos 11 mil años (Mendoza, 2005).

Los sedimentos superficiales de la laguna se caracterizan por ser del tipo areno limoso, con la fracción gruesa localizada en las principales bocas o canales y la fina en las áreas más amplias e internas. El contenido hídrico en los sedimentos se encuentra asociado significativamente con las fracciones más finas lo que determina un fondo lagunar impermeable. La materia orgánica es bastante elevada y asociada significativamente a la fracción limo del sedimento; sus máximos valores se encuentran en las áreas más internas de la laguna, con corrientes de fondo débiles que generan poca circulación de sus aguas someras. El carbonato de calcio posee niveles altos en las áreas de entrada a la laguna y en las bocas o canales que interconectan las diversas lagunitas interiores, donde las corrientes de fondo son rápidas. El grado de clasificación del sedimento es relativamente pobre, con una distribución de la agudeza gráfica aguda y muy aguda, según las diversas fracciones encontradas en los mismos (Salazar *et al.*, 2003).

Clima e Hidrología

El clima del parque nacional Laguna de La Restinga se caracteriza por ser seco y cálido, la temperatura media anual es 27 °C. La precipitación media anual es de 300 mm en los alrededores de la laguna aunque es ligeramente mayor hacia sus extremos (oriental: 373 mm; occidental: 565 mm) (MARN 1994). Aunque en el resto de la isla de Margarita la estación lluviosa tiene dos máximos, uno de junio a agosto y otro de noviembre a enero, en el parque y las zonas vecinas al mismo la época lluviosa se inicia en junio y la intensidad y frecuencia de estas lluvias van disminuyendo progresivamente hacia marzo cuando casi no llueve. En las épocas de lluvias fuertes, el agua de la laguna rompe la barra en su sección oriental, aunque ésta se vuelve a cerrar rápidamente al volver la sequía. (< 20 mm) (MARN 1994, PDVSA 1992).

Las observaciones hidrográficas más exhaustivas sobre la Laguna de la Restinga se realizaron entre 1969 y 1970 (Voltolina y Voltolina, 1974c; 1974a 1974b; Voltolina *et al.*, 1975) incluyendo observaciones durante ciclos de marea y observaciones en una estación en aguas exteriores a la laguna (Voltolina y Voltolina, 1975). Sin embargo, las dos estaciones de la laguna estaban ubicadas en el cuerpo principal cerca al canal de entrada y no existen datos de otras zonas. Monente (1978) analiza durante un periodo superior a un año, las condiciones físico químicas en muestras provenientes de toda la laguna, incluyendo sus lugares extremos y las aguas externas. Salazar (1996) y otros autores han realizado otros estudios incluyendo las concentraciones de contaminantes como los hidrocarburos (Heredia, 2001). En general la laguna es de poca profundidad, 40% de su superficie tiene menos de 1 metro de profundidad; mientras que en el sur de la misma se encuentra la boca de comunicación con el mar, donde se alcanza su mayor profundidad, de 7 a 8 m. Las bajas precipitaciones y la ausencia de afluentes importantes de agua dulce, determinan los altos niveles de salinidad presentes en la laguna, los cuales varían entre el 37 y 92 ppm.

Caracterización Ecológica de los principales tipos de ambientes

- El sistema lagunar

La laguna posee una superficie de cerca de 3000 hectáreas (Monente, 1978, Troccoli *et al.*, 2000) entre la superficie permanente de espejo de agua, el área de manglares y la zona inundable estacionalmente. Pérez (2006), utilizando ortofotomapas estima en 1147 ha el espejo de agua, en 1036 ha los manglares y en 455.4 ha las zonas de inundación para un total de área lagunar de 2638 ha. La laguna tiene forma triangular y una sola comunicación por el mar por un canal en el sur de la misma. Este sistema se considera un estuario negativo (Gómez, 1983) (figura 12).

El fondo de la Laguna posee amplias praderas de *Thalassia testudinum* especialmente en la zona sur y de *Halodule sp.* y otras especies de plantas superiores marinas, en las porciones más internas (Troccoli *et al.*, 2000). En este sistema lagunar (sin contar la parte externa marina del parque) se han reportado 156 especies de peces (siendo cinco familias las más abundantes: Engraulidae, Atherinidae, Clupeidae, Sparidae y Gerreidae), 99 de moluscos y

87 de crustáceos además de innumerables especies de varios fila de fauna asociada (Jory, 1987). La importancia de la laguna de La Restinga para buen número de especies comerciales ha sido estudiada por múltiples autores, algunos como Scelzo (2003), se han concentrado en las relaciones específicas entre ciertas especies de importancia comercial y determinados hábitat. Sin embargo, los trabajos realizados sobre los diferentes aspectos de la laguna son muy amplios y han sido recopilados por Gómez y Nirchio (1999).



Figura 12. Sistema Lagunar de La Restinga. (Foto Joaquin Buitrago, Martín Rada).

- *Los manglares*

Todo el cuerpo o borde principal de la laguna se encuentra cubierto por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*). El mangle rojo, cubre unas 500 ha aproximadamente, mientras que el mangle negro se extiende por un área de 400 ha ubicada en los canales de menor circulación, el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) se encuentra hacia el sector oeste de la laguna y en el canal de entrada, y el mangle de botoncillo (*Conocarpus erectus*) en la periferia del manglar donde el contacto con el agua es menor (Hoyos 1985) (figura 13). Basándose en imágenes satelitales, Sánchez-Arias (2005) calculó que la cobertura de mangle ha variado de 1134 ha en 1986 a 969.5 ha en el 2001. Sin embargo, esto no concuerda con lo estimado por Pérez (2006), utilizando ortofotomapas, quien estima en 1036 ha los manglares actuales. Las raíces del mangle rojo en esta laguna constituyen un sustrato que sirve de asiento o refugio a más de

150 especies de invertebrados, donde los crustáceos y moluscos constituyen el 65 % de las mismas, seguidos en términos de riqueza específica por anélidos, esponjas y tunicados.



Figura 13. Manglares dentro del cuerpo principal de la laguna de La Restinga.
(Foto Joaquín Buitrago, Martín Rada).

- *La barra o restinga*

Al norte, la laguna está separada del mar por una barra arenosa o restinga de 23,5 km de longitud, que constituye la única unión firme entre las dos porciones que constituyen la Isla de Margarita conectando la población de La Guardia con la zona denominada El Saco; es de gran atractivo turístico para la región y de gran proyección nacional e internacional. La cota de coronación no supera los 2 m y encierra una serie de crestas longitudinales paralelas (figura 14). Hacia la zona oriental dominan los manglares; sin embargo, hacia la occidental predominan especies arbustivas y rastreras como *Calotropis procera*, una planta invasora proveniente de África, y otras halófilas como el tabaquillo (*Batis marítima*) y las verdolagas (*Portulaca oleracea* y *Sesuvium portulacastrum*) (Hoyos 1985). Este último ambiente es de suma importancia para la nidificación de diversas especies de aves marinas, tanto migratorias como residentes. Esta barra se encuentra habitada por una población de guacucos (*Tivela mactroides*) estimada en varios miles de toneladas (Etchevers, 1976; Marcano, 1990; Buitrago *et al.*, 1991; Mendoza y Marcano, 2000), además existen otras especies tanto de bivalvos como el chipi-chipi (Marcano *et al.*, 2003), como de

equinodermos y crustáceos. La gran abundancia de estas especies atrae no solo a pescadores comerciales de guacuco y chipi-chipi sino que su captura para consumo inmediato se ha convertido en una tradición regional. La playa o restinga además constituye un sitio de nidificación de tortugas marinas, habiéndose reportado al menos cuatro especies, de las cuales las más común es la cardón (*Dermochelys coriacea*) considerada en peligro crítico, seguida por la verde (*Chelonia mydas*) y la cabezona (*Caretta caretta*) catalogadas ambas en peligro y finalmente la carey (*Eretmochelys imbricata*) en peligro crítico. Estas tortugas suelen anidar con más frecuencia en las playas de la parte occidental del parque.



Figura 14. Barra arenosa que separa por el norte la laguna y zonas inundables del mar (Foto Joaquín Buitrago).

- *Las comunidades xerófilas*

El parque además de las áreas marinas y costeras, incluye áreas de ambientes xerófitos, cardonales, bosques secos y maleza desértica tropical. Esta combinación de ambientes hacen que el parque nacional posea una rica fauna constituida por diversos vertebrados donde las aves son el grupo más diverso y mejor representado y algunos mamíferos de diferente porte entre los cuales se encuentra el único depredador terminal presente en la isla: el cunaguaro. Esta zona del parque está fuertemente impactada por desechos sólidos (figura 15). La vegetación de este sector es típica de áreas xerófitas y varía espacialmente de acuerdo a la presencia de cañadas y quebradas estacionales y temporalmente con las

ocasionales lluvias. Las especies arbóreas están representadas por *Cercidium praecox*, *Cordia dentata*, *Caesalpinia coriara*, *Parkinsonia aculeata*, *Bourreria cumanensis* y *Prosopis juliflora*, entre otras. También abundan las cactáceas *Ritterocereus griseus*, *Subpilocerus repandus*, *Piloerus lanuginosus*, *Pereskia guamacho*, *Opuntia wentiana*, *Opuntia schumanii*, *Opuntia caribea*, *Melocactus caesius* y *Acanthocereus tetragonus* entre otras (Hoyos 1985). En la desembocadura de algunas quebradas temporales se encuentran ejemplares del mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) que destacan por su tamaño, edad estimada y forma escénica.

La fauna de esta área es muy diversa en aves. De las 107 especies de aves reportadas en el parque, dos de ellas se encuentran amenazadas de extinción: el ñángaro endémico de la isla, *Aratinga acuticaudata neoxena* y la cotorra margariteña *Amazona barbadensis*, única en su familia adaptada a zonas áridas. Entre las aves, 21 son migratorias, 15 especies tienen distribución restringida a Margarita y Trinidad en el Caribe insular y 16 tienen distribución restringida a Margarita en el Caribe.

Considerando diversos grupos de la flora y la fauna, en esta zona del parque se estiman 20 especies y subespecies insulares amenazadas o vulnerables. Ocho especies endémicas están en alto riesgo: el ñángaro, el venado de Margarita, la polla mangle, la macagua, la ardilla copey, el mono de Margarita, la palma carana y el yaurero. Diez no endémicas corren el mismo peligro: el tabaco de pescador, las cuatro tortugas marinas, el botuto, el cunaguaro, la cotorra margariteña, la garza paleta y el flamenco.



Figura 15. Zona xerófila del parque mostrando los vertederos de basura al aire libre (foto Joaquín Buitrago).

- *El área marina*

La parte marina del parque incluye tanto la Ensenada de La Guardia, como fondos rocosos mixtos, de moluscos, y arenosos al norte de Punta Tigre, El Maguey, Arenas y Arenitas. Esta parte del parque, la más desconocida, cubre 6640 hectáreas, más del doble del área lagunar, y sin embargo muy poco se sabe de ella.



Figura 16. Costa rocosa de la porción occidental del litoral del parque.

El litoral, además de la Barra o Restinga es mayoritariamente rocoso, interrumpido por pequeñas playas, de las cuales las mayores están en el sector occidental. En estas playas anidan cuatro especies de tortugas marinas amenazadas (figura 16). De los fondos someros de esta porción del parque se sabe muy poco. Por las capturas pesqueras se sabe que existen zonas de fondos duros, con abundantes bancos de bivalvos como la pepitona (*Arca zebra*) y fondos de octocorales, pero los estudios son inexistentes. La extensa playa oceánica existente en esta zona y contigua a la barra de la laguna es uno de los sitios más visitados dentro del parque. Siendo la Isla de Margarita un importante destino turístico, el parque nacional está sometido a un intenso uso por este concepto, los datos indican que durante 2006 el parque fue visitado por 260 000 turistas, aproximadamente la mitad de ellos internacionales, pero muchos más lo visitan sin dejar registro. En un solo día se llegaron a contabilizar 500 vehículos sobre la barra o restinga haciendo uso principalmente de esta playa oceánica. La principal atracción turística consiste en recorridos en lanchas por los túneles y canales de los Manglares de la laguna los cuales permiten la comunicación con el balneario existente en esta playa oceánica a la cual también se puede llegar por carretera no pavimentada. Existe una asociación de 93 lancheros que brindan este servicio a los turistas.

Aspectos socioeconómicos y problemática ambiental

Dentro del parque nacional se encuentran unas 120 viviendas y 3 restaurantes y en su extremo oriental se ubica a muy poca distancia la población de La Guardia. En la cuenca de la Laguna, calculada en unas 17054 ha, de las cuales una buena parte está fuera del parque, se encuentran varias poblaciones en claro crecimiento urbanístico. Hay industrias extractivas de arena y se construyen y amplían vías de comunicación y otras infraestructuras que implican deforestación, factor que en un clima como el de la Isla, de pocas pero torrenciales lluvias y poca cubierta vegetal, aumenta la erosión y el transporte de sedimentos a la laguna de forma importante. Otros factores de menor magnitud, pero importantes, son el vertido de desechos sólidos y de aguas residuales en la laguna o en su cuenca. No se han estudiado en detalle las concentraciones de microorganismos como coliformes que pudieran llegar provenientes de la población ubicada al este de la Laguna (La Guardia) y su planta de tratamiento primario de aguas servidas. La extracción de madera no es efectuada como una actividad regular en el parque; sin embargo su uso como

combustible para asaderas o cocinas improvisadas por parte de algunos visitantes de fin de semana y el traslado de la misma para restaurantes con horno o asaderos de leña ha sido reportado.

Algunos habitantes del parque y muchos visitantes que frecuentan la zona xerofítica suelen eventualmente realizar caza furtiva. No existen disponibles estudios que analicen el impacto y la magnitud de esta actividad, pero los residentes y las autoridades del parque señalan que la cacería ilegal suele tener como presas preferidas a la iguana (*Iguana iguana*) y el conejo (*Sylvilagus floridanus margaritae*), existiendo también reportes de captura en zonas montañosas generalmente fuera del parque, del venado (*Odocoileus virginianus margaritae*). Estas dos últimas son subespecies endémicas de la isla. La cacería suele tener como objeto la realización de una actividad deportiva, tradicional, la comercialización y pocas veces el sustento alimenticio. En lo que respecta a la avifauna, el ñángaro (*Aratinga acuticaudata neoxena*) se encuentra críticamente amenazado de extinción debido a su cacería para comercio y uso como mascota (Rodríguez y Rojas-Suárez 1999). En cuanto a los invertebrados y peces de la laguna que se encuentran bajo cierto tipo de regulación, se evidencia su extracción ilegal por algunos habitantes del parque y provenientes de otras localidades, habiéndose registrado el uso de redes de ahorque (las cuales están prohibidas en el parque) o la extracción de ostras de mangle (*Rhizophora mangle*) por personas no autorizadas para ello.

En cuanto a la barra o restinga, presenta un proceso regresivo obvio. El incremento de la velocidad de erosión de la playa parece provenir mayoritariamente de la interrupción del flujo de sedimentos de este a oeste producto de acciones antrópicas en el extremo este de la Restinga, como la construcción de espigones y rompeolas. La continuidad de este proceso puede traer consecuencias de difícil predicción para la Laguna. Por otro lado, como todos los sistemas de su tipo, esta laguna sufre un proceso de colmatación; pero el mismo se ve modificado por diferentes factores como los señalados previamente. Esta colmatación evidente y un aparente aumento en la salinidad (Heredia, 2001) han llevado a establecer acciones de manejo, abriendo, ampliando y manteniendo canales en los manglares.



Figura 17. Ostrera y muelle de botes turísticos. Actividades productivas en La Restinga

Una valoración integral de los servicios ecosistémicos prestados por el parque arrojó como resultado que el valor monetario total de los usos dados a dichos servicios se estimó, a precios de 2007, en 56.8 millones de dólares, o poco más de 3 millones de dólares por hectárea. El beneficio neto alcanzó los 45.9 millones de dólares. Mientras que la valoración social de los servicios que presta el parque generó unos 421 mil días/hombre de trabajo directos e indirectos en la región o 1900 empleos (Buitrago y Rada, 2011), (figura 17).

BAHÍA SAMBOROMBÓN

Descripción y localización

Este humedal costero está ubicado en el extremo sur de la cuenca del Plata (noreste de la provincia de Buenos Aires), y es el humedal mixohalino más extenso de Argentina (244000 ha). Se extiende desde Punta Piedras ($35^{\circ} 27'S$; $56^{\circ} 45'O$) hasta Punta Rasa ($36^{\circ} 22'S$; $56^{\circ} 35'O$) (figura 18). Posee un ancho variable de 2 a 23 km y también incluye un sector de aguas someras hasta la isobata de 3,5 metros. Constituye una zona de interacción entre los ecosistemas acuático y terrestre, y de mezcla entre las aguas del Río de la Plata y el océano Atlántico, lo que crea condiciones ecológicas particulares que le permite ser el sustento de una gran biodiversidad.

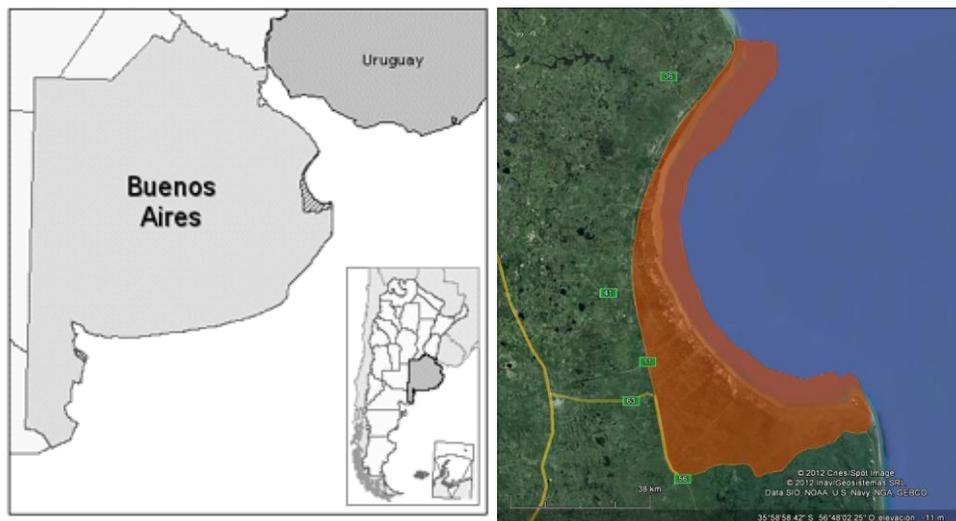


Figura 18. Ubicación del Sitio Ramsar Bahía Samborombón. Fuente: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Origen y formación

La bahía de Samborombón es un área extensa donde ha quedado registrada la evolución costera, relacionada con la fluctuación del nivel del mar, durante los últimos 6000 años. La línea de costa se ha modificado producto de las regresiones y transgresiones marinas de los períodos glaciales e interglaciales que depositaron en la línea costera,

sedimentos marinos formando los cordones de conchillas (Volpedo *et al.*, 2005). Estos cordones se ubican paralelos a la costa formando una franja de 10 a 20 km de ancho. (Violante *et al.*, 2001) (figura 19).

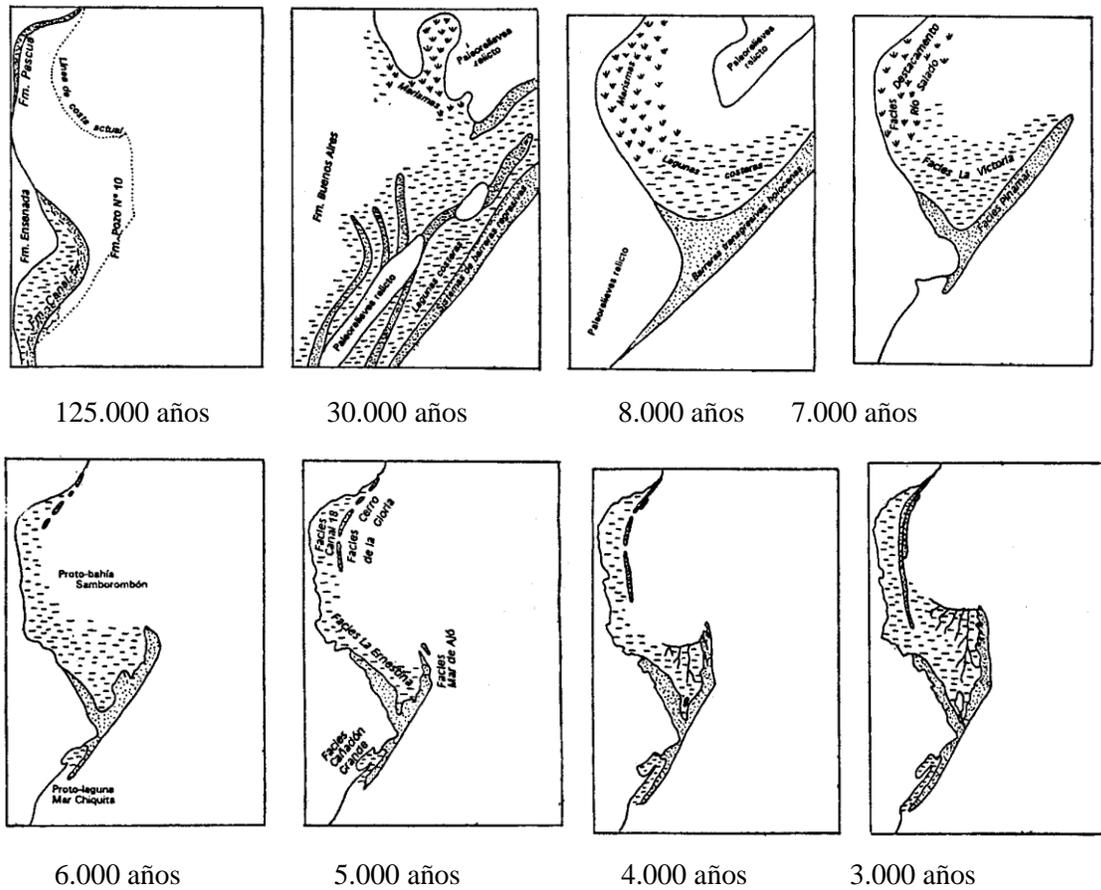


Figura 19. Evolución de la línea costera de la Bahía Samborombón basado en el esquema de Violante *et al.* (2001).

El límite más occidental del humedal coincide con los cordones de conchilla más antiguos, depositados en el Holoceno, mientras que el límite oriental corresponde aproximadamente, a la línea de costa actual (Aguirre, 1992). Estos cordones se caracterizan por ser acumulaciones muy bien estratificadas, generalmente muy meteorizadas, subescalonadas y subparalelas entre sí y con respecto a la línea de costa (Violante *et al.*, 2001). Las conchillas fósiles pertenecen principalmente a gasterópodos y bivalvos, representantes de especies bentónicas marinas. Las especies de fósiles dominantes son

Littoridina australis, *Macra isobelleano*, *Pitas rostratus*, *Tagelus plebeicus*, *Corbula patagonica*, *Nucula* spp. y *Ostrea* spp., que representan antiguos ambientes de mezcla, invadidos por los sucesivos avances del mar durante el Holoceno (Aguirre, 1992).

En la actualidad, debido a la subsidencia de la Cuenca del Río Salado y al aporte sedimentario que relleno la paleobahía en el Pleistoceno tardío, la bahía Samborombón es casi plana, presentando en algunos sectores leves pendientes (González *et al.*, 1995).

Geología y geomorfología

En el ámbito de bahía Samborombón podemos separar dos áreas, donde se observa la antigua línea de costa, geológicamente representada por afloramientos de sedimentitas pleistocenas (Codignotto y Kokot, 2005). En el extremo norte, los afloramientos del área de Punta Piedras consisten en sedimentitas del pleistoceno fuertemente cementadas con carbonato de calcio, que en general poseen nombres formacionales distintos. En las zonas más bajas correspondientes a cuerpos lacustres o próximos a ríos, se hallan sedimentos que se adjudican a la Formación Lujan y Formación La Plata, que corresponde a limos y arenas con arenas subordinadas. Poseen intercalaciones de rodados de tosca. Encima de estas unidades se hallan depósitos eólicos correspondientes a limos areno-arcillosos y arenas limosas (Codignotto y Kokot, 2005, figura 20).

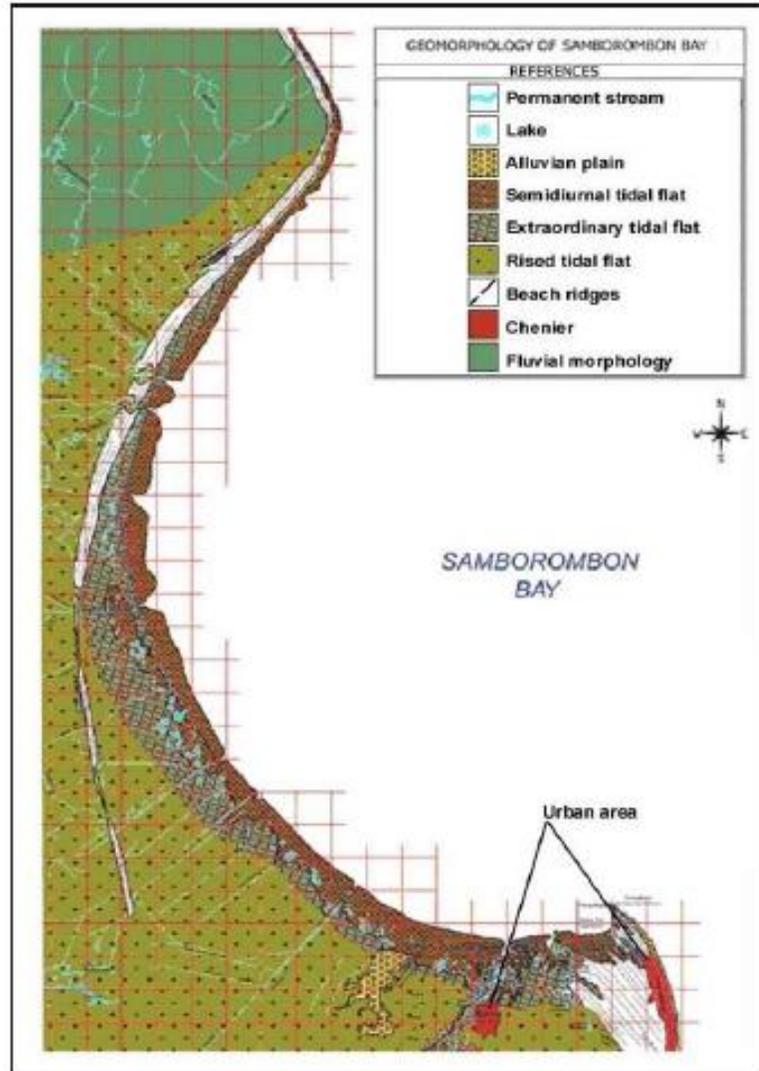


Figura 20. Geomorfología de la Bahía de Samborombón. Fuente: Codignotto y Kokot (2005).

La costa está constituida por sedimentos arcillosos correspondientes a depósitos de planicie de mareas y una línea de cheniers, donde se ubica un área de cangrejales. En el área continental, fuera de la línea de ribera actual se hallan cordones litorales e islas de barrera del Holoceno, constituidas por arena, con abundantes moluscos marinos. Entre Punta Rasa y Punta Médanos (ubicada al sur del área de estudio), los afloramientos corresponden a Depósitos de Dunas y a Depósitos de Cordones Litorales del Holoceno, constituidos por arenas finas y medianas con fauna de bivalvos y gasterópodos, en parte cementados con carbonato de calcio. Spalletti *et al.* (1987) estudiaron la sedimentología, en tanto que Codignotto y Aguirre (1993) y Aguirre (1996) describieron la geomorfología, génesis y fauna asociada de estos depósitos. Los Depósitos de cordones litorales correspondientes a espigas

de barrera que configuran la actual línea de costa ubicada entre Punta Rasa y sur de Punta Médanos están constituidos de arenas con restos fósiles de moluscos (Codignotto y Aguirre, 1993; Kokot, 1995 y 1997). Además es posible encontrar Depósitos de Arenas Finas y restos orgánicos de islas de barrera actual (cheniers).

Clima

El clima de la región es templado. Las temperaturas poseen valores medios de 15,8°C y 17,6°C, con valores medios máximos y mínimos de 22,5°C y 11,3°C, respectivamente. En el agua, la temperatura superficial permite reconocer la influencia de tres tipos de masas de agua dentro de la bahía: aguas fluviales del Río de la Plata, las aguas continentales de su propia cuenca de drenaje (conformada por los ríos Samborombón, Salado, Ajo y una serie de canales) y las aguas marinas de plataforma (Lasta *et al.*, 1996, Dogliotti *et al.*, 2001; Canziani *et al.*, 2014).

Los registros de precipitaciones medias anuales oscilan entre 1001 y 1062 mm. De acuerdo con los parámetros climatológicos (evapotranspiración potencial, índice de aridez y de humedad, índice hídrico e índice de eficiencia térmica) todo el Río de la Plata está comprendido dentro de un clima subhúmedo, mesotermal, con variaciones estacionales de la eficiencia hídrica nula o pequeña y baja concentración estival de la eficiencia térmica (Canziani *et al.*, 2014).

Las isoyetas correspondientes ubican al sitio Ramsar y sus adyacencias entre los valores de 800 a 900 milímetros de precipitación anual media. Sin embargo, de acuerdo con la referencia incluida en el Informe “Fortaleciendo las Capacidades de la Gestión de los Recursos Naturales en la Bahía de Samborombón (Giaccardi, 2012), las precipitaciones registradas en los primeros diez años del siglo 21 muestran un aumento compatible con los efectos previstos del calentamiento terrestre. En esa década, los valores representativos de la zona dan un valor anual medio, para esa década de aproximadamente 990 milímetros. La tabla 1 muestra los valores medios, máximos y mínimos mensuales.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media	108	123	114	69	54	53	63	72	62	101	106	69
Máxima	233	210	330	133	122	107	121	132	120	251	181	191
Año	200	201	200	200	200	201	201	200	200	200	200	200
	5	0	2	7	2	0	0	4	1	1	3	6
Mínima	1	49	36	9	14	8	28	13	15	35	34	3
Año	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
	9	5	3	5	6	2	7	8	8	4	8	8

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D.
115	77	68	79	40	73	62	79	91	82	65	61
2/08	23/06	29/02	14/10	23/10	14/10	21/09	23/05	30/01	1/01	23/01	29/06

Tabla 1.- Valores medios, máximos y mínimos de las precipitaciones mensuales de un periodo de 10 años, representativas de las precipitaciones en el sitio Ramsar y adyacencias ,para la primera década del siglo 21, aproximadas al mm. (tomado de Giaccardi, 2012)

Características hidrológicas

Las aguas superficiales que desembocan en la Bahía pertenecen a la vertiente nororiental de la región pampeana y corresponden a los sistemas fluviales tributarios del sector litoral. El curso inferior de los principales ríos que descargan sus aguas en la bahía, como el río Salado y el río Samborombón, poseen escasa pendiente, presentando numerosos meandros y un diseño dendrítico en su desembocadura en la bahía (Dangavs y Bozzo, 1983). El agua dulce proviene principalmente del Río de la Plata y de la descarga de los ríos de la llanura Pampeana como el río Salado y el río Samborombón, así como de la desembocadura de canales (Aliviador del Salado, 15, 9, 1 y 2), (figura 21).

La mayoría de los cuerpos de agua superficiales que desembocan en la Bahía no han desarrollado las propiedades geométricas de un sistema estable, ya sea en lo que hace a sus secciones transversales o sus perfiles longitudinales, condiciones que dificultan fuertemente el drenaje de los excedentes hídricos (Canziani *et al.*, 2014). Considerando este

comportamiento como un factor típico de las llanuras con muy baja pendiente. En estas condiciones, dependiendo de las condiciones edafológicas de los suelos, tiende a predominar el escurrimiento vertical sobre el horizontal.

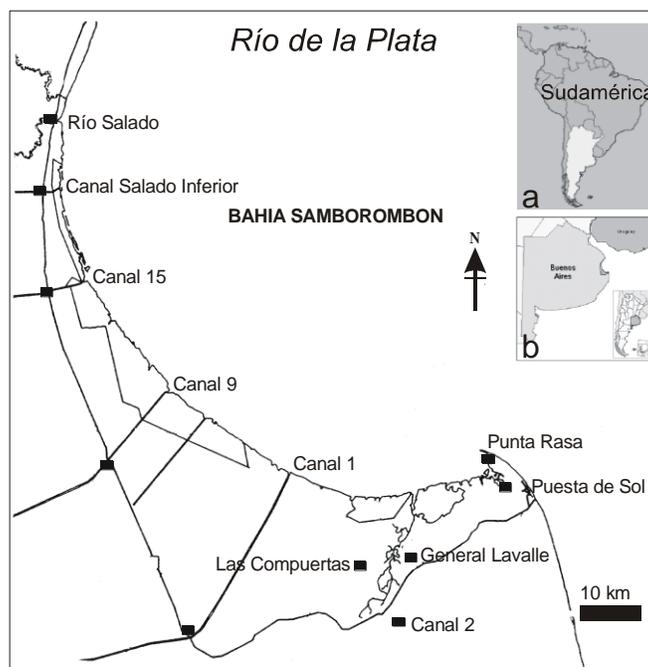


Figura 21. Ubicación de los canales y ríos de la Bahía Samborombón a: Sudamérica, b: Provincia de Buenos Aires. Fuente: Volpedo *et al.* (2005).

Caracterización de los principales tipos de ambientes

Las unidades geomorfológicas que componen esta Bahía fueron descritas por Codignotto y Kokot (2005).

El área norte corresponde a una zona más alta, donde el paisaje fue originado por acción fluvial y constituye un área de llanura surcada por algunos ríos que drenan, en parte hacia la bahía Samborombón y otros hacia el área costera ubicada al norte de Punta Piedras. Este relieve está separado del ámbito de la bahía Samborombón por un acantilado de escaso desarrollo, de una zona constituida por planicies de marea, que se clasifican en:

- *Planicie de mareas ascendida* (figura 22): No sujeta a la acción marina actual, fue originada durante la transgresión marina del Holoceno, con una edad de unos 6000 años AP

(Codignotto y Aguirre, 1993). Sobre esta superficie se identifica un drenaje de dendrítico, debido a la escasa pendiente del área.



Figura 22. Planicies de marea ascendida (al fondo se observa el talar, indicativo de cordones litorales de conchillas)

- *Planicie de mareas extraordinaria*: Área que se inunda en ocasión de mareas extraordinarias y/o mareas meteorológicas. Cuando hay cambios del nivel del mar por la acción de tempestades, se provoca la inmersión de una faja de unos 2 km de ancho, que en general es más alta que el nivel de pleamar. De esta manera se desarrolla un ambiente sublitoral constituido por un cangrejales alto (Tricart, 1973) donde se encuentran una serie de lagunas que se inundan durante estos ascensos episódicos por tormentas. Estas lagunas, en general no están conectadas por los canales de marea (figura 23) y el agua baja de nivel lentamente por evaporación. En esta zona litoral las olas son poco eficaces debido a la acción de freno producida por el contacto con los fondos poco inclinados. No obstante, a lo largo del litoral se nota cierto efecto de erosión que aporta material fino en suspensión.



Figura 23. Canales de marea, cangrejales y lagunas costeras.

- *Planicie de mareas semidiurna* (figura 24): Corresponde a la faja costera que se expone durante el ciclo de mareas semidiurno. Se trata de una superficie levemente inclinada hacia el mar y surcada por canales de marea que alcanzan gran desarrollo entre General Lavalle y San Clemente del Tuyú. Próxima a esta última localidad, su orientación está controlada por la presencia de cordones litorales.



Figura 24. Planicie de marea (zona costera).

- *Cheniers*: Zona de morfología cordoniforme de escaso relieve ubicada en la zona central de Bahía Samborombón.
- *Cordones Litorales*: Presentes en el centro norte de la bahía Samborombón y en la zona sur conformando Punta Rasa y una espiga que se extiende entre Punta Médanos y Punta Rasa. Codignotto y Aguirre (1993) explican la génesis del área mientras que Kokot (1997) estudia los depósitos de cordones litorales y explica la dinámica litoral actuante.
- *Dunas*: Corresponde a la zona de médanos costeros ubicados en la costa oriental del área Punta Médanos - Punta Rasa.
- *Planicies Aluviales*: Las más importantes son las correspondientes a los ríos Salado y Samborombón ubicados en la zona norte de la bahía Samborombón. También puede definirse esta geoforma en desembocaduras de algunos arroyos menores próximos a la zona de General Lavalle.
- *Cuenca del río Salado*: Debido a la gran cuenca de drenaje que posee el río Salado, se considera importante incluir su descripción. Está ubicada al norte de la provincia de Buenos

Aires y se extiende desde la provincia de Santa Fe. Tiene forma general de Y con su pie sobre la costa en la bahía de Samborombón y un ramal izquierdo que se interna hacia el centro de la provincia hasta la localidad de Saladillo, donde recibe la influencia de los arroyos Las Flores y Vallimanca (Makowiecki, 1995).

Fauna y flora

La Bahía Samborombón presenta una variada fauna que incluye tanto invertebrados como vertebrados, algunos de ellos de importancia comercial o bien de alto valor para la conservación. En particular, los ambientes acuáticos y terrestres, las áreas de transición ecotonal y los gradientes de vegetación presentan una alta productividad primaria y secundaria y diversas características de hábitat a microescala, que son aprovechadas por organismos que habitan estos ecosistemas, como así también por otros que los utilizan temporalmente como zona de reproducción, cría y/o alimentación.

La topografía del área, la leve pendiente, la hidrología y la influencia de las mareas determinan una serie de microambientes que pueden ser diferenciados. Los microambientes más típicos son los talares, los pastizales, los pajonales, los cañadones naturales, los canales de marea, los cangrejales y las zonas de médanos (Bertonatti y Corcuera, 2000).

Los talares ofrecen la oportunidad de nidificación a diferentes taxones de aves como el ñacurutú, las tijeretas, el carpinterito común, el chotoy, el coludito copetón, tiránidos como mosquetas, fruteros como el fueguero y el naranjero (Narosky y Yzurieta, 1993), y a mamíferos como el tuco de las talares (*Centones talaron*) la comadreja y el murciélago colorado.

En los cañadones naturales y los cuerpos de agua lénticos producidos por el desborde de los cursos de agua dulce, las especies de aves predominantes son el pato maicero, cisne de cuello negro, coscoroba, garzas blanca y mora, gallaretas, benteveos, y varias especies de passeriformes. Asimismo, se encuentran presentes mamíferos como el coipo y el carpincho.

Los canales de marea presentan una vegetación constituida por especies tolerantes a altos tenores salinos aunque no necesariamente son plantas halófitas. Estas especies contribuyen a la productividad primaria de la región, forman detritos que aportan materia orgánica al sustrato costero y son la base de las tramas tróficas de la región, sustentando a la comunidad del cangrejal (Volpedo *et al.*, 2004).

Aspectos socioeconómicos

Las actividades desarrolladas en el humedal son: la actividad agropecuaria (cría de ganado bovino), la extracción de conchilla, la pesca, la caza, la actividad turística en periodo estival en la zona aledaña (Partido de La Costa) (Yunes Núñez *et al.*, 2004 a, b, Volpedo *et al.*, 2005, Canziani *et al.*, 2014).

- Actividad agropecuaria

El análisis de los datos de los Censos Agropecuarios 2002 y 2008 a nivel de las jurisdicciones presentes en la Bahía Samborombón indican la presencia de explotaciones agropecuarias¹ (EAP) de diferente superficie (tabla 2) en los diferentes partidos involucrados. Sin embargo se puede observar que la mayor cantidad de EAP, poseen una superficie entre 200 a 500 ha en la mayoría de los partidos, excepto para General Lavalle donde la mayoría de las EAP poseen superficie entre 200 a 1000 ha y en el Partido de La Costa donde la mayoría de las EAP poseen una superficie <5 ha.

Tabla 2. Explotaciones Agropecuarias (EAP) y superficies de las mismas por partido.

	Partido	Magdalena		Chascomús		Castelli		Tordillo		General Lavalle		La Costa		General Juan Madariaga	
		EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	Ha	EAP	ha	EAP	ha	EAP	ha
	EAP con límites definidos	529	179.755,0	734	333.768,9	171	148.514,2	125	105.546,0	203	227.047,4	21	1.438,5	349	249.327,6
Escala de extensión de las EAP (ha)	Hasta 5	3	8,0	4	19,0	-	-	1	4,0	7	9,9	11	5,8	1	2,5
	5,1 - 10	7	57,0	6	52,5	-	-	-	-	1	10,0	2	17,7	2	20,0
	10,1 - 25	38	727,0	10	184,5	-	-	1	15,0	2	36,5	-	-	11	246,5
	25,1 - 50	70	2.694,5	34	1.413,6	7	275,0	17	597,0	2	89,0	1	43,0	37	1.513,0
	50,1 - 100	90	6.686,0	98	7.736,7	22	1.720,3	26	1.906,0	13	1.082,0	1	70,0	40	2.999,0
	100,1 - 200	105	15.111,5	176	26.235,6	33	4.849,4	15	2.209,0	26	4.173,0	3	396,0	54	7.786,5
	200,1 - 500	123	38.926,5	212	72.005,5	48	17.399,5	33	10.503,0	48	16.010,0	3	906,0	76	24.854,1
	500,1 - 1.000	52	36.811,0	113	81.931,5	20	13.146,0	12	7.425,0	47	32.842,0	-	-	55	38.310,0
1.000,1 - 1.500	19	23.995,0	41	50.882,0	17	20.555,0	5	6.019,0	17	20.825,0	-	-	25	30.230,0	

³ Explotación agropecuaria (EAP) es la unidad de organización de la producción, con una superficie no menor a 500 m² dentro de los límites de una misma provincia que, independientemente del número de parcelas (terrenos no contiguos) que la integren: 1) produce bienes agrícolas, pecuarios o forestales destinados al mercado; 2) tiene una dirección que asume la gestión y los riesgos de la actividad: el productor; 3) utiliza los mismos medios de producción de uso durable y parte de la misma mano de obra en todas las parcelas que la integran.

1.500,1 - 2.000	9	15.711,0	18	30.655,0	5	7.968,0	3	5.058,0	12	19.954,0	-	-	17	30.209,0
2.000,1 - 2.500	5	10.944,5	10	22.007,0	9	19.983,0	2	4.475,0	9	20.095,0	-	-	12	26.322,0
2.500,1 - 3.500	5	14.381,0	7	19.837,0	4	12.484,0	1	2.712,0	6	19.644,0	-	-	7	20.770,0
3.500,1 - 5.000	2	8.147,0	5	20.809,0	1	4.800,0	2	7.534,0	5	21.524,0	-	-	5	19.770,0
5.000,1 - 7.500	1	5.555,0	-	-	2	11.570,0	3	18.290,0	4	23.589,0	-	-	6	34.805,0
7.500,1 - 10.000	-	-	-	-	1	8.510,0	3	26.574,0	2	16.616,0	-	-	-	-
10.000,1 - 20.000	-	-	-	-	2	25.254,0	1	12.225,0	2	30.548,0	-	-	1	11.490,0

En relación a las actividades agropecuarias, la superficie implantada es relativamente baja en el los partidos estudiados (tabla 3). Eso se debería a la mala calidad de sus suelos. La mayor superficie de los partidos mantiene pastizales naturales.

Tabla 3. Superficies implantadas y cultivos.

Partido		Magdalena	Chascomús	Castelli	Tordillo	General Lavalle	La Costa	General Juan Madariaga	
Total		179.755,0	333.768,9	148.514,2	105.546,0	227.047,4	1.438,5	249.327,6	
Superficie implantada	Total	21.786,9	47.002,9	17.844,3	10.351,0	11.633,1	58,1	39.481,9	
	Cultivos	anuales	5.456,0	19.788,0	6.685,0	481,0	732,0	-	13.165,0
		perennes	5,8	52,2	-	-	0,2	3,0	96,0
	Forrajeras	anuales	3.713,5	4.086,0	4.305,3	220,0	1.485,0	-	2.839,5
		perennes	12.232,5	22.130,0	6.783,0	9.643,0	8.754,0	-	22.804,0
	Bosques y/o montes	342,0	932,2	71,0	7,0	659,2	52,0	547,0	
	Cultivos sin discriminar	37,1	14,5	-	-	2,7	3,1	30,4	
Superficie destinada a otros usos	Total	157.968,1	286.766,0	130.669,9	95.195,0	215.414,3	1.380,4	209.845,7	
	Pastizales	147.826,2	227.720,5	105.994,0	86.252,4	148.061,8	1.001,9	145.609,0	
	Bosques y/o montes naturales	2.337,9	1.967,6	1.353,0	40,0	2.754,3	60,0	4.829,5	
	Apta no utilizada	2.735,1	33.599,3	7.533,5	104,0	1.080,0	-	6.288,6	
	No apta o de desperdicio	4.053,3	20.368,0	14.472,0	7.294,5	62.539,0	274,0	51.979,7	
	Caminos, parques y viviendas	1.015,6	2.085,6	1.317,4	304,1	979,2	44,5	1.138,9	
	Sin discriminar uso	-	1.025,0	-	1.200,0	-	-	-	

La ganadería de cría es la actividad predominante en la zona, y se desarrolla en sistemas extensivos de cría y en menor medida en sistemas de engorde a corral (feedlots) en el área de influencia (tabla 4).

La cantidad de cabezas de ganado de cría es escasa en relación con la cantidad de ganado existente en la Provincia de Buenos Aires, existiendo una densidad relativa de un animal cada 3 ha (Yunes Núñez *et al.*, 2004 a y b). El escaso número de cabezas de ganado se debe a la mala calidad del suelo para el crecimiento de pasturas naturales o implantadas. Considerando dicha densidad, se ha estimado en la Bahía Samborombón un total de 75000 animales (50000 vacas y 25000 terneros) de los establecimientos ganaderos presentes en el área. Aproximadamente un 20% del total de las vacas se destina a la venta en el mercado, siendo el 50% de la faena destinado al consumo y el resto es destinado a productos en conserva. Asimismo, se estima que un 60% del total de terneros se destina a la venta en el mercado (Volpedo *et al.*, 2005).

Tabla 4. Actividad ganadera de las explotaciones agropecuarias (EAP) por partido.

Partido	Total	Cría	Recría	Invernada a campo		Invernada a corral (feed lot)	Tambo	Cabaña	Ganadería no especializada
				con suplemento	sin suplemento				
	Cabezas						Cabezas		
Magdalena	161.351	106.373	15.377	14.306	8.595	2.775	11.870	2.003	52
Chascomús	292.472	226.188	29.114	12.598	7.033	1.498	12.508	2.559	974
Castelli	102.511	72.798	14.123	1.800	5.535	585	7.644	20	6
Tordillo	79.094	56.864	1.226	3.163	17.058	703	-	80	-
General Lavalle	151.545	103.123	25.692	4.005	18.466	42	-	13	167
La Costa	397	346	30	-	10	-	11	-	-
General Juan Madariaga	174.776	118.547	11.725	19.020	21.678	1.754	65	205	1.782

En relación a los sistemas de engorde a corral, los mismos se han incrementado en el área aledaña al Sitio Ramsar en la última década, generando en algunos casos conflictos entre vecinos de las diferentes localidades (Castelli, Tordillo, Chascomús y Dolores), además de potenciales impactos en los cuerpos de agua próximos, por el aporte de nutrientes y/o compuestos orgánicos de uso veterinario. En este tipo de sistemas intensivos de engorde a corral el buen manejo del establecimiento ganadero en relación a la ubicación de los comederos, el tipo de alimento balanceado y al manejo de los montículos de excretas

bovinas minimiza el impacto de esta actividad agropecuaria (Moscuza, 2010; Yoshida, 2011).

- *Extracción de conchilla*

La extracción de conchilla, destinada principalmente a la industria de la construcción y a la elaboración de alimentos balanceados, se realiza básicamente en los cordones de conchilla presentes en el área. En la actualidad existen aproximadamente 7 canteras activas en la zona. El proceso de extracción conlleva el desmonte de talaes, la eliminación de la cobertura vegetal y en algunos casos la remoción de la arena. La conchilla de origen fósil es extraída, tamizada y lavada. El agua utilizada para dicho proceso proviene de un acuífero lenticular, única fuente de agua de buena calidad en la zona (Volpedo *et al.*, 2010). Según datos oficiales (Dirección de Minería de la Provincia de Buenos Aires), se extraen en el área linder a la Ruta Provincial N° 11, más de 160.000 toneladas de conchilla anualmente, lo que representa aproximadamente el 90% de la cantidad de conchilla extraída en toda la Provincia de Buenos Aires.

- *Pesca*

La pesca costera en Bahía Samborombón se intensificó desde la década de los 90 cuando se propició una fuerte inserción de los productos pesqueros bonaerenses particularmente la corvina rubia, en los mercados asiáticos (Bertelo *et al.*, 2000). El crecimiento del mercado produjo el desplazamiento de la flota de media altura y de altura, con el asiento en varios puertos en la zona costera bonaerense (Lasta *et al.*, 2000; Suquella y Colautti, 2003). A partir de 1997, las capturas de corvina rubia disminuyeron producto de la sobreexplotación producida en años anteriores. A su vez, comenzaron a regir las normas de captura establecidas (Resolución N°1/99 CTMFM1-CARP2) que indican una talla mínima de desembarque de 32 cm de longitud total. En el periodo (1999-2002) las capturas de corvina rubia aumentaron nuevamente (Tombari *et al.*, 2010).

En 2012 la captura máxima permisible (CMP) fue de 37.000 toneladas anuales (Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo, 2012). La Subsecretaría de Pesca de Argentina detalló que desde el 1 de enero al 3 de agosto de 2012 se desembarcaron en los puertos nacionales 16.974,7 toneladas de corvina. Esta cifra evidencia una suba del 14,5% con respecto a las

descargas registradas hasta el 31 de julio de 2011, que sumaron 14.821,4 toneladas, muchas de estas capturas fueron realizadas en proximidades de la Bahía Samborombón.

Las capturas totales de los puertos de General Lavalle, Río Salado y San Clemente en el periodo 1989 a 2010 informadas por MinAgri (2012) se representan en la figura 25.

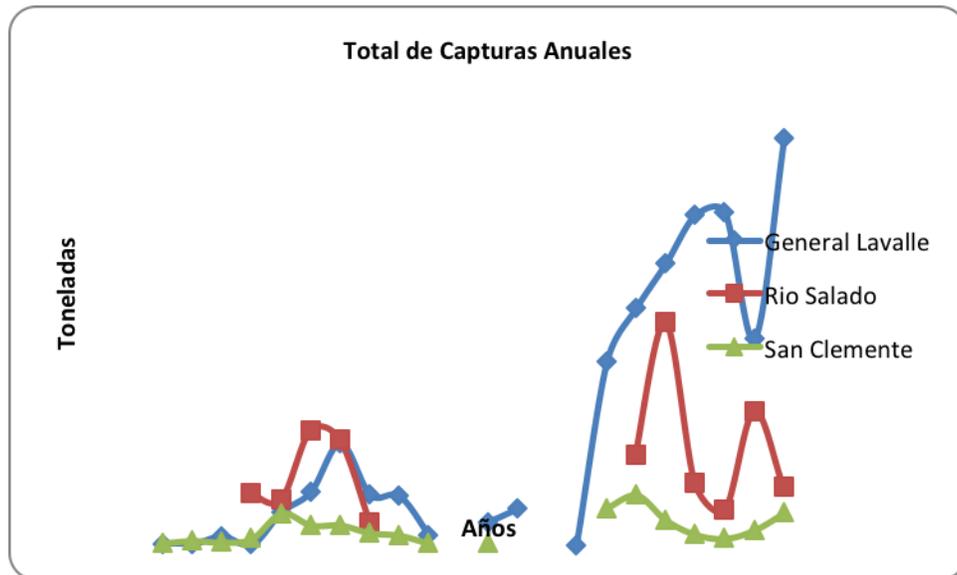


Figura 25. Capturas de los puertos relacionados a la Bahía Samborombón y zonas aledañas en el periodo 1989-2010.

Las especies destinadas a la pesca (comercial y de subsistencia) son la corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y pez palo (*Percophis brasiliensis*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*), la corvina negra (*Pogonias cromis*), el pargo blanco (*Umbrina canosai*), el córvalo (*Paralanchurus brasiliensis*), la palometa (*Parona signata*), la pescadilla real (*Macrodon ancylodon*), el águila de mar (*Myliobatis goodoidei*), el gatuzo (*Mustelus schmitti*), siendo las dos primeras las más importantes (Menni, 1984; Cousseau y Perrota, 2000; Rico *et al.*, 2012).

En figura 26 se presenta las capturas de las especies más relevantes del área a nivel provincial.

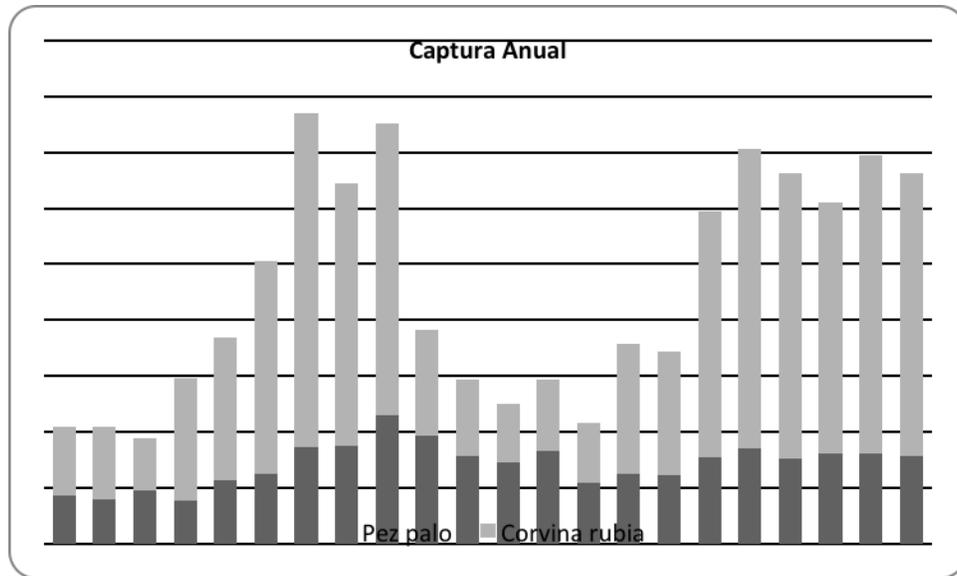


Figura 26. Capturas (toneladas) de la corvina rubia y el pez palo periodo 1989-2012.

Es importante destacar que las aguas someras de la Bahía Samborombón son el centro de cría y desarrollo de muchas especies comerciales, y por ello se han detectado problemas asociados al descarte pesquero, ya que los juveniles de especies comerciales como la corvina rubia, integran el 90% del descarte de esta misma pesquería, por lo que a corto y mediano plazo las poblaciones presentes en el área se pueden ver afectadas.

En un reciente trabajo Avigliano y Volpedo (2013) determinaron que para la especie dulceacuícola *Odontesthes brasiliensis* (pejerrey de agua dulce), la bahía de Samborombón actuaría como refugio en los meses estivales donde esta especie desaparece de la Cuenca Baja del Plata.

- Caza

La caza que se practica en la Bahía está asociada a la subsistencia, tanto para el uso directo de las piezas como un complemento en la dieta de los pobladores, como para la comercialización de pieles o subproductos de la misma. Las especies más cazadas son: coipús o falsas nutrias (*Myocastor coypus*), inambúes o pécides, patos y cerdos salvajes (*Sus scrofa*).

En el 2003 para el área de la bahía se estimaba que había al menos 30 cazadores de tiempo completo (5 días de la semana, 8 h diarias) dedicados a la actividad (Bó y Porini, 2003). Estos cazadores capturaban 2.000 coipús aproximadamente por estación de caza (Bó y

Porini, *com pers*). Sin embargo está actividad ha mermado en los últimos años, debido a la baja del precio de las pieles en el mercado.

- *Actividad turística*

La actividad turística en la Bahía se relaciona principalmente con el turismo estival realizado en los balnearios del Partido de la Costa y secundariamente con el turismo rural que se desarrolla en algunos establecimientos agropecuarios de la bahía. El número de turistas que visitaron el Partido de la Costa en enero y febrero en 2012 fue de un millón de personas aproximadamente (Secretaría de Turismo de la Provincia de Buenos Aires, 2012). En la zona sur de la Bahía, Punta Rasa se destaca por la realización de deportes náuticos durante todo el año, actividad que se contrasta en muchos aspectos con las áreas de presencia de aves migradoras de importancia global. En la actualidad no hay estudios sobre el potencial de la zona.

Problemática ambiental

La Bahía Samborombón está amenazada por las actividades que se desarrollan en forma no sustentable como la extracción de conchillas fósiles, el uso ineficiente del agua subterránea, la sobreexplotación de especies de importancia comercial en época de veda, la caza ilegal de especies en riesgo de conservación, las canalizaciones y la intensificación de la ganadería en el área.

La extracción desmedida de conchillas fósiles trae aparejado el desmonte de talaes (*Celtis tala*), la remoción de suelo y la utilización ineficiente de la única fuente de agua de buena calidad potencialmente utilizable para otros usos, para el lavado de la conchilla. Además, el cordón de las conchillas desempeña un papel irremplazable ya que actúa como filtro del agua de acuífero lenticular, confiriéndole a la misma, una calidad aceptable como agua de bebida.

El desmonte de los talaes que se realiza además de para la extracción de conchilla, también para la ampliación del uso agropecuario del suelo y el emplazamiento de canales hidráulicos, lo que provoca una disminución de nichos ecológicos que afecta la fauna del humedal. El uso ineficiente del agua subterránea por las actividades productivas desarrolladas en la zona, deriva en una disminución del volumen de agua del acuífero

lenticular, en detrimento de los flujos de agua disponibles para el humedal, la biodiversidad y los pobladores.

La sobrepesca y la captura de especies de importancia comercial en época de veda, altera los parámetros poblacionales de las especies, disminuyendo los reclutas (larvas y juveniles) y en algunos casos la talla de la primera madurez. La captura de las especies más importantes de la zona, corvina rubia y pescadilla, son relativamente elevados ya que estas especies se consideran afectadas directamente por la sobrepesca desde 1997 (World Bank, 2001). El mantenimiento de tasas de captura no sustentables es uno de los problemas más complejos en el manejo de pesquerías y puede generar conflictos sociales con la población asociada a esta actividad.

La caza ilegal de especies en riesgo de conservación como el venado de las pampas (*Ozotocerus bezoarticus*), afecta la recuperación de la especie y su conservación. Antiguamente, el venado de las pampas se distribuía en toda la provincia de Buenos Aires; en la década del 80' la población se redujo, al punto de solo circunscribirse a la Bahía de Samborombón, Estancia “La Corona” y Punta Médanos (Beade *et al.*, 2000). Como consecuencia de la caza furtiva y de la presencia de especies exóticas como cerdos domésticos asilvestrados (*Sus scrofa*) y perros cimarrones (*Canis familiares*) (que atacan a las crías o alteran el hábitat de la especie), la población actual se localiza en la zona sur de la bahía de Samborombón.

Las obras de canalización que son las medidas estructurales utilizadas en el área para acelerar el drenaje del excedente hídrico de las cuencas, cuyo cauce principal desemboca en la bahía Samborombón, introducen grandes volúmenes de agua dulce en la bahía a alta velocidad. Esto favorece la formación de áreas anegadas, modificando la salinidad, la hidrología y las condiciones ecológicas del ecosistema (Conzonno *et al.*, 2001). Se suma a esta amenaza, la presencia de canales clandestinos, de menor envergadura construidos y operados, en forma arbitraria, por los pobladores locales. Esta intervención desregulada genera, en muchos casos, un anegamiento adicional de los campos en el área de influencia del humedal, reorientando y redistribuyendo el escurrimiento superficial.

La potencial tecnificación de actividades agropecuarias en el área de influencia del humedal también puede generar problemas. En bahía de Samborombón la cría de ganado se da en sistemas extensivos, aunque las tendencias actuales advierten la posibilidad de introducción

de "feedlots", sistema de engorde a corral de ganado, en las tierras próximas al humedal. Dada la escasa incorporación de la dimensión ambiental en la producción ganadera, esta potencial amenaza de tecnificación se relaciona con la posible incorporación de nitratos, fármacos veterinarios, metales pesados proveniente del núcleo mineral que se le da como alimento al ganado y microorganismos al agua que atraviesa el cordón de conchillas. Dada la inexistencia de la implementación de un plan de ordenamiento territorial, esto podría derivar en la contaminación de las fuentes de agua de bebida de las comunidades locales. Por otro lado, en caso de intensificarse los sistemas extensivos actuales, se advierte un posible incremento en el uso de agroquímicos para erradicar malezas tóxicas para el ganado.

CIÉNAGA DE ZAPATA

Descripción y localización

La Ciénaga de Zapata es el humedal más grande del Caribe insular, con la mayor área de pantanos y marismas de Cuba, constituyendo una reserva natural de enorme valor que la ha hecho merecedora de reconocimientos internacionales como Reserva de la Biosfera en el año 2000, Sitio Ramsar (2001) y Área de Importancia para las Aves (2009). Ocupa todo el extremo Sur de la provincia de Matanzas e integra totalmente el municipio Ciénaga de Zapata, parte de los municipios Unión de Reyes, Jagüey Grande, Calimete y el área de la plataforma insular. Abarca una superficie total de 7 385 km², de ellos 5 007 km² corresponden a la parte terrestre y 2 378 km² a la parte marina.

Actualmente la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata es considerada a nivel nacional como Área Protegida de Recursos Manejados (APRM) que incluye además cuatro áreas protegidas con diferentes categorías de manejo: el Parque Nacional Ciénaga de Zapata, el Elemento Natural Destacado Sistema Espeleolacustre de Zapata y los Refugios de Fauna Bermejas y Canales del Hanábana (figura 27).



Figura 27: Ubicación geográfica del APRM Península de Zapata (Tomado de Plan de Manejo del APRM Península de Zapata: 2014-2018)

Origen y formación

Está ubicada en el bloque de tipo graben Batabanó. Durante la etapa platafórmica estos bloques han tenido una tendencia geotectónica general al hundimiento y a la consecuente acumulación de sedimentos, emergiendo más recientemente su parte meridional. La historia ambiental de este espacio geográfico y su estado actual es el resultado de complejas interacciones hombre-naturaleza que durante más de dos siglos han ido modificando la estructura, el funcionamiento y la estabilidad de los ecosistemas.

Características geológicas y geomorfológicas

Desde el punto de vista geológico se caracteriza por la existencia de un sistema de fallas de componente Norte-Sur y sistemas de agrietamientos paralelos, que aportan una diferenciación espacial al territorio, dando lugar a dos grandes bloques bien diferenciados, separados por la falla de Cochinos, que constituyen la ciénaga Oriental y la ciénaga Occidental. El bloque occidental, más deprimido, se caracteriza por tener costas de tipo acumulativo–biogénicas, mientras que el oriental, más elevado, presenta un claro predominio de costas abrasivas (figura 28).

En esta zona se encuentra el Sistema Espeleolacustre de Zapata, que está constituido por un “centenar de depresiones cársticas con paredes escarpadas que se encuentran inundadas y están prácticamente alineadas, con profundidades que varían desde los 10 hasta los 86 m.



Figura 28: Costas acumulativas-biogénicas (izquierda), costas abrasivas (derecha).
(Tomado del Plan de Manejo del APRM: 2014-2018).

La cuenca de Zapata es uno de los mayores y más complejos sistemas de drenaje cárstico del país. Está constituida por llanuras palustres y lacustres muy bajas, anegadas, con ligeras

inclinaciones y ondulaciones, y presenta una topografía suave. En la región predominan los procesos acumulativos, que conjuntamente con los cársticos han desempeñado un importante papel en la génesis y evolución del relieve actual en el que se evidencia la presencia de terrazas marinas y de un relieve sobre rocas carbonatadas, cubiertas parcial o totalmente por espesores de turba y arcilla.

Suelos

Las condiciones geomorfológicas e hídricas han determinado que los suelos de la Ciénaga de Zapata presenten una distribución E-O, que se corresponde aproximadamente con la orientación de la estructura geólogo-geomorfológica y las condiciones hidrólogo-hidrogeológicas del territorio.

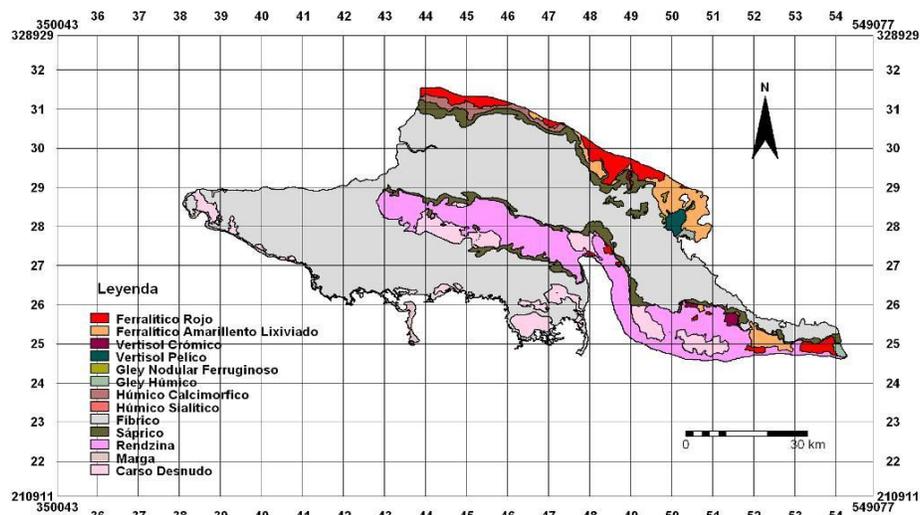


Figura 29: Regionalización de los suelos según su composición y nutrición hídrica y mineral (Labrada *et al.*, 2005).

Los tipos de suelo predominantes corresponden a los Ferralíticos rojos y Ferralíticos amarillentos, los suelos Turbosos, Turbosos - gleyzados y Margosos – Turbosos, las Rendzinas negras y rojas y los suelos Cenagosos costeros y Solonchak de mangle (figura 29).

Clima

Se caracteriza por una variabilidad espacial que se desplaza desde un clima con menos contenido de humedad y mayor amplitud térmica hacia el interior del territorio hacia un clima marítimo de costa con temperatura media anual de 24.5 °C, con media mínima de 18°C y máxima de 30 °C. El promedio anual de las precipitaciones es de 1500 mm y se diferencian dos estaciones, lluviosa y poco lluviosa.

Los huracanes constituyen el elemento más significativo dentro de los eventos hidrometeorológicos extremos que ocurren en Cuba, debido a sus implicaciones sociales y económicas. La Ciénaga de Zapata ha sido afectada por 10 huracanes en el período de 1844 al 2003, de los cuales uno ha sido de categoría 5, cuatro de categoría 4, tres de categoría 3, y 2 de categoría 2, en la escala de Saffir- Simpson.

Hidrología

Hidrológicamente el humedal es alimentado tanto por el escurrimiento superficial como por acuíferos adyacentes de las llanuras de Habana-Matanzas y de Colón, y conduce naturalmente el flujo de sus aguas de este a oeste para desaguar fundamentalmente por el río Hatiguanico en la Ensenada de la Broa y, en menor cuantía a través del canal de Soplillar hacia la Bahía de Cochinos (Rodríguez *et al*, 1993).

La red de drenaje superficial de la cuenca de Zapata está generalmente muy desmembrada por la acción de los procesos cársticos y de empantanamiento, sumado a los efectos antrópicos (canalización, regulación del drenaje, etc.).

La cuenca de alimentación de la ciénaga occidental proviene de la vertiente norte, donde las aguas superficiales se originan en su mayor parte en las Alturas de Bejucal - Madruga - Coliseo. Esta abarca un área de 1516 km² y tributó el 53.24 % de los aportes de agua al territorio en el año 2000 (Petrova, 2009). El 91.59 % de estas aguas se infiltran a través de un sistema de ponores abiertos o difusos con cotas de 15 a 20 m sobre el nivel del mar en áreas de la propia llanura y por vía subterránea alimentan la ciénaga occidental. Otro aporte importante son las precipitaciones que se generan en la región que constituyen alrededor del 35 %.

Por su parte, la zona de captación de la ciénaga oriental ocupa un área de 3116 km² y es la responsable del 87.47 % del aporte de agua a dicha porción de la ciénaga para igual período (Petrova, 2009). Las líneas de afluencias fundamentales a estas, son la subterránea con un 55.25 % y la superficial a través del Río Hanábana responsable del 32.22 %.

Caracterización ecológica

La Ciénaga de Zapata es uno de los lugares más significativos de Cuba por la cantidad y diversidad de ecosistemas que en ella se desarrollan así como por la presencia de un alto grado de endemismos locales de importancia para la conservación del acervo genético de la biota cubana y caribeña en general.

La flora está representada por unas 1000 especies de las que 15 son consideradas raras o en peligro de extinción, 130 son endémicas de Cuba y 5 corresponden a endemismos locales. La distribución y desarrollo de la vegetación está condicionada a la existencia y características del agua como principal factor ecológico. Ello determina la existencia de una amplia variedad de tipos de vegetación que varía, fundamentalmente, desde la vegetación acuática (de agua dulce y salada), dando lugar a los siguientes ambientes como más destacados:

Vegetación temporalmente inundada:

- Vegetación de Agua Salada: Está formada por plantas halófitas sumergidas, generalmente es pobre en especies y forman un césped en las lagunas de agua salada y salobre. Las especies que caracterizan esta formación vegetal son: *Najas marina* (lino de agua), *Ruppia maritima* (hierba de manatí), *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* (hierba de manatí).

- Vegetación de Saladar: Son comunidades de plantas halófilas en zonas salinas terrestres. La integran fundamentalmente plantas suculentas y gramíneas que resisten altas presiones osmóticas. Se ubican generalmente a continuación de los manglares donde los suelos se inundan frecuentemente con agua salada. Las

especies más características son: *Batis marítima* (perejil de costa), *Salicornia perennis* (hierba de vidrio), *Suaeda liniaris* (sosa), *Distichlis spicata* (grama de costa), y *Heliotropium curassavicum* (alacrancillo de playa), *Sporobolus virginicum ssp. litoralis* (grama de playa), *Achrostichum areum* (cola de alacrán).

- Manglar: Está compuesto por bosques perennifolios con el predominio generalmente, de un solo estrato arbóreo, escasas especies de arbustivas, hierbas, lianas y epífitas. Es una de las formaciones vegetales más importantes en el humedal por su extensión, diversidad de asociaciones y su papel esencial desde el punto de vista ecológico. Las especies características son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle prieto), *Laguncularia racemosa* (patabán), *Conocarpus erectus* (yana). Otras especies acompañantes son: *Batis marítima* (perejil de costa), *Achrostichum aureum* (cola de alacrán), *Distichlis spicata* (grama de costa), *Rhabdadenia biflora* (clavelito del manglar).
- Vegetación de agua dulce: Formada por plantas dulceacuícolas tanto sumergidas como flotantes. Se desarrolla en lagunas, ríos, canales, charcas y áreas temporalmente inundadas. Las especies que caracterizan esta formación son: *Vallisneria americana* (hierba de manatí), *Scirpus lacustris ssp. validus* (junco), *Utricularia foliosa* (ayún), *Potamogeton nodosus*, *P. illinoensis* (espigas de agua), *Hydrocotyle umbellata* (ombligo de venus), *Nymphaea ampla* (ova blanca); *N. odorata* (ova de galleta), *Nuphar luteum var. macrophyllum* (malangueta) y *Salvinia auriculata* (lechuguilla de agua).
- Herbazal de Ciénaga: Lo componen comunidades de plantas herbáceas que se reúnen en áreas que permanecen inundadas la mayor parte del año. Las gramíneas y las ciperáceas son los elementos que predominan en este tipo de formación vegetal. Las especies más importantes son: *Cladium jamaicensis* (cortadera), *Typha domingensis* (macío), *Eleocharis interstincta* (junco de ciénaga), *Acoelorrhaphe wrightii* (guano prieto), *Eleocharis celulosa* (junco fino), *Ilex cassine* (yanilla blanca), *Myrica cerifera* (arraján).

- Sabanas (*sensu lato*): El origen de este tipo de formación vegetal en la ciénaga se estima que sea mayormente a partir de alguna otra formación vegetal alterada por intervención erógena, principalmente la acción del hombre. La composición florística y fisonómica varía en dependencia del sustrato donde se asienta y la formación vegetal a partir de la cual se originó. Se caracteriza mayormente por plantas herbáceas, palmas y pocos árboles y arbustos dispersos. También pueden encontrarse epífitas. Dentro de la dominancia de la vegetación herbácea, las gramíneas y ciperáceas son mejor representadas. Las especies más características son: *Sabal marítima* (guano cana), *Tabebuia spp.* (roble blanco), *Acoelorrhaphes wrightii* (guano prieto), *Ilex cassine* (yanilla blanca), *Bucida palustris* (júcaro de ciénaga), *Loncheocarpus dominguensis* (guamá de sogá), *Crescentia cujete* (guira), *Hohenbergia penduliflora* (curujey gigante) y *Selenicereus grandiflorus* (pitaya).

- Bosque de Ciénaga: Se caracteriza por la presencia de bosques con estrato arbóreo de 5-15 m (puede llegar hasta 20 m) de altura con la mayor parte de los árboles perennifolios. Presenta estrato arbustivo, algunas hierbas, lianas y generalmente abundantes epífitas y algunas palmas. Estos tipos de bosques se desarrollan en suelos mayormente turbosos, que pueden permanecer temporalmente inundados con agua dulce entre cuatro y seis meses del año. Esta formación vegetal es de las más ricas en especies del área. Las especies características son: *Bucida palustris* (júcaro de ciénaga), *Bucida buseras* (júcaro negro), *Tabebuia angustata* (roble blanco), *Taliparites elatus* (Majagua), *Calophyllum antillanum* (ocuje), *Salix caroliniana* (clavellina), *Sabal marítima* (guano de cana), *Roystonea regia* (palma real), *Annona glabra* (bagá), *Chrysobalanus icaco* (icaco), *Myrica cerifera* (arraijan), etc.

- Bosque semicaducifolio con humedad fluctuante: Estos bosques crecen en suelos inundados por corto tiempo, se localizan entre los bosques de ciénagas y los semicaducifolios. Presentan dos estratos arbóreos densos de 12-20 m, estrato arbustivo bien representado, algunas hierbas, lianas y epífitas. Las especies que lo

caracterizan son: *Lysiloma laticiliquum* (soplillo), *Metopium brownei* (guao de costa), *Swietenia mahagoni* (caoba antillana), *Calophyllum antillanum* (ocuje), *Geoffrea inermis* (yaba), *Pithecellobium glaucum* (abey), *Allophylus cominea* (palo de caja), *Amyris balsamifera* (cuaba blanca), *Myrcine coriacea* (sangre de doncella), *Guettarda combsii* (contragua), *Tabebuia leptoneura* (roble blanco), *Eugenia axillaris* (guairaje), etc. Así como la Vegetación boscosa no inundada incluyendo la vegetación xerófila, propia de lugares semidesérticos. (Rodríguez *et al.*, 1993).

- Bosque subperennifolio mesófilo: Presenta más del 70% de las especies del estrato arbóreo perennifolias. Tiene de dos a tres estratos arbóreos, formados por árboles y palmas altas que pueden oscilar entre 8-15 m. Este tipo de formación vegetal es atípica en la localidad y por tanto es la menos representada, sin embargo resulta muy importante por el grado de endemismo, valor maderable de sus especies y papel ecológico. Las especies más características son: *Laurocerasus occidentalis* (cuajaní), *Sideroxylum foetidissimum* (jocuma), *Calophyllum antillanum* (ocuje), *Cedrela mexicana* (cedro), *Nectandra antillana* (aguacatillo), *Turpinia paniculata* (sauco cimarrón), *Exotea paniculata* (yaicuaje), *Taliparites elatus* (majagua), *Cupania macrophylla* (guara blanca); *C. glabra* (guara de costa), *Erythroxylum areolatum* (arabo), *E. havanensis* (jibá), *Ateramnus lucidus* (yaití), *Eugenia spp.* (guairajes y mijes), entre otras.
- Bosque semidecaducifolio mesófilo: Son bosques donde el 50% o más de las especies arbóreas son caducifolias localizadas en zonas que generalmente no se inundan. Pueden presentar, generalmente dos estratos arbóreos que oscilan entre los 20 m el más alto y el más bajo hasta los 15 m de altura. Es la formación boscosa más abundante de la ciénaga por su gran extensión, su presencia es comparada a la de los manglares y presenta gran productividad maderable. Además se caracteriza por la gran diversidad de especies con muchos endemismos. Las especies más comunes son: *Lysiloma latisiliquum* (Soplillo), *Bursera simaruba* (almácigo), *Zuelania guidonia* (guaguasí), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Cordia gerscanthus* (baría), *Geoffrea inermis* (yaba), *Roystonea regia* (palma real), *Sabal yapa* (cana japa),

Cedrela mexicana (cedro), *Chrysophyllum oliviforme* (caimitillo) y *Eugenia maleolens* (guairaje blanco), *Casearia sylvestris* var. *sylyvestris* (sarnilla), *Casearia aculeata* (jía brava), *Erythroxylum havanensis* (jibá), *Picramnia pentandra* (aguedita), *Lasiasis divaricata* (pitillo de monte), *Psychotria horizontalis* (tapa camino), *Smilax havanensis* (alambrillo), *S. lanceolata* (raíz de china), *Gouania lupuloides* (bejuco leñatero) y *Tillandsia* spp. (curujeyes).

- **Bosque caducifolio:** Son bosques abiertos con alrededor del 75% de las especies arbóreas caducifolias. Son escasos, localizados en puntos aislados y muy secos de la parte oriental de la ciénaga. Se caracterizan por un estrato arbóreo de 10-12 m de altura, arbustos y algunas hierbas, lianas y epífitas. Además, en ellos se destaca la presencia de cactáceas arborescentes. Las especies que caracterizan este tipo de formación vegetal son: *Chloroleucon mangensis* var. *lenticifolium* (humo o Guayabillo), *Spondias mombin* (jobo), *Lysiloma latisiliquum* (soplillo), *Cordia gerascanthus* (baría), *Cordia collococca* (ateje), *Burcera simaruba* (almácigo), *Guapira longifolia* (zarza sin espinas), *Chrysophyllum oliviforme* (caimitillo), *Guazuma ulmifolia* (guásima), *Dendrocereus arboreus* (aguacate cimarrón o flor de copa), *Zanthoxylum fagara* (uña de gato), *Erythroxylum havanensis* (jibá), *Cryptostegia grandiflora* (estrella del norte), *Picramnia pentandra* (aguedita), *Cordia globosa* (hierba de la sangre), *Harrisia taylori* (jijira), *Croton lucidus* (cuabilla), *Lasiasis divaricata* (pitillo de monte), *Commelina elegans* (canutillo), *Smilax havanensis* (alambrillo), *Stigmaphyllon sagreanum* (bejuco de San pedro), *S. diversifolium* (bejuco blanco), *Tillandsia* spp. (curujeyes).
- **Bosque semicaducifolio esclerófilo subcostero:** Estos bosques presentan más del 50% de las especies caducifolias. Se caracteriza por presentar dos estratos arbóreos, el más alto de 10-12 m y el más bajo de 8-10 m de altura. Además hay representación de palmas, cactus, arbustos y las hierbas, lianas y epífitas son muy escasas, en algunos puntos ausentes. Esta formación vegetal alberga altos índices de diversidad y endemismos. Las especies que caracterizan a esta formación vegetal son: *Picrodendron macrocarpum* (yana prieta), *Burcera simaruba* (almácigo),

Zuelania guidonia (guaguasí), *Lysiloma latisiliquum* (soplillo), *Sideroxylon foetidissimum* (jocuma), *Hypelate trifoliata* (cuaba de ingenio), *Capparis cinophalophora* (mostacilla o aceitunillo), *Swietenia mahagoni* (caoba antillana), *Thrinax radiata* (guano de costa), *Eugenia maleolens* (guairaje blanco), *Zanthoxylum fagara* (uña de gato), *Capparis flexuosa* (mostacilla), *Erythroxylum havanensis* (jibá), *Diospyros crassinervis* (ébanico carbonero); *D. grisebachii* (ébanico real), *Harrisia taylori* (jijira), *Croton lucidus* (cuabilla), *Argythamnia candicans* (plateado), *Opuntia dillenii* (tuna brava), *Morinda royoc* (palo garañón), *Serjania subdentata* (bejuco esquinado), *Triopteris rigida* (bejuco de San Pedro), *Selenicereus grandiflorus* (pitaya), *Tillandsia recurvata*, *T. fasciculata*, *T. variabilis*, *T. balbisiana* (curujeyes), *Tolumnia lemoniana* (orquídea), *Cyrtopodium punctatum* (cañuela), *Encyclia phoenicia* (orquídea de chocolate).

- Matorral xeromorfo costero: Se caracteriza por ser un matorral achaparrado de 4-6 m compuesto mayormente por arbustos esclerófilos, espinosos y con la presencia de algunos arbolitos emergentes. Se destaca la presencia de cactus y algunas palmas, hierbas, lianas y epífitas. Este tipo de formación vegetal se destaca por la riqueza de especies y endemismos. Las especies que caracterizan este tipo de formación vegetal son: *Savia bahamensis* (icaquillo), *Bumelia glomerata* (jiquí espinoso), *Ateramnus lucidus* (yaití), *Guapira obtusata* (macagüey), *G. longifolia* (zarza sin espinas), *Hypelates trifoliata* (cuaba de ingenio), *Dendrocereus nodiflorus* (aguacate cimarrón o flor de copa), *Croton lucidus* (cuabilla), *Pilosocereus robinii* (jijira), *Coccothrinax cupullaris* (yuraguano), *Copernicia brittonorum* (yarey de costa), etc. Las áreas más significativas que presentan este tipo de formación vegetal son: Mal Paso-Punta mangle y al final de Las Salinas.
- Matorral: Esta formación vegetal está integrada por un estrato arbustivo de hasta 2 m de alto; la mayoría esclerófilos con pocos arbolitos emergentes (de apariencia enana), muy dispersos de 2.5-3 m de alto. Es una vegetación muy abierta con un 35-40 % de cobertura vegetal. Presencia de lianas, epífitas (orquídeas y curujeyes), principalmente en la base de los troncos y hasta en el suelo en algunos puntos sobre

la hojarasca. También ciperáceas y orquídeas terrestres. Se desarrolla sobre carso puro (diente de perro) y casimbas, algunas algo profundas y con turba y/o agua; a 4-5 m. Entre las especies que caracterizan esta formación vegetal se destacan: *Metopium toxiferum* (guao de costa), *Savia bahamensis* (icaquillo), *Strumphia marítima*, *Neobracea angustifolia*, *Manilkara jaimiqui* (jaimiqui, acana jaimiqui), *Byrsonima lucida* (carne de Doncella), *Coccoloba praecox* (uverillo), *Phialanthus stillans*, *Guettarda cf. Scabra* (chicharrón de monte, cuero, guayabillo blanco), *Ouratea illicifolia* (rascabarriga), *Smilax havanensis* (alambrillo), *Smilax laurifolia* (raíz de China), *Vanilla articulata* (vainilla), *Cynanchum caribaeum*, *Cassytha filiformis* (bejuco fideo), *Cladium jamaicensis* (cortadera), *Rhynchospora aff. Tenuis*, *Scleria lithosperma*, *Tetramicra urbaniana*, *Epidendrum nocturnum* (San Pedro), *Catleyopsis lindenii* (San Pedro), *Tillandsia spp.* (curujeyes) y *Catopsis nutans* (curujey).

- Uveral: Es una formación vegetal perennifolia, monodominante, que en dependencia de la intensidad de los vientos marinos puede cambiar su aspecto fisonómico de arbustivo (hasta 5m) a arbóreo (hasta 10 m). Se desarrolla fundamentalmente en costas arenosas localizadas puntualmente en algunas áreas de la parte oriental de la ciénaga y cuando está saludable se presenta muy compacto y cerrado su dosel. Las especies que la caracterizan son: *Coccoloba uvifera* (uva caleta), *Thrinax radiata* (guano de costa), *Caesalpinia bonduc* (mate amarillo), *Burcera simaruba* (almácigo), *Morinda royoc* (palo garañón), *Ipomoea spp.* (aguinaldos).
- Complejo de vegetación de costa arenosa: Se desarrolla en las costas arenosas, constituyendo una franja desde el límite de las mareas hasta la parte baja de las dunas llegando al uveral. Solo lo componen plantas herbáceas y lianas rastreras. Entre las especies que caracterizan a este complejo se encuentran: *Suriana marítima* (cuabilla de playa), *Sporobolus virginicus* (grama de playa), *Cannavalia marítima* (mate de costa), *Ipomoea brasiliensis* (boniato de playa) y *Chamaesyce buxifolia* (yerba mala o yerba lechera).

- Complejo de vegetación de costa rocosa: Se ubica en el litoral rocoso, directamente en contacto con las costas y se caracteriza por ser un matorral bajo, abierto, con arbustos achaparrados de 1-2 m de altura que se desarrollan sobre roca caliza desnuda o sobre pequeñas aglomeraciones de arena que se acumulan en las concavidades de las rocas. Las especies más características de este complejo son: *Borrchia arborescens* (romero de playa), *Rachicallis americana* (cuabilla), *Suriana marítima* (cuabilla de playa), *Coccoloba uvifera* (uva caleta), *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa), etc.

En la fauna están bien representados todos los grupos de vertebrados, y entre los invertebrados destacan los insectos. De los fondos marinos, destacar las formaciones de coral. Los mayores valores de endemismos se reportan para los anfibios (86 %) y de las 58 especies identificadas para Cuba la cuarta parte vive en este humedal. Entre los reptiles los endemismos son del 36 % y de las 156 especies reportadas para Cuba el 26 % habita en la región. Dentro de este grupo se encuentra el cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*) (figura 30), especie endémica de Cuba considerada la especie de cocodrilos con mayor riesgo de extinción por tener hábitat restringido (Ramos *et al*, 1994).



Figura 30. Cocodrilo cubano (*Crocodylus rhombifer*).

La Ciénaga de Zapata no sólo es el lugar más rico en especies de aves en Cuba (258 de 368 reportadas para el archipiélago), sino que también es el área del Caribe con mayor cantidad de endémicos de la avifauna. De las 30 especies de aves endémicas de Cuba, 23 existen en la región de Zapata (figura 31). Dos de estas, la gallinuela de Santo Tomás (*Cyanolimnas cerverai*) y la ferminia (*Ferminia cerverai*), solamente se encuentran en este lugar del país.

Del total de especies de aves reportadas, 100 son acuáticas y de estas últimas, cinco tienen categorías de amenazadas.



Figura 31. Representantes de la avifauna cubana: 1- ferminia (*Ferminia cerverai*) y 2- la subespecie del cabrerito de la ciénaga (*Torreornis inexpectata inexpectata*) endémicos locales y 3- la cotorra (*Amazona leucocephala leucocephala*) y cartacuba (*Todus multicolor*).

Los insectos son un grupo poco estudiado en el territorio y los resultados más recientes se inclinan hacia los escarabajos terrestres de los que se han encontrado cuatro especies endémicas, hormigas con registros de una especie arbórea endémica, y libélulas. Los moluscos son otro grupo que ha sido poco estudiado en la región.

De la ictiofauna dulceacuícola que habita en el territorio se han descrito 30 especies de las que 9 son endémicas (Ponce de León *et al*, 2012), destacándose como claves: el manjuarí (*Atractosteus tristoechus*) y la biajaca criolla (*Nadopsis tetracanthus*).

Los mamíferos están representados en Zapata por 15 especies de las que solo una es endémica local: la jutía enana (*Mesocapromys nanus*) y algunos de ellos con determinado grado de amenaza como es el caso del manatí (*Trichechus manatus*), jutía carabalí (*Mysateles prehensilis*) y la jutía conga (*Capromys pilorides*).

En cuanto a los arrecifes de coral se han registrado en la zona 36 especies de corales escleractíneos y dos especies de hidrozoos pertenecientes al género *Millepora* (Caballero *et al*, 2004) en comparación con las 60 especies de corales descritas para Cuba. Los valores de

cubrimiento de coral vivo en la zona están por encima de la media reportada recientemente para los principales arrecifes de Cuba (22 – 39 %) y presenta una heterogeneidad y riqueza de especie elevada (Caballero *et al*, 2004).

Características socioeconómicas

La Ciénaga de Zapata tiene una población de 9210 habitantes (ONE, 2014), de los cuales el 65% está considerado como urbano y el 35% como rural. Es el municipio de mayor extensión del país y menor poblado con una densidad de población, aproximadamente de 2 h/km². Las principales actividades económicas son la silvicultura, la apicultura, la pesca, la industria local y el turismo, todas ellas con bajo nivel de desarrollo y poco valor agregado por la falta de tecnologías apropiadas para el uso y manejo de los importantes recursos naturales de que dispone el territorio: forestales (maderas preciosas), energéticos (turba y bosques), melíferos, pesqueros (cocodrilos, tortugas, crustáceos, mariscos) y paisajísticos (Labrada *et al*, 2004).

Aunque en los últimos 20 años la economía de este territorio ha experimentado un crecimiento significativo con un ritmo promedio anual de 4.5%, duplicando su producción mercantil, a este indicador económico solo tributan la Empresa Forestal Integral y la Empresa Municipal de Comercio y Gastronomía.

La creciente actividad turística en la Reserva constituye hoy una de las mayores amenazas para los ecosistemas. En los últimos cinco años el número de visitantes extranjeros se duplicó de aproximadamente 150 000 anuales a 300 000, y durante los meses de verano el número de turistas nacionales como promedio rebasa hasta tres veces la población residente en el municipio. Esto ejerce una gran presión sobre algunas playas del territorio, fundamentalmente aquellas que cuentan con alguna infraestructura (parqueo, abasto de agua potable, servicios gastronómicos, etc.)

El aumento de población residente y población flotante en la reserva agudiza problemas de abasto y calidad de las aguas, contaminación por residuales líquidos y sólidos y aumento de actividades ilícitas como la tala y caza furtiva, y violación de la ley de costa por construcciones sobre línea de costa, entre otras (CITMA, 2008).

Problemática Ambiental

- Alteración del régimen hídrico y de la calidad del agua

En las décadas de los 60 y 70, principalmente en su porción Oriental, el humedal fue sometido a grandes transformaciones antrópicas, se construyeron sistemas de drenaje y varias obras hidrotécnicas, que provocaron en los años subsiguientes la disminución del aporte de agua hacia el área, la descarga rápida al mar, y aumento de inundaciones en la época lluviosa. Esto trajo consigo las afectaciones en el patrón hídrico local. Al comparar los registros del año 1959 y del 2004, para las condiciones de un año medio, se observa una notable disminución de este balance, principalmente para la parte Occidental ($1025 \times 10^6 \text{m}^3$ contra $849 \times 10^6 \text{m}^3$) (Petrova, 2002). Esto se debe a que en el año 1959 la explotación era casi nula, aumentando durante más de 40 años con el desarrollo de planes de cultivos varios, cítricos y aumento de abasto en las áreas adyacentes a este territorio. Esta sobreexplotación trajo consigo el incremento de la salinidad en varias áreas del humedal e incluso fuera de éste, tanto en vías fluviales como pozos, lo que obligó al cambio de fuentes y abandono de algunas áreas.

La aplicación de los fertilizantes químicos provocó el aumento de contenido de nitratos en las aguas subterráneas cercanas a la ciénaga, que unido al vertido de residuales domésticos sin tratar, provocó contaminación bacteriológica en varias áreas. La rectificación de las vías fluviales y la construcción de canales han generado frecuentes inundaciones al paso de los eventos hidrometeorológicos con un incremento de áreas afectadas y daños económicos.

- Alteración de la biodiversidad

Está relacionada fundamentalmente con la fragmentación de los hábitats naturales como consecuencia de la construcción de infraestructura técnica en el territorio, sin el conocimiento adecuado del funcionamiento de los ecosistemas naturales. Otros problemas que afectan a la biodiversidad son la aparición de especies exóticas que han sido introducidas con fines ornamentales, productivos, o que han llegado de manera accidental al humedal; el manejo inadecuado de los recursos naturales, acciones que hacen que aparezcan desequilibrios que alteran la composición y estructura de la biodiversidad en el territorio.

La introducción de especies invasoras constituye una seria presión para la biodiversidad de este territorio. En el medio terrestre (ciénagas y lagunas temporales, costas y áreas no inundadas), en diferentes puntos se están desarrollando especies con un comportamiento de invasoras, tanto exóticas como nativas, asociado a diversos grados de impactos antrópicos y naturales; así como a inadecuados manejos silviculturales. Entre las principales especies exóticas que se comportan como invasoras en el medio terrestre se encuentran: *Casuarina equisetifolia* (casuarina), *Melaleuca leucadendron* (cayepút, melaleuca), *Dichrostachis cinerea* (marabú), *Terminalia catappa* (almendro de la India), *Sesbania bispinosa* (tamarindo de laguna), *Leucaena leucocephala* (leucaena, ipil-ipil).

En el medio acuático (en cuerpos de agua dulce), entre los principales taxones nativos que pueden comportarse como invasores, según el nivel de alteración del ecosistema por orden de importancia se encuentran: *Myriophyllum pinnatum* (miriofilum), *Ceratopteris pteridoides* (ceratopteris), *Eichhornia crassipes* (ova, malangueta, jacinto de agua), *Potamogeton illinoensis* (espiga de agua), aunque hay algunos más. De las especies antes señaladas son consideradas como casos de máxima prioridad el miriofilum, la melaleuca, la casuarina y el marabú.

El desarrollo de la acuicultura con especies foráneas de peces como el clarias en embalses construidos en las zonas de alimentación del humedal, posibilitó la llegada accidental de esta especie a la Ciénaga, durante las crecidas y derrames de las presas. El clarias permaneció desde 1997 hasta el 2001 en embalses fuera del humedal, pero en octubre de 2001 se observaron los primeros ejemplares en la Laguna del Tesoro y en el río Hatiguanico. En los años sucesivos el clarias fue colonizando paulatinamente diferentes partes de la ciénaga hasta llegar a las lagunas del Refugio de Fauna La Salina, con 14 ppm de salinidad a más de 50 km de donde se encontraba el cultivo controlado. Su resistencia y adaptabilidad al medio, su talla y voracidad la convierten en un serio peligro para muchas especies autóctonas del humedal, algunas de ellas endémicas, con las que actualmente comparte el hábitat. En el contenido estomacal de los ejemplares muestreados se han observado peces, crustáceos, insectos,

anfibios, moluscos, reptiles, aves, vegetación, semillas y otros organismos del bentos. Esta situación es considerada un problema ambiental crítico para la biodiversidad de la Ciénaga.

Otras actividades que han ocasionado pérdida de biodiversidad en algunas áreas del humedal y que refuerzan los efectos sumarios de las presiones analizadas anteriormente, son el manejo forestal inadecuado en algunas zonas, y la modificación descontrolada de la naturaleza con fines turísticos. Entre los problemas asociados con el manejo forestal cabe destacar la explotación del bosque productor mediante la tala selectiva de forma inadecuada y la incompleta restauración de las áreas afectadas por huracanes e incendios. La modificación descontrolada de la naturaleza con fines turísticos en determinadas zonas (franja costera, laguna del Tesoro, senderos interpretativos, cotos de caza y buceo) ha traído como consecuencias afectaciones al paisaje natural y la biodiversidad (daños a las dunas, a los acantilados y a buena parte de la vegetación costera) debido a los desbroces para diversos tipos de construcciones, vías de acceso y la presencia de especies invasoras de la flora y la fauna (Labrada *et al*, 2005).

La caza y pesca furtiva son otras de las principales presiones que inciden sobre las poblaciones de muchas especies endémicas y de valor comercial, como es el caso del cocodrilo, los psitácidos y la jutía conga.

Entre las presiones externas al humedal, un lugar importante corresponde al desarrollo agrícola en zonas circundantes, especialmente el cultivo del arroz, cuyas aguas contaminadas con agroquímicos llegan al ecosistema a través de la escorrentía superficial y causan intensos procesos de eutrofización en los cuerpos de agua con fuertes impactos a las especies nativas, la pesca y la actividad turística. Por otra parte, el avance de la frontera agrícola en zonas bajas apropiadas para el cultivo del arroz, ha convertido parte de la superficie del humedal en zonas de uso agrícola.

La infraestructura vial y constructiva dentro y en los alrededores de la Reserva, además de contribuir a la deforestación provocan la degradación y fragmentación de ecosistemas; el

desarrollo turístico, que afecta la cobertura vegetal y sobrecarga los ecosistemas en determinadas áreas y constituyen fuente de emisión de residuales líquidos y sólidos.

- *Variabilidad climática (sequías, ciclones tropicales)*

Los efectos de la variabilidad climática, representada por las sequías y los ciclones tropicales, se han hecho sentir con fuerza en los últimos años, aumentado en frecuencia, duración e intensidad. Así por ejemplo, entre noviembre 2004 y febrero 2005 se registraron sólo 6.5 mm (supongo que de precipitación) de una media para el período de 163.1 mm.

En el período seco aumenta la ocurrencia de la auto-combustión de la turba, debido a la desecación de la capa superior del horizonte superficial del suelo. Las mayores afectaciones por incendios de la vegetación se han producido históricamente en los herbazales de ciénaga y en las sabanas, en cambio en los últimos años han ocurrido en bosques subperennifolios, semicaducifolios y con humedad fluctuante. Éstos, han provocado además incendios subterráneos y la pérdida del suelo, que representan considerables daños ecológicos en zonas naturales de gran interés florístico y faunístico, donde están representadas especies amenazadas o en peligro de extinción. Los incendios son la causa de la destrucción de los sitios de refugio, alimentación y reproducción de la fauna en general, con la correspondiente pérdida de hábitats de numerosas especies y deterioro de la biodiversidad. La sequía, como factor negativo para los manglares, provoca la elevación de la salinidad, la que puede ser letal para el ecosistema si es muy severa y de larga duración.

A partir de 1995 se registra un incremento de la actividad ciclónica tropical en el área, siendo afectada la Ciénaga de Zapata por 5 de ellos en los últimos años.

INDICADORES FMPEIR

Temas	Problemática ambiental	Indicadores		
		Presión	Estado	Impacto
Ecosistemas acuáticos	Alteración del aporte y del régimen de circulación natural del agua	Incremento de la Demanda de agua en el sistema o la cuenca (demanda urbana, industrial, agrícola)	Nivel medio del agua	Cambios en la diversidad acuática
		Caudales de entrada al humedal (promedio anual).	Nivel medio del agua.	Cambios en la disponibilidad del agua. (balance hídrico)
		Longitud de canales, vías y superficie construida y embalses		
	Contaminación del agua o disminución de su calidad Contaminación química y microbiológica de los cuerpos de agua.	Cantidad de agroquímicos utilizados.	Composición del fitoplancton	Presencia de fitoplancton tóxico
		Calidad del agua: Oxígeno, DBO, DQO, pH, conductividad, Sólidos suspendidos, coliformes, nitritos, nitratos y fosfatos, plaguicidas y metales pesados.	Cambios en los niveles de eutrofia (concentraciones de N y P) Niveles de toxicidad Índices biológicos de calidad de aguas	

		Volumen y composición de aguas residuales sin tratamiento.	Composición específica y densidad de macrófitas acuáticas. Niveles de patógenos específicos	Tasa de afectación por enfermedades hídricas
	Disminución de los niveles de los acuíferos y avance de la intrusión salina.	Volumen de sobreexplotación de las aguas subterráneas.	Presencia de -CL, SST	Cambios en la disponibilidad de agua dulce.
		Avance de la cuña salina en la estación poco lluviosa y por la sequía		Tasa de afectación por enfermedades renales.
Clima	Ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos	Frecuencia e intensidad de la sequía meteorológica.	Comportamiento del total de precipitaciones por períodos climáticos (húmedo y seco)	Variación (aumento/descenso) de las precipitaciones en la cuenca de afección
		Frecuencia e intensidad de la ocurrencia de ciclones tropicales y huracanes	Cantidad y categoría de huracanes y ciclones tropicales	Afectación a la infraestructura socioeconómica y a la biodiversidad.
				Variación de Índices de biodiversidad
				Variación del nivel del mar y cuerpos de agua continentales (variación de la posición de la línea de costa)
Biodiversidad	Existencia de Caza y pesca legales de cierta intensidad (y de furtivismo)	Ocurrencia de incendios en áreas naturales Presencia de especies invasoras o con comportamiento de invasora	Riqueza-abundancia de especies. Índices de biodiversidad.	Pérdida de hábitat natural Afectación a los recursos florísticos y faunísticos

	<p>Fragmentación y pérdida de conectividad de ecosistemas.</p>	<p>Comercialización de especies Construcción de obras hidrotecnias y de otro tipo. Conversión de hábitat natural en usos antrópicos.</p>	<p>Porcentajes de los diferentes usos de suelo</p> <p>superficie y composición de la comunidad en cada tipo de hábitat</p> <p>distribución de las especies. Especies citadas en la UICN con alguna categoría de amenaza. Especies endémicas. Áreas de interés científico, educativo y social (Sitio RAMSAR, Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, etc.).</p>	<p>Relación entre los diferentes usos de suelo (natural/urbano/ Áreas naturales/áreas degradadas. Costos por pérdidas de áreas naturales. Cambios en el número de especies endémicas o autóctonas con relación a las invasoras. Dinámica de los recursos pesqueros, forestales y melíferos. Fijación de carbono. Índices de fragmentación ecológica (índices sencillos de resistencia ecológica al movimiento de vertebrados terrestres. Evolución de la abundancia y la distribución de los endemismos. Evolución de los índices de biodiversidad</p>
	<p>Presencia de especies invasoras de la flora y la fauna.</p>			

<p>Esfera socio eco-nómica</p>	<p>Limitaciones para la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio</p>	<p>Existencia de políticas inapropiadas de desarrollo local Nivel de incentivación económica. Nivel de reinversión de los recursos financieros locales en desarrollo socioeconómico e infraestructura de gestión ambiental. Nivel de inserción de la población en la gestión ambiental Aumento de la población local</p>	<p>Disponibilidad de recursos del gobierno local para el mejoramiento de las índices de desarrollo humano. Atención a La demanda de servicios básicos (transporte, electricidad, accesos, salud, abastecimientos, entre otros). Decrecimiento progresivo del relevo generacional en actividades económicas fundamentales. Tasa de flujos migratorios no controlados. Existencia de delitos económicos (caza, tala, pesca furtiva, etc). Asignación de recursos financieros e infraestructura destinada a la gestión ambiental.</p>	<p>Pérdida del sentido de pertenencia e identidad cultural local. Bajos ingresos de la población local. Limitaciones para el desarrollo eficiente de la gestión ambiental.</p>
<p>Residuos sólidos</p>	<p>Contaminación por residuos sólidos</p>	<p>Presencia de vertederos a cielo abierto Presencia de residuos sólidos en los medios acuáticos</p>	<p>Nº y extensión de los vertederos incontrolados a cielo abierto Extensión de los acúmulos de basura en la costa de los ecosistemas acuáticos</p>	<p>Variaciones en el nº y la extensión de los vertederos incontrolados a cielo abierto Variación de la extensión de basura en los ecosistemas acuáticos Cambios el valor de los recursos naturales. Tasas de afectación por enfermedades infecciosas</p>

Turismo	Contaminación y alteración del ambiente (molestias derivadas de la frecuentación y el ruido, pisoteo de vegetación, riesgo para la salud)	Presencia de turistas Presencia de alojamientos para pernoctación de turistas	Nº de visitantes por unidad de tiempo Nº medio de pernoctaciones	Relación nº turistas/habitantes locales
----------------	---	--	---	---

INDICADORES COMUNES DE ESTADO

Nivel medio del agua.
Nivel medio del agua.
Calidad del agua: Oxígeno, DBO, DQO, pH, conductividad, Solidos suspendidos, coliformes, nitritos, nitratos y fosfatos, plaguicidas y metales pesados
Composición específica y densidad de macrófitas acuáticas.
Niveles de patógenos específicos
Presencia de -CL, SST
Comportamiento del total de precipitaciones por períodos climáticos (húmedo y seco)
Cantidad y categoría de huracanes y ciclones
Riqueza-abundancia de especies. Índices de biodiversidad.
Porcentajes de los diferentes usos de suelo

Superficie y composición de la comunidad en cada tipo de hábitat
Distribución de las especies.
Especies citadas en la UICN con alguna categoría de amenaza
Especies endémicas.
Áreas de interés científico, educativo y social (Sitio RAMSAR, Reserva de la Biosfera, Parque Nacional, etc.).
Disponibilidad de recursos del gobierno local para el Mejoramiento de los índices de desarrollo humano
Atención a La demanda de servicios básicos (transporte, electricidad, accesos, salud, abastecimientos, entre otros).
Existencia de delitos económicos (caza, tala, pesca furtiva, etc.).
Asignación de recursos financieros e infraestructura destinada a la gestión ambiental.
Nº y extensión de los vertederos incontrolados a cielo abierto
Extensión de los acúmulos de basura en la costa de los ecosistemas acuáticos
Nº de visitantes por unidad de tiempo
Nº medio de pernoctaciones

INDICADORES COMUNES DE PRESIÓN

PRESIÓN	INDICADOR	EXPRESIÓN	METODOLOGÍA
Necesidad de agua para las actividades humanas	Incremento de la demanda de agua en el sistema o la cuenca (demanda urbana, industrial, agrícola)	Metros cúbicos	Medición de las demandas
	Caudales de entrada al humedal (promedio anual).	Metros cúbicos	Medición o estimación mediante modelos de los caudales de entrada
	Longitud de canales, vías y superficie construida y embalses	Metros lineales y metros cuadrados	Medición directa
	Avance de la cuña salina en la estación poco lluviosa y por la sequía	Distancia (m) desde la costa y profundidad (m) desde la superficie	Análisis físico químico de las aguas subterráneas.
	Volumen y composición de aguas residuales sin tratamiento.	Metros cúbicos	Medición o estimación mediante modelos.
	Volumen de sobreexplotación de las aguas subterráneas.	Metros cúbicos	Gastos
Demanda productos agrícolas y tendencia a la mejora de los ingresos	Cantidad de agroquímicos utilizados	Kg /año	Consulta fuentes de distribución o agricultores
	Incremento de la superficie agrícola	km ²	Mediciones de superficie por mapas o imágenes satelitales.
Cambio climático	Frecuencia e intensidad de la sequía meteorológica.	Precipitación (mm)	Medición directa
	Frecuencia e intensidad de la ocurrencia de ciclones	Ciclones/año, e intensidad media	Registros servicios meteorológicos

	tropicales y huracanes		
Necesidad de suelo para actividades humanas	Pérdida de hábitat natural	Metros cuadrados o hectáreas	Medición mediante ortofotos y gis
Presencia de actividades humanas	Ocurrencia de incendios en áreas naturales	Registro de incendios (número) y superficies quemadas	Datos autoridades locales y estimación mediante ortofotos y GIS
Cambio en las comunidades y pérdida de biodiversidad	Presencia de especies invasoras o con comportamiento de invasora	Nº de especies	Inventarios de flora y fauna
Necesidad de recursos económicos de la población	Comercialización de especies	Volumen de negocio (dólares)	Datos del mercado legal y estimación mercado ilegal
	Conversión de hábitat natural en agrícola.	superficies	Ortofotos y GIS
Presencia de conflictos de uso del territorio y los recursos	Existencia de políticas de desarrollo local	Cantidad y extensión de los usos inapropiados	Criterios de expertos
Desatención gubernamental del desarrollo económico	nivel de incentivación económica	Volumen de inversiones en desarrollo local	Consulta de datos oficiales
Desvío de fondos para inversión social	Nivel de reinversión de los recursos financieros locales en desarrollo socioeconómico e infraestructura de gestión ambiental.	Volumen de reinversión en dólares	Datos oficiales
Falta de participación social en la toma de decisiones. Centralización en toma de decisiones	nivel de inserción de la población en la gestión ambiental	Porcentaje de la población involucrada	Censos y encuestas
Crecimiento poblacional	Aumento de la población local	Estadísticas de censos	Censo oficial
Producción de residuos	Presencia de vertederos a cielo abierto	superficie	Ortofotos, visitas de campo y GIS
	Presencia de residuos sólidos	Superficie ocupada	Ortofotos, visitas de campo y

	en los medios acuáticos		GIS
turismo	Presencia de turistas	Cantidad de turistas/año	Datos oficiales

INDICADORES COMUNES DE IMPACTO

IMPACTO	INDICADOR	EXPRESIÓN	METODOLOGÍA
Presencia de conflictos en el uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios en la disponibilidad del agua. (balance hídrico) - Presencia de fitoplancton tóxico - Cambios en los niveles de eutrofia (concentraciones de N y P) - Niveles de toxicidad - Índices biológicos de calidad de aguas -Tasa de afectación por enfermedades hídricas. 	Cantidad y extensión de usos inapropiados Células o colonias por unidad de volumen Masa de N y P/ volumen Valor del índice de toxicidad 1. Valor del índice biológico N° de casos	Datos oficiales o estimación mediante modelos Recuento de muestras Determinación de N y P Test de toxicidad Índices de macroinvertebrados de sistemas lénticos y lóticos. Datos oficiales o encuestas
Contaminación de las aguas naturales			
Contaminación de las aguas naturales	<ul style="list-style-type: none"> - Tasa de afectación por enfermedades renales. 	N° de casos	Datos oficiales o encuestas
Cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> - Variación (aumento/descenso)de las precipitaciones en la cuenca de afección 	Precipitación (mm)	Medición de la precipitación
Cambio de usos del suelo	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación a la 	Valor de las pérdidas	Datos oficiales o encuestas

	infraestructura socioeconómica y a la biodiversidad.		
Contaminación de las aguas naturales	- Variación de Índices de biodiversidad	Cálculo de índices de biodiversidad	Inventarios flora y fauna
Cambio climático	- Variación del nivel del mar y cuerpos de agua continentales (variación de la posición de la línea de costa)	Longitud de avance o retroceso (m)	Empleo de mapas, imágenes satelitales y GPS
Ocupación del suelo	- Relación entre los diferentes usos de suelo (natural/urbano/	Superficie (m ²)	Empleo de mapas, imágenes satelitales y GPS
	- Índices de fragmentación ecológica (índices sencillos de resistencia ecológica al movimiento de vertebrados terrestres.	Mapas de resistencia del territorio, para determinados tipos de fauna	Mapas de usos del suelo y matrices de valoración de la adecuación del hábitat a determinados tipos de fauna.
	Áreas naturales/áreas degradadas.	Superficie (m ²)	Ortofotos, cartografía. GIS
	- Costos por pérdidas de áreas naturales.	Valoración en dólares	Estimación económica
Pérdida de biodiversidad	Cambios en el número de especies endémicas o autóctonas con relación a las invasoras.	Nº especies invasores/especies autóctonas	Inventarios de especies.
Explotación forestal, pesca, apicultura	Dinámica de los recursos pesqueros, forestales y melíferos	Rendimientos en kg, m ³ de madera	Datos oficiales
	Fijación de carbono.	Toneladas/año	Estimación de la fijación de

			carbono
Pérdida de biodiversidad	Evolución de la abundancia y la distribución de los endemismos.	Nº endemismos y mapa de distribución	Inventarios y mapeo mediante GIS
	Evolución de los índices de biodiversidad	Valor del índice d diversidad	Índice de Shanon-Wiener
Falta de participación social	<ul style="list-style-type: none"> - Pérdida del sentido de pertenencia e identidad cultural local. - Bajos ingresos de la población local. - Limitaciones para el desarrollo eficiente de la gestión ambiental. 	<p>Porciento de la población con baja motivación.</p> <p>Ganancias en dólares</p> <p>Eficacia de instrumentos de políticas</p>	<p>Encuestas</p> <p>Datos oficiales y encuestas</p> <p>Análisis de políticas vigentes</p>
Generación de residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> - Variaciones en el nº y la extensión de los vertederos incontrolados a cielo abierto - Variación de la extensión de basura en los ecosistemas acuáticos - 	Superficies (m ²)	Ortofotos, visitas de campo, GIS
Explotación no controlada de recursos	<ul style="list-style-type: none"> - Cambios el valor de los recursos naturales. - 	Valoración en dólares	Datos de mercados oficiales
Pérdida de biodiversidad, deterioro del territorio y conflictos de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Relación nº turistas/habitantes locales 	Valor correspondiente a la relación	Datos oficiales de turismo, o estimación.

ANÁLISIS

Los ecosistemas objeto de análisis presentan condiciones de funcionamiento y circunstancias de desarrollo diferentes, pero muestran en común la existencia de presiones similares, que afectan la calidad del agua, la biodiversidad, la provisión de recursos pesqueros, la salud y la seguridad alimentaria de los sistemas humanos dependientes de los servicios ecosistémicos. Estas presiones generan una amplia diversidad de problemáticas ambientales comunes en los cinco ecosistemas evaluados. Entre ellas figuran la contaminación del agua o disminución de su calidad, la caza y pesca furtiva, la alteración de la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas naturales, la transformación de ecosistemas naturales en zonas de desarrollo agrícola y forestal, la fragmentación de ecosistemas y la pérdida de hábitat, la eutrofización de los cuerpos de agua con afectaciones a la calidad del agua e implicaciones para determinadas actividades socioeconómicas, la difusión de especies con comportamiento de invasoras tanto exóticas como nativas, las limitaciones para la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio, bajo nivel de vinculación de la población local a las actividades de gestión y manejo ambiental del territorio, entre otras.

Una de las principales problemáticas es el empeoramiento de la calidad de las aguas. L'Albufera de Valencia es el medio más presionado desde más antiguo, y es el sistema más modificado. Inicialmente una laguna salobre muy similar a La Restinga, que por efecto de actuación humana se convierte en un medio de agua dulce, y después se contamina de forma intensa, principalmente por nutrientes. En la actualidad aunque controlados todos los vertidos aún existen sin depurar.

La Restinga es un humedal de agua salada de escala similar a l'Albufera que puede comenzar un proceso de empeoramiento de la calidad de las aguas, aunque cuenta con la ventaja de que los vertidos que recibe únicamente proceden de áreas urbanas sin industria, y pueden ser fácilmente inventariados. En este caso la contaminación difusa parece muy baja, ya que no hay agricultura en la zona.

El lago Atitlán cuenta con la ventaja de ser un cuerpo de agua de mayor tamaño e inicialmente oligotrófico. Sin embargo, la presión del desarrollo de la agricultura y la falta de tratamiento de aguas residuales representan un problema al incrementarse en años recientes los niveles de nutrientes, como lo muestra ya la existencia de proliferaciones algales y principalmente de la cianobacteria *Lyngbya sp.* El Lago de Atitlán, también es vulnerable al cambio climático, ya que en los últimos años, tormentas tropicales que no ingresaban a Guatemala han atravesado el país en 2005 y 2010, provocando graves daños en la cuenca del lago.

La Bahía de Samborombón está amenazada por la intensificación agropecuaria, el cambio climático y el deterioro de la calidad de agua superficial y subterránea debido al desarrollo de actividades no sustentables como la extracción de conchillas.

Otro aspecto también esencial son las presiones antrópicas que representan alteraciones de los procesos geomorfológicos. En el caso de l'Albufera de Valencia la continua ampliación del puerto de la Ciudad altera la dinámica de transporte litoral y amenaza la restinga. Este hecho también ocurre en La Restinga donde la construcción de rompeolas corriente arriba de la barra arenosa la ha afectado fuertemente.

Muy importante también en La Restinga la colmatación de la laguna que amenaza con un cambio en la salinidad, con las consecuencias biológicas directas que eso tendría.

En el caso de l'Albufera el cambio que se produjo en las condiciones del lago, en la actualidad trataría de prevenirse. Cuando el sistema era salado también presentaba elevada biodiversidad y era explotado de forma importante por la población aunque los recursos eran diferentes.

En la Bahía Samborombón, las presiones humanas se basan en las actividades realizadas por el hombre en el área y la falta de ordenamiento territorial.

Una tercera amenaza crucial para estos ecosistemas es la pérdida de hábitat natural. La presión urbanística tanto residencial como industrial, y la transformación de terrenos para

agricultura disminuyen la superficie total de hábitat natural y pueden hacer también que se pierdan ambientes particulares ocupados por fauna y flora peculiar.

Así, la calidad de las aguas, el mantenimiento estructural del sistema y evitar la pérdida de hábitat, son los tres elementos esenciales para la conservación de estos ambientes.

En relación con la calidad ambiental, un parámetro a considerar es el cambio en la abundancia relativa de determinados grupos de especies. El registro de dichas abundancias relativas podría informar de que algún tipo de cambios en la calidad del ambiente se podría estar produciendo. Esto es lo que ha ocurrido en l'Albufera en los últimos años.

Otro aspecto esencial es la correcta gestión de la pesca y la actividad cinegética que son dos recursos que pueden ser importantes para las poblaciones locales. Esta gestión llevaría a la obtención del máximo rendimiento que pueden ofrecer estos ecosistemas, asegurando su mantenimiento en el tiempo. En el caso de l'Albufera donde la caza es meramente deportiva, constituiría una enorme entrada de ingresos. Asociado a la regulación de la caza se encuentra la protección de especies protegidas y amenazadas. En el caso de La Restinga la caza es ilegal y furtiva y muy difícil de cuantificar.

Como conclusión principal del trabajo se puede plantear que el sistema implantador GEO para las Evaluaciones Integrales Ambientales (EIA) permite comparar efectivamente entre sí a ecosistemas muy diferentes, pues suelen tener las mismas presiones e impactos aunque sea en diferente escala y los sistemas tengan diferente magnitud. El empleo de indicadores PEIR permite comparar y evaluar cuantitativamente el estado y las tendencias de diferentes ecosistemas, las causas que están generando dichos cambios y las consecuencias sobre los propios ecosistemas y el bienestar humanos. Asimismo, mediante el uso de indicadores PEIR permite evaluar la eficacia de las medidas adoptadas de remediación, mitigación.

BIBLIOGRAFÍA

Acha, E. M.; y C. Lasta, 1996. Cabo San Antonio: su importancia en el patrón reproductivo de peces marinos. Frente Marítimo 16: 39-45.

- Acha, E. M.; H. Mianzan; C. Lasta, y R. A. Guerrero, 1999. Estuarine spawning of the whitemouth croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces: Scianidae), in the Rio de la Plata, Argentina. *Mar Freshwater Res* 50: 57-65.
- Aubone, A.; C. Lasta y R. Perrotta, 1995. Un nuevo criterio de estratificación para campañas demersales costeras y resultados de la evaluación de corvina en el invierno de 1994. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. 12 p.
- Baixeiros, J.; S. Montagud, y J. Domingo, 2012. Els insectes, en: *La Universitat de València i els seus entorns naturals*, pp 88-91. Universitat de València. 285 p.
- Barica, J., 1980. Why hypertrophic ecosystems? pp: ix-xi. en: *Hypertrophic ecosystems*. J Barica y LR Mur (eds.). W. Junk Bv Publishers. La Haya.
- Becker, G. 1983. *Fishes of Wisconsin*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Bertonatti, C y J. Corcuera., 2000. Situación Ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre, 440 pp.
- Buitrago J. y M. Rada. 2011. Un Enfoque EAI - GEO. El caso del Parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla De Margarita, Venezuela. 7-21. Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica En. A. V. Volpedo, Fernández Reyes L., J. Buitrago (Eds). Print & Services, Buenos Aires, Argentina.
- Buitrago, J; R. González y C. Azara, 1991. El tamaño de la muestra y la potencia de las evaluaciones de abundancia, el caso del Guacuco (*Tivela mactroides*) en La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle*. 51 (135-136) pp 235-247.
- Codignotto J. y M. Aguirre, 1993. Coastal evolution, changes in sea level and molluscan fauna in northeastern Argentina during the Late Quaternary. *Marine Geology*, 110: 163-175.
- CONAP, 2006. Plan de Desarrollo Sostenible de la Reserva de Uso Múltiple de la Cuenca del Lago de Atitlán y del Departamento de Sololá 2006-2010. CONAP, Guatemala.
- CONAP, 2007. Plan Maestro de la Reserva De Uso Múltiple Cuenca del Lago de Atitlán 2007-2011. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Guatemala.
- Cousseau, M. B y R. G. Perrotta, 2000. Peces Marinos de Argentina. Biología, distribución, pesca. INIDEP. Buenos Aires, Argentina. 167 pp.
- Dies, B; J.I. Dies; C. Oltra; F.J. García y F.J. Catalá., 1999. Las aves de l'Albufera de Valencia. *Vaersa* (Ed.). 283 p.

- Ellis, Jack (1993). *The Sunfishes-A Fly Fishing Journey of Discovery*. Bennington, VT: Abenaki Publishers, Inc.
- Etchevers, S. L., 1976. Notas ecológicas y cuantificación de la población de guacuco (*Tivela mactroides*, Born, 1778) (Bivalvia – Veneridae) en la Ensenada de la Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. Bol. Inst. Ocean. Univ. de Oriente. 15 (1): 57-64.
- Fernández, L, Labrada, M, Roque A, Cárdenas, O, Armiella, A., Alfonso, H. (2014). Evaluación ambiental integral de humedales prioritarios de Cuba. Amenazas actuales y potenciales. Editorial Geotech. ISBN 978-959-7167-48-8, 259 pp.
- Fernández, L, Volpedo, A, Benedito, V., Barranco, G. y Buitrago, J. (2014). Experiencias metodológicas sobre evaluación ambiental integral de ecosistemas degradados de Iberoamérica. Barcelona, España. ISBN 978-959-7167-47-1, 155 pp.
- Fernández, L, Volpedo, A y Salgot. M. (Eds). (2014). Experiencias positivas y buenas prácticas en materia de restauración de ecosistemas degradados. Impreso por ARTIPAPEL. Barcelona, España. ISBN 978-959-7167-46-4, 455 pp.
- Fernández, L y Volpedo, A, (Eds). (2013). “Evaluación de los cambios de estado en ecosistemas degradados de Iberoamérica”. ISBN 978-987-29881-0-4. 261 pp.
- Volpedo, A,L Fernández y J Buitrago. (Eds). (2011). Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica. Buenos Aires 2011. ISBN 978-987- 27758-0-3. 493 pp.
- Garea, B y Fernández, L. 2010.Ejemplos de buenas prácticas de evaluaciones ambientales integrales en América Latina y el Caribe. Trabajo para una orientación metodológica. División Evaluación y Alerta Temprana, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Panamá.
- García Murillo, P., 1993. Estudio palinológico del género *potamogeton* L. en la Península Ibérica. *Bot Complutensis* 18:79-91.
- Gimeno Garcia, E; V. Andreu y R. Boluda. Impacto de la actividad agrícola sobre el aporte de metales pesados en suelos del Parque Natural de l’Albufera de Valencia. *Dosieres Agraris ICEA*. Sols contmiats.
<http://publicacions.iec.cat/repository/pdf/00000037/00000029.pdf>.
- Gomez, A., 1983. Pigmentos clorofílicos, producción primaria y abundancia planctónica en el canal de entrada a la laguna de La Restinga, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. de Venez. Univ. Oriente 22(1 y 2): 43-63.

- Gómez, A y M. Nirchio., 1999. Bibliografía sobre estudios del parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Acta Ecol. Mus. Mar. Marg. 1:1-32.
- González de Juana, C., 1968. Guía de excursión geológica a la parte oriental de la isla de Margarita. Pub. Esp., Asoc. Venez. Geol. Min. y Petr., Caracas, 1968. 30 p.
- Guitart, R. y R. Mateo., 1997. Envenenamiento por Plomo en Humedales de España (Inédito).
- Heredia, C., 2001. Situación ambiental actual de La Laguna de La Restinga. Informe preliminar. Ministerio del Ambiente y de Los Recursos Naturales. Dirección Estatal Ambiental Nueva Esparta.
- Hoyos, J., 1985. Flora de la Isla Margarita, Venezuela. Sociedad y Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Monografía N° 34.
- Instituto Nacional de Parques (INPARQUES). 1982. Guía de los Parques Nacionales y Monumentos Naturales de Venezuela. Ediciones Fundación de educación Ambiental. 144 p.
- Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), 2006. <http://www.inparques.gov.ve>.
- Jenkins, R., N. Burkhead. 1994. *Freshwater Fishes of Virginia*. Bethesda, MD: American Fisheries Society.
- Jory, D., 1987. Biology and community structure of the ichthyofauna of La Restinga Lagoon (Margarita Island, Venezuela). Doctoral dissertation, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami.
- Kasselman, C. y U. Kotlenga, 2002. Aquarium Plants. Krieger Pub Co. 518 p.
- Kokot, R.R., 1997. Littoral drift, Evolution and Management in Punta Médanos, Argentina. Journal of Coastal Research, 13(1):192-197.
- La Bastille, A., (1988) Lago de Atitlán. West of the Wind Publications. Nueva York.
- Lacomba, I. y Sancho, V., 2012. Els amfibis i els rèptils, pp 76-79, en: La Universitat de València i els seus entorns naturals., Universitat de València. 285 p.
- Lasta C. 1995. La Bahía Samborombón: zona de desove y cría de peces. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 320 pp.
- Machi, G. J.; E. M. Acha y M. L. Militelli, 2002. Seasonal egg production of whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay. Fish.Bull. 101: 332-342.
- Makowiecki, C. L., 1995. Las inundaciones en la cuenca del río Salado y las posibles consecuencias en el área de su desembocadura a causa de un probable cambio del

nivel de base. Informe Técnico para el grupo de trabajo argentino (CONPHI - IANIM - CEA). Ministerio de Obras y Servicios Públicos de la provincia de Buenos Aires. Dirección de Aplicación de Imágenes Satelitarias. 7 p.

Marcano, J., 1990. Evaluación de la población de guacuco *T. mactroides* (Born, 1778) en la Ensenada de la Guardia, Isla de Margarita, Edo Nueva Esparta. Informe no publicado del FONAIAP, Porlamar. Venezuela. 20 p

Marcano J, A. Prieto; A. Lárez y H. Salazar, 2003. Crecimiento de *Donax denticulatus* (Linné 1758) (Bivalvía: Donacidae) en la ensenada La Guardia, isla de Margarita, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 21(3). 235-260.

MARN. 1994. Atlas del Estado Nueva Esparta. Gráficas Internacional, Margarita. 104 pp.

McComb, WC., 1999. Forest fragmentation: wildlife and management synthesis of the conference pp: 296-301 en: *Forest Wildlife and fragmentation management implications*. J.A. Rochelle; L.A. Lehman y J. Wisniewski (eds.). Brill, Leiden.

Mendoza, V., 2005. "Geología de Venezuela". Tomo II: Cretácico, Terciario y Reciente Sedimentario de Venezuela. Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias de la Tierra. Ciudad Bolívar.

Mendoza, J. y J. Marcano. 2000. Abundancia y Evaluación del Guacuco (*Tivela mactroides*) en la Ensenada La Guardia, Isla de Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 39 (1 y 2): 79 – 91.

Menni, C., R. A. Ringuelet y R. A. Aramburu. 1984. Peces marinos de la Argentina y el Uruguay. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, 359 pp.

Mettee, M.; P. O'Neil y J. Pierson, 1996. *Fishes of Alabama and the Mobile Basin*. Birmingham, AL: Oxmoor House, Inc..

Miracle, MR; M.P. García y E. Vicente, 1984. Heterogeneidad espacial de las comunidades fitoplanctónicas de la Albufera de Valencia. *Limnética* 1: 20-31.

Monente, J.A., 1978. Estudio químico físico de la Laguna de La Restinga. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 110: 227-310.

Narosky, T y D. Yzurieta, 1993. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Vázquez Mazzini Editores. 345 p.

Newhall, C.G., (1987). Geology of the Lake Atitlán Region, Western Guatemala. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 33: 23-55.

Oliva, B.; J.F. Pérez; B. Del Cid; F.J. Martínez y B. Valladares, 2010. Estudio de contaminantes ecotóxicos en agua y organismos acuáticos del lago de Atitlán. Informe Final Proyecto DIGI. 45 p.

- Oliva, B., Pérez, J.F., Valladares, B. 2011. Evaluación de la eutrofización en los lagos Atitlán y Petén Itzá de Guatemala. XIII Congresso Brasileiro de Limnologia. Natal, septiembre de 2011.
- Orihuela, B.; H. Diaz y J.E. Conde, 1991. Mass Mortality in a Mangrove Roots Fouling Community in a Hypersaline Tropical Lagoon. *Biotropica*. 23(4b): 592-601.
- PDVSA: Petróleos de Venezuela, 1992. Imagen de Venezuela. Una visión espacial. PDVSA-Editorial Arte. 271 pp.
- Pedrós, E. Vicente. Importancia de los aportes de agua a la Albufera de Valencia para el control de la eutrofización y el mantenimiento de su calidad ecológica y biodiversidad. <http://sorianet.miesin.net/calidad.htm>.
- Peralta, E., 2007. Seguimiento de la evolución temporal de la perellonada y calidad de las aguas de la Albufera de Valencia. Proyecto fin de carrera. Ciencias Ambientales. Departamento de Biología. Universidad Autónoma Madrid. 81 p.
- Pérez Cueva, A., 1987. El Clima, en: *El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana*. COPUT. Generalitat Valenciana. 417 p.
- Pérez, R., 2006. Cobertura del Parque Nacional Laguna de La Restinga en las últimas 5 décadas y cambios observados mediante interpretación de imágenes remotas. Trabajo de grado. IUTEMAR. Punta de Piedras, Margarita Venezuela.
- Plasencia Fraga, J.D. 2006. Influencia de la profundidad sobre la distribución espacial y temporal de la biomasa en poblaciones de *Potamogeton Illinoensis* morong en acuatorios cubanos. *Polibotánica*, Noviembre, Número 022. Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal México. pp.79-88, ISSN 1405-2768.
- PNUD., 2012. Guatemala: ¿un país de oportunidades para la juventud? Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011/2012. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 330 p.
- PREPAC., 2006. Caracterización del Lago de Atitlán con Énfasis en la Pesca y la Acuicultura. Proyecto “Plan Regional de Pesca y Acuicultura Continental – PREPAC- (OSPESCA/TAIWAN/OIRSA). Guatemala. 135 p.
- Rebolo Ifran, N. 2010. Áreas Naturales Protegidas (ANP) y Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAs) en la costa de la provincia de Buenos Aires. Aves Argentinas/AOP. Buenos Aires.
- Rice, F. Ph., 1964. *America's Favorite Fishing-A Complete Guide to Angling for Panfish*. New York: Harper Row.
- Rice, F. Ph., 1984. *Panfishing*. New York: Stackpole Books.

- Robison, H. y T. Buchanan. 1988. *Fishes of Arkansas*. Fayetteville, AR: Universty of Arkansas Press.
- Rodríguez García, S; V. Benedito Durà; J.I. Dies Jambrino; A. Vizcaino Matarredona; A. Jaramillo Londoño y C. García Suikkanen., 2005. Estudio de los atropellos de veryuntamiento de Valetobrados en carreteras del Parque Natural de l'Albufera (Valencia). Documento técnico. Servicio Devesa-Albufera. Ayuntamiento de Valencia.
- Salazar, J., 1996 Hidrografía y sedimentología de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Trabajo de ascenso, Univ. Oriente, 120 p.
- Salazar, J.; J. Rosas y J. Rodríguez, 2003. Condiciones sedimentológicas de la laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Interciencia* 28(1):44-50.
- Sánchez-Arias, L. E. 2005. Uso de Sensores Remotos en el Diagnostico y Restauración de las Áreas de Manglar del Parque Nacional "Laguna de La Restinga," Isla de Margarita, Venezuela. Doctorado Ecología. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. 41 p.
- Sanchis, C., 2001. Regadiu i canvi ambiental a l'Albufera de València. Publicacions de la Universitat de València. Centre Valencià d'estudis del Reg (universitat politècnica de València). 332 p.
- Sanjaume, E., 1985. Las costas valencianas: Sedimentología y geomorfología. Tesis Doctoral. Universitat de València.
- Scelzo, M. A., 2003. Day and night abundance and density of juveniles pink shrimps *Farfantepenaeus notialis* (Pérez-farfante) and *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille) in La Restinga lagoon, Margarita Island, Venezuela (Decapoda, Penaeidae). *Nauplius* 11(1), 1-13.
- Schenone, N; A. V. Volpedo and A. Fernández Cirelli, 2007. Trace metal contents in water and sediments in Samborombón Bay wetland, Argentina. *Wetland ecology and management* 15: 303-310.
- Serra, M; M.R. Miracle y E. Vicente., 1984. Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia. *Limnetica* 1: 9-19.
- Sigler, W. y J. Sigler, 1987. *Fishes of the Great Basin*. Reno, NV: University of Nevada Press.
- Simmons, C.S.; J.M. Tarano y Pinto, J.H., (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Editorial Ibarra. Guatemala.
- Soria, J. M; M.R. Miracle y E. Vicente, 1987. Aporte de nutrientes y eutrofización de la Albufera de Valencia. *Limnetica* 3 (2): 227-242.

- Soria, J. M y E. Vicente, 2002. Estudio de los aportes hídricos al Parque natural de la Albufera de Valencia. *Limnetica* 21(1-2): 105-115.
- Suárez, C. y V. Urios., 1999. La contaminación por saturnismo en las aves acuáticas del Parque natural del Hondo, y su relación con los hábitos alimenticios. *Humedales mediterráneos* 1: 83-90.
- Tomassetti A. y Tommassetti F. (2005). Guía de Peces de Venezuela. Asociación Venezolana de Acuariofilia. Venezuela.
- Tricart J. 1973. Geomorfología de la pampa Deprimida. Colecc. Cient XII. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires. 202.
- Trocchi, L.; J. Herrera y J. Salazar. 2000. Laguna de La Restinga, Venezuela. <http://data.ecology.su.se/mnode/CentralAmerica/laRestinga/llr.htm>
- UVG, TNC, CONAP. Asociación Patronato Vivamos Mejor, ARNP (2003) Diagnóstico Ecológico-social en la cuenca de Atitlán. Ediciones Superiores S.A. Guatemala. 150 p.
- Volpedo, A.V.; Yunes Núñez , T. y A. Fernández Cirelli. 2004. El humedal mixohalino de Bahía Samborombón: conservación y perspectivas. En: Humedales de Argentina. Fundación Proteger.
- Voltolina, A.L. y D. Voltolina. 1974a. Observaciones hidrológicas en la laguna de La Restinga. II.- Enero 1969- Abril 1970. Parte 1, Manglar - Vivero (datos superficie). Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 34 (97):73-85.
- Voltolina, A.L. y D. Voltolina, 1974b. Observaciones Hidrológicas de la laguna de La Restinga. II. Enero 1969 - Abril 1970. Parte 2, Manglar. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 34 (98):203-226.
- Voltolina, A. L. y D. Voltolina, 1975 a. Observaciones hidrológicas en la laguna de La Restinga II. Parte 4, Vivero: Ciclos de Observación. Enero 1969 - Abril 1970. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 35 (102): 271-290.
- Voltolina, A. L. y D. Voltolina, 1975 b. Condiciones hidrológicas de las aguas superficiales en una zona de surgencia cerca de la isla de Margarita (Venezuela), durante los años 1968-1969. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 35 (102): 321-331.
- Voltolina, A.; D. Voltolina y R. De Zaldivar, 1975. Observaciones hidrologicas en la Laguna de La Restinga . II. Enero 1969-Abril 1970 Parte 3, Vivero: Distribución Vertical de Parámetros Hidrológicos y Químicos . Contribución Estación de Investigaciones Marinas de Margarita. Fundación La Salle de Ciencias Naturales . No. 61.

Walstad, D., 1999. Ecology of the Planted Aquarium. Echinodorus Publishing (Chapel Hill, NC). 194 p.

Zarzosa, J., 1974. Características sedimentológicas y geomorfológicas de la laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. Cuadernos Azules 9:1-57.