

Experiencias en la aplicación del enfoque GEO en la evaluación de ecosistemas degradados de Iberoamérica

Editores

Alejandra Vanina Volpedo

Lucas Fernández Reyes

Joaquín Buitrago

Publicado por:

RED CYTED 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**

2011

Esta obra 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, 2011

Edición: Alejandra Vanina Volpedo, Lucas Fernández Reyes y Joaquín Buitrago
Buenos Aires, Argentina, diciembre 2011
ISBN: 978 987 27758 0 3
Impreso por Print & Services

Índice

Prólogo	5
Un Enfoque EAI - GEO. El caso del Parque Nacional Laguna de La Restinga, Isla De Margarita, Venezuela. Joaquín Buitrago y Martín Rada.	7
Aplicación del modelo GEO (FMPEIR) a los ecosistemas acuáticos pampeanos (Argentina). Alejandra V. Volpedo y Alicia Fernández Cirelli.	21
Resultados preliminares de la evaluación ambiental integral de los principales humedales de Cuba. Caso Ciénaga de Zapata. Lucas Fernández Reyes, Miriam Labrada Ponz, Grisel Barranco, Obllurys Cárdenas, Ada Roque Miranda, Hilda Alfonso de Anta, Liz Marrero y Laura Azor.	37
Diagnóstico ambiental de la Cuenca del Lago de Maracaibo, Venezuela. Giuseppe Giuseppe Colonnello y Oscar Lasso-Alcalá.	63
Principales problemas de los recursos hídricos del humedal Zapata identificados por los indicadores de FMPEIR. Katia del Rosario Rodríguez. y Viera Petrova Nicolaevna.	81
Aplicación del Modelo GEO (FMPEIR) al Parque Natural de l'albufera de Valencia (Humedal costero, Este de la Península Ibérica). Vicent Benedito, Miguel Martín, Alejandra V. Volpedo y M. E. Rodrigo Santamalia.	93
Los agrosistemas: acercamiento a las condiciones problemáticas en el contexto municipal de Güines, Cuba. Grisel Barranco.	109
Estado actual de los humedales costeros en la provincia La Habana, Cuba. José Manuel Guzmán Menéndez, Leda Menéndez Carrera, Rocío Suárez Delgado y Lázaro Rodríguez Farrat.	125
Humedal costero sur de Artemisa – Mayabeque: Principales causas y consecuencias de su deterioro. Leda Menéndez Carrera y José M. Guzmán Menéndez.	135
Identificación de variables inductoras de degradación en ecosistemas de alta montaña (páramos, morrenas, y glaciares) en el Ecuador. Remigio H. Galárraga.	143
Humedales del Parque Nacional Palo Verde: Problemática y Principales Medidas Correctivas. Rigoberto Rodríguez Quirós.	153
Evaluación de factores causantes del deterioro de ecosistemas y pérdida de la biodiversidad en la Amazonía ecuatoriana. Remigio Galárraga, Cornelia Brito, Elvia Gallegos y Vanessa Mendoza.	163

Indicadores ambientales de las presiones, estado e impactos en la cuenca del río hacha (región andino - Amazónica colombiana).	177
Marlon Peláez Rodríguez y Hernán García López.	
Cultura, medio ambiente y economía experimental: manejo del recurso pesquero en el sistema de lagos de Yahuaraca, Amazonia colombiana.	189
Camilo Torres, Mónica Pérez Rúa, Abel Santos y Santiago Duque.	
Análisis comparativos de los procesos degradativos, sus causas y consecuencias en dos regiones de América Latina.	211
Obllurys Cárdenas López.	
Los bosques de mangles de la bahía de Cienfuegos: Estado actual.	225
Leda Menéndez Carrera, José Manuel Guzmán Menéndez, Lázaro Rodríguez Farrat, Arelys Sotillo Enriquez, Zehnia Cuervo Reinoso, Elizabeth Roig Vilariño y Yenizeys Cabrales.	
Diagnóstico de las comunidades de chaguaramales y morichales en el golfo de Paria, estado Sucre, Venezuela. Las fuerzas motrices, presiones e impactos observados y medidas de conservación.	235
Giuseppe Colonnello, Daniel Muller, María Rincón y Gustavo González.	
Efecto del cambio de cobertura vegetal sobre las propiedades hidrofísicas del suelo en un área de páramo, sur del Ecuador	255
Pablo Quichimbo, Irene Cárdenas, Gustavo Tenorio, Patricio Crespo, Pablo Borja y Rolando Célleri.	
Lagos y lagunas de montaña del norte de la patagonia (38-41° S) y sus potenciales valores ecosistémicos.	267
Patricio De los Ríos-Escalante, Enrique Hauenstein, Patricio Acevedo y Mario Romero-Miéres.	
La calidad de las aguas de pozo de uso agrícola en Puerto Saavedra (38°S, Chile).	275
Nelson R. Rivera, Patricio De Los Rios y Oriana Betancourt.	
Evaluación del estado de la calidad del agua del lago de Atitlán, Guatemala.	283
Francisco Pérez.	
Ensamblajes zooplanctónicos (copepodos y cladoceros) y concentración de clorofila en sitios ubicados en lagos patagónicos con diferente grado de intervención antrópica.	297
Carolina Barrera y Patricio De los Ríos-Escalante.	
Fauna acuática en el humedal de Mahuidanche (38° S, Región de la Araucanía, Chile).	309
Patricio De los Ríos-Escalante, Luciano Parra-Coloma, Juan Norambuena y Cristian Soto.	

APLICACIÓN DEL MODELO GEO (FMPEIR) AL PARQUE NATURAL DE L'ALBUFERA DE VALENCIA (HUMEDAL COSTERO, ESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA).

Application of the GEO (FMPEIR) model to Albufera de Valencia Natural Park (coastal wetland, east of the Iberian Peninsula).

**Vicent Benedito¹, Miguel Martín¹, Alejandra V. Volpedo²
y Martín Rodrigo Santamalia³**

¹Departament D'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient. Escola Superior D'Enginyers de Camins, Canals i Ports. Universitat Politècnica de València. Camí de Vera s/nº. 46022. València. Espanya. vibedu@hma.upv.es

²Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280 CP (1427). Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

³Departamento de Ecosistemas Agroforestales. Escuela Politécnica Superior de Gandía. Universitat Politècnica de València. Calle Paranimf, 1 46730 Gandia. València. Espanya

RESUMEN

El Parque Natural de l'Albufera de Valencia es uno de los humedales más importantes de la Península Ibérica y el segundo después del Delta del Ebro en la costa mediterránea. Goza de protección desde 1986 y es sitio RAMSAR desde 1990. Es un espacio esencial en las rutas migratorias de las aves en el Mediterráneo occidental. Es un humedal costero que se instala en la llanura litoral formada por los aluviones de los ríos Turia y Júcar, con la particularidad de que se encuentra en el área metropolitana de Valencia. En este espacio destaca la gran variedad de ambientes existentes, que favorecen la presencia de una elevada biodiversidad. Entre las actividades humanas desarrolladas en el humedal destaca el cultivo del arroz. Además del cultivo del arroz y otras actividades humanas desarrolladas en el Parque, a consecuencia de su situación en una zona muy antropizada, este espacio sufre una serie de presiones muy intensas que generan diversos impactos ambientales que han ido degradando el medio natural, afectando el aprovechamiento de algunos de sus recursos naturales y amenazan con la pérdida de biodiversidad. Mediante el modelo GEO (FMPEIR), se han propuesto una serie de indicadores ambientales para el control y la valoración del estado y posible deterioro ambiental en el Parque Natural de l'Albufera de Valencia.

Palabras clave: modelo GEO, Albufera de Valencia.

SUMMARY

The Albufera of Valencia Natural Park, is one of the most important wetland in the Iberian Peninsula, and the second after the Ebro river Delta, on the Mediterranean coast. It is a protected area since 1986 and RAMSAR site since 1990. It is an essential space in the migratory routes of birds in the western Mediterranean. It is installed on the coastal plain formed by flooding of the rivers Turia and Júcar, and has the peculiarity that is in the metropolitan area of Valencia. This space has a great variety of

environments, which favors the presence of high biodiversity. One of the most important human activities in the wetland is the rice cultivation. Besides rice and other human activities developed in the Park, because its situation in a very anthropized area, undergoes a series of intense pressures that generate various environmental impacts that have degraded the natural environment, affecting the use of some of its natural resources and threaten the biodiversity. Through the GEO model (FMPEIR) have been proposed a series of environmental indicators for monitoring and assessment of the condition and possible environmental degradation in the Albufera de Valencia Natural Park.

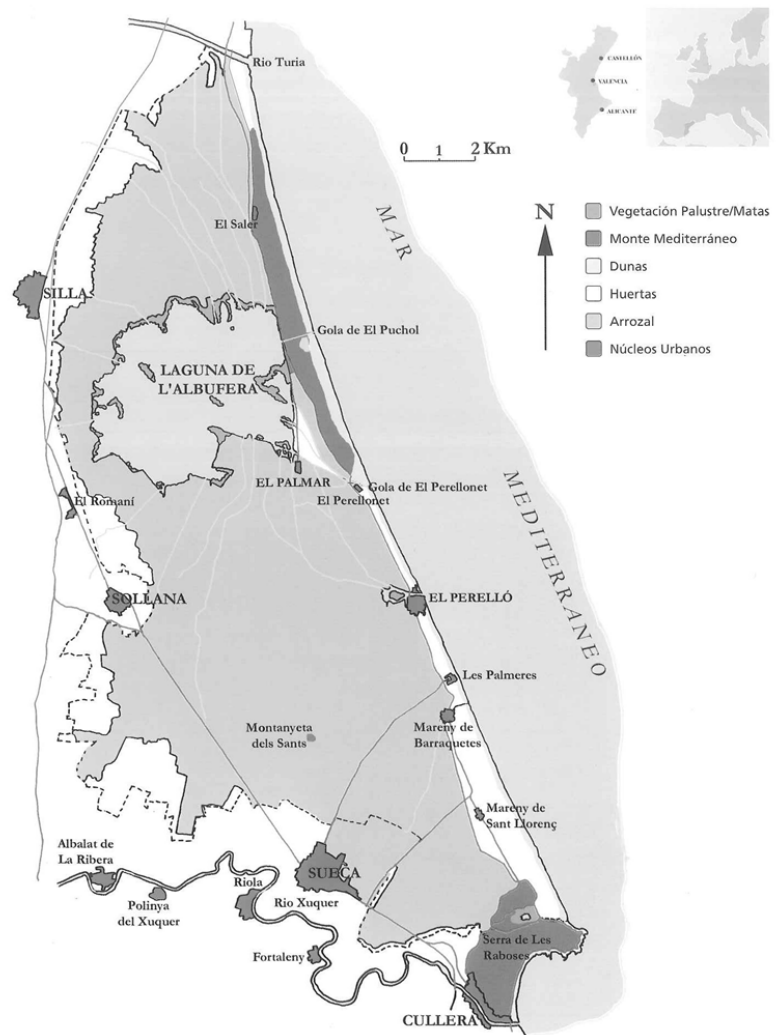
Key words: GEO model, Albufera de Valencia.

INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de l'Albufera se situa en el área metropolitana de Valencia, inmediatamente al sur de la ciudad. Esta zona es un humedal costero que se encuentra separado del mar Mediterráneo por una restinga formada a partir de la sedimentación de materiales procedentes de los ríos y ramblas que desembocan en esta costa más al norte, y acarreados por la corriente de deriva litoral que en esta costa tiene un sentido norte-sur. Dicha restinga se extiende a lo largo de 30 Km., desde la desembocadura del río Turia hasta el Cabo de Cullera (Figura 1).

Este humedal se instala sobre una zona geológicamente deprimida que se ha hundido desde el Mioceno y se ha rellenado posteriormente de aluviones en el Cuaternario. Debido a su alto valor ecológico, este espacio fue declarado Parque Natural mediante el Decreto 89/1986, de 8 de julio, y en 1990 designado como sitio RAMSAR.

Figura 1. Parque Natural de l'Albufera de Valencia
Fuente: Dies *et al.*, (1999).



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 llevan a cabo en el este peninsular. Alberga una gran diversidad biológica, que se corresponde con la variedad de ambientes presentes en el Parque.

Caracterización de los principales tipos de ambientes del Parque Natural de l'Albufera de Valencia

Marjal. 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 más importantes de la zona. Los arrozales se encuentran ocupando gran parte de lo que era el marjal primitivo instalándose en una llanura aluvial de sedimentación fluvial (Figura 1). 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”. Éstas son las de El Perelló, El Perellonet y de Pujol (Figura 1). 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. Destaca la explotación pesquera que se viene llevando a cabo en el lago desde el inicio de la ocupación humana, y que en la actualidad la desarrollan pescadores de varios municipios ribereños. En los últimos años algunos pescadores han complementado su actividad tradicional o bien la han sustituido por la de llevar visitas de turistas por el lago.

Matas. Tanto en las orillas del lago, como dentro del mismo formando islas, se desarrollan agrupaciones de vegetación densa principalmente de carrizo y enea denominadas “*matas*” (Figura 1). 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 2. Vista de la restinga de l'Albufera. En primer término aparecen los arrozales inundados y la restinga con vegetación de matorral y bosque (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 2). 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. 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 completo humedal:

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 depresiones del terreno denominadas “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.

Para terminar de la descripción estructural de este humedal y tener una visión general de cual es su paisaje, hay que considerar determinados aspectos derivados de la actividad antrópica:

- Se trata de un ambiente profundamente urbanizado y con un desarrollo importante de vías de comunicación, que acogen una elevada densidad de circulación. Estos dos elementos junto con la presencia de numerosos canales y acequias contribuyen a compartimentalizar intensamente el territorio.
- Existe una amplia red de tendidos eléctricos que se distribuyen por todo el humedal para abastecer los motores que se utilizan para regular el nivel hídrico de los arrozales.
- En el límite norte del Parque Natural de l'Albufera, está el puerto comercial de Valencia, que en el último medio siglo ha experimentado un enorme desarrollo.

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 (Figura 3). También es importante el aporte de multitud de acequias (procedentes de los ríos Turia y Júcar) y el de las precipitaciones (promedio anual 500 mm). 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. También aportan un dato de evaporación anual para todo el humedal de 75 Hm³/año. (Soria y Vicente, 2002).



Figura 3. Ullal de Baldoví (foto J.M. Benavent).

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).

Como se expresado antes, l'Albufera se encuentra conectada con el mar mediante las Golas. 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.

FUERZAS MOTRICES Y PRESIONES

Las fuerzas motrices en el Parque Natural de l'Albufera de Valencia, se encuentran asociadas con los siguientes aspectos:

- Aumento de la población a nivel mundial que presiona sobre la producción de alimentos, y el incremento de los precios de mercado, en este caso del arroz, cuyas estrategias de mercado han influido con la creación de la Denominación de Origen "Arroz de Valencia".
- Desarrollo científico y tecnológico relacionado con el cultivo del arroz, y la agricultura en general, especialmente en cuanto al desarrollo de fitosanitarios y enmiendas.
- Desarrollo socioeconómico en España y Europa. Esta fuerza motriz, se puede decir que integra varias circunstancias que se producen de forma sincrónica como son el desarrollo industrial y económico, el incremento del nivel de vida y en consecuencia del consumo y adquisición de bienes, especialmente residencia y automóvil, el desarrollo de vías de comunicación y aumento de las actividades de ocio. Todo ello se traduce en presiones que en general representan ocupación del territorio y pérdida de hábitat, fragmentación ecológica, y alteración de la

calidad ambiental (agua y aire principalmente), y finalmente todas ellas conducen a la alteración del funcionamiento de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad y limitaciones en la explotación de los recursos naturales.

A continuación se brinda una descripción de las principales presiones que existen en el Parque.

Desarrollo de la actividad industrial y comercial en la zona: España, ha experimentado durante las dos últimas décadas un desarrollo industrial importante. En la Comunidad Valenciana este desarrollo ha tenido especial importancia en zonas costeras y en la periferia de las grandes ciudades. En Valencia en las zonas periurbanas se han construido diversos polígonos industriales. En el caso que nos afecta, todo el límite oeste del Parque Natural de l'Albufera se ha convertido en un cinturón industrial prácticamente continuo.

Intensa actividad agrícola. Desde hace más de un milenio se cultiva arroz en l'Albufera de Valencia. Además de la zona arroceras, en la periferia del Parque Natural, tanto dentro como fuera de sus límites existe una actividad agrícola muy intensa. Todo ello hace que este humedal se encuentre intensamente influenciado por los efectos de los diversos tipos de productos usados en agricultura, y en el caso del arroz por la gestión de los restos de cosecha.

Desarrollo de las actividades de ocio y del turismo. La mejora en el nivel de vida de la población ha hecho crecer las actividades de ocio y ha producido un aumento del turismo. En este sentido el Parque Natural de l'Albufera se ha constituido como un lugar de visita obligada para turistas foráneos, y además recibe diariamente y sobre todo los fines de semana a una cantidad importante de visitantes autóctonos.

Caza. La caza de aves acuáticas se ha desarrollado desde antiguo, y en la actualidad tiene una importancia central entre las actividades que se llevan a cabo en el Parque Natural y responde únicamente a fines deportivos. Esta actividad produce relativamente importantes ingresos en los municipios del Parque Natural. Sin embargo, no se encuentra regulada de forma científica, ya que no existen estudios de dinámica de las poblaciones de aves de interés cinegético, y tampoco un control de las especies que se abaten ni de los individuos de cada una de ellas.

Urbanización y presencia de infraestructuras: Debido a que este humedal se declaró Parque natural en los años 80, tanto dentro del propio Parque, como en su periferia se había desarrollado a partir de los años 70 del siglo pasado, una intensa actividad urbanística, que se vio controlada relativamente dentro del Parque a partir de su declaración como espacio protegido. Esto ha llevado aparejado el desarrollo de las vías de comunicación que, al estar en el área metropolitana de Valencia, soportan una elevada densidad de circulación de vehículos, que se intensifica en los meses de verano. Tanto la urbanización como la importante presencia de carreteras, constituyen dos elementos bastante conspicuos de fragmentación ambiental para los vertebrados terrestres (y posiblemente también para algunas especies de la avifauna), en el Parque natural. En este humedal además existe gran número de acequias que también compartimentalizan el territorio. Estas infraestructuras dificultan los movimientos de la

fauna tanto dentro del Parque como entre éste y los sistemas naturales vecinos. Finalmente los propios campos de arroz, inundados una parte del año, también constituyen barreras para la fauna vertebrada terrestre.

La presencia de la amplia red de tendidos eléctricos, representa una importante amenaza para las aves, especialmente las de hábitos nocturnos, que colisionan con elevada frecuencia con los cables y también se electrocutan al posarse en las torres.

Desarrollo portuario. El crecimiento desde hace décadas del puerto de Valencia está alterando profundamente los procesos geomorfológicos litorales. En esta costa existe una corriente litoral de transporte de sedimentos que discurre en sentido norte-sur. El puerto está actuando como una trampa sedimentaria en las playas del norte de éste, y está produciendo erosión en las playas de la restinga de l'Albufera, que se sitúan al sur de la infraestructura. Esto tiene un efecto adverso en el equilibrio geomorfológico que existe en el sistema playa-dunas y por lo tanto en el mantenimiento de los sistemas dunares.

Reducción de los caudales superficiales que llegan a l'albufera. Durante la segunda mitad del siglo XX ha aumentado la demanda de agua para todos los tipos de uso: industrial, agrícola y urbano.

Identificación de impactos y elaboración de indicadores PEIR

A continuación se presenta un listado de los principales impactos generados a partir de las fuerzas motrices y presiones identificadas en el Parque Natural de l'Albufera de Valencia.

- Eutrofización y contaminación trófica y química de los medios acuáticos.
- Contaminación química de los sedimentos del humedal.
- Fragmentación ambiental y pérdida de la conectividad ecológica para los vertebrados terrestres.
- Interrupción en el movimiento de las especies acuáticas entre el Lago y el mar por el cierre de las golas.
- Mortalidad de fauna en carreteras.
- Mortalidad de aves por colisión con los tendidos eléctricos, y electrocución en las torres de dichos tendidos.
- Mortalidad indiscriminada de fauna por efecto de la caza.
- Deterioro ambiental causado por la frecuentación de turistas en la Devesa.
- Presencia de carnívoros asilvestrados en la Devesa.
- Regresión de las playas en el norte del Parque Natural.
- Pérdida de biodiversidad debido al efecto conjunto de presiones que inciden en la alteración del hábitat natural.

A continuación se presentan las principales problemáticas ambientales y las propuestas de indicadores PEIR para evaluar su comportamiento y la eficacia de las medidas a implementar.

Alteración de la calidad de las aguas

Se ha producido por el aporte de aguas procedentes de la industria, la agricultura, y aguas residuales urbanas. Estas aguas llevan diversas sustancias que pueden resultar contaminantes como son los nutrientes, los plaguicidas, y los metales pesados. El principal problema que se ha producido ha sido la eutrofización, que ha convertido al lago de l'Albufera en un medio hipertrófico (Serra *et al.*, 1984; Miracle *et al.*, 1984).

También ha sido importante la contaminación orgánica, que en ocasiones se ha producido por vertidos puntuales. Hasta hace algunos años, después de la recolección del arroz, se quemaban los rastrojos. Esto producía una importante contaminación atmosférica, por lo que se aplicó una nueva norma que es la de dejar que la paja se quedara en los campos. Cuando en el otoño se inundan los campos esta materia orgánica queda en ellos y además pasa a canales y también alcanza el lago, creando condiciones de anoxia que han producido enormes mortandades de peces.

Los problemas más importantes derivados de estos aportes de aguas de mala calidad han sido los siguientes:

- desarrollo masivo de fitoplancton
- pérdida de la vegetación de macrófitos sumergidos.
- pérdida de fauna bentónica y peces.
- mortandades ocasionales de peces.

En estas condiciones la profundidad de visión del disco de Secchi se encuentra entre los 0,11 y 0,77 m, con una profundidad media de 0,27 m, (Soria *et al.*, 1987). Estos mismos autores reportan para el lago, concentraciones medias de nitrógeno entre 30 μM en invierno y de 1 μM final de verano. Se llegaron a detectar en acequias de la parte sur, niveles de 807 μM . Los valores máximos registrados para nitritos y amonio fueron de 68,9 y 2200 μM respectivamente.

Los mayores valores de fósforo también se encontraron en acequias (185 μM). Estos bajos niveles de fósforo se justifican estimando que los aportes son inmediatamente incorporados por la extraordinaria biomasa algal.

Los valores de biomasa en el lago durante el verano son superiores a los 400 $\mu\text{g/l}$ de clorofila, que según Barica (1980), es el nivel a partir del cual un sistema se considera eutrófico. No obstante, estos valores pueden resultar variables de unos años a otros (Miracle *et al.*, 1984; 1987; Soria *et al.*, 1987).

También se indica respecto del pH que aunque los valores oscilan entre 9,77 y 7,54, en el lago los valores son extraordinariamente elevados debido a la enorme actividad fotosintética, sobre todo en verano (Soria *et al.*, 1987).

Los indicadores PEIR propuestos para la alteración de la calidad de aguas se exponen en la Tabla 1.

Tabla 1: Indicadores PEIR asociados a la alteración de la calidad de las aguas.

Indicador de PRESIÓN	Calidad del agua que llega al humedal y al lago.
Forma de Expresión	Observación disco de Secchi (cm o m), N y P (μM), salinidad (g/l), biomasa y clorofila ($\mu\text{g/l}$), Oxígeno (mg/l), 0-14 (pH), potencial red-ox (mV), T ^a ($^{\circ}\text{C}$), Conductividad ($\mu\text{S/cm}$).
Forma de control	Toma periódica de muestras y medición de parámetros físico-químicos).
Indicador de ESTADO	Densidad de fitoplancton. Estado de las comunidades de macroinvertebrados.
Forma de Expresión	$\mu\text{g/l}$ para clorofila. Estudio cualitativo y cuantitativo de los macroinvertebrados.
Forma de control	Toma periódica de muestras de agua y organismos bentónicos.
Indicador de IMPACTO	Índices biológicos de calidad de aguas.
Forma de Expresión	Valores numéricos dentro de un rango de valores obtenido mediante calibración previa. (para índices de macroinvertebrados en humedales)
Forma de control	Muestreos periódicos de organismos.

Alteración de la calidad de los sedimentos en el humedal

Como se acaba de indicar en el apartado anterior, los usos del agua que derivan de las diferentes circunstancias y actividades antrópicas en este humedal, determinan aporte de aguas que contienen elementos contaminantes (Gimeno García *et al.*). Esto afecta a la calidad de las aguas de forma directa, pero de forma indirecta afectan a los sedimentos que actúan como una trampa de contaminantes. En este sentido es importante destacar la acumulación que se producen en los sedimentos del humedal de metales pesados y de plaguicidas, procedentes de los usos industriales y agrícolas del agua.

Otro problema se debe a que en este Parque Natural ha sido tradicional la caza de aves acuáticas. Esta actividad como resultado de su práctica prolongada ha producido una acumulación de perdigones de plomo, en los sedimentos tanto de los arrozales como del propio lago de l'Albufera. Estos perdigones son acumulados por las aves que los ingieren en su alimentación, y que les produce saturnismo (Guitart y Mateo, 1977). Este problema también se detecta en otros humedales (Suarez y Urios, 1999). Los indicadores PEIR propuestos para la alteración de los sedimentos se exponen en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2: Indicadores PEIR asociados a la alteración de la calidad de los sedimentos del humedal (arrozales y lago).

Indicador de PRESIÓN	Calidad del agua que llega al humedal.
Forma de Expresión	(mg - $\mu\text{g/g}$ peso seco) para metales pesados y plaguicidas en aguas que llegan al humedal.
Forma de control	Toma periódica de muestras de sedimento en los campos de arroz del humedal y en el lago.
Indicador de ESTADO	Concentración de metales pesados y plaguicidas en los sedimentos.
Forma de Expresión	(mg - $\mu\text{g/g}$ peso seco) para metales pesados y plaguicidas en sedimentos de arrozales y del lago.
Forma de control	Toma periódica de muestras de sedimentos.
Indicador de IMPACTO	Concentración de metales pesados y plaguicidas en los sedimentos.
Forma de Expresión	(mg - $\mu\text{g/g}$ peso seco) para metales pesados y plaguicidas en sedimentos

	de arrozales y del lago.
Forma de control	Muestreos periódicos de sedimentos.

Tabla 3: Indicadores PEIR asociados a la alteración de la calidad de los sedimentos del humedal (arrozales y lago).

Indicador de PRESIÓN	Caza de aves acuáticas.
Forma de Expresión	Número de escopetas o cantidad de disparos por zona y temporada
Forma de control	Obtención de datos de la administración.

Indicador de ESTADO	Aves afectadas por perdigones en el tracto digestivo.
Forma de Expresión	Número de perdigones. Porcentaje de aves afectadas.
Forma de control	Toma periódica de muestras de aves procedentes de caza o de muerte natural y estudio de contenidos digestivos.

Indicador de IMPACTO	Presencia de perdigones en los sedimentos
Forma de Expresión	Número de perdigones por unidad de volumen.
Forma de control	Desarrollo de una red de puntos de muestreo.

Disminución de la disponibilidad de agua en el humedal

En las últimas décadas se está produciendo un descenso de los aportes de agua al Parque Natural de l'Albufera. Se debe a un descenso de los aportes de agua desde los ríos, básicamente el Río Júcar, ya que ha aumentado la demanda tanto para consumo urbano, industrial y agrícola (ACUAMED, 2008). La disminución de los recursos hídricos actúa de forma sinérgica con la alteración de la calidad de las aguas, y acentúa los problemas derivados de ésta. Los indicadores PEIR propuestos para esta problemática se exponen en la Tabla 4.

Tabla 4: Indicadores PEIR asociados a la disminución de la disponibilidad de agua en el humedal.

Indicador DE PRESIÓN	Descenso de los aportes de agua al humedal
Forma de Expresión	m ³ /s (déficit de caudal), mm (para lluvia, evapotranspiración)
Forma de control	Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m ³ /s).

Indicador de ESTADO	Déficit hídrico estacional
Forma de Expresión	m ³ /s (para caudal interno), mm (para lluvia, evapotranspiración).
Forma de control	Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m ³ /s).

Indicador de IMPACTO	Descenso de niveles e incremento de la salinidad.
Forma de Expresión	Altura lámina de agua (para niveles), ml/ m ³ (para concentración de sales).
Forma de control	Mediciones periódicas de niveles y salinidad.

Fragmentación ambiental

En general la fragmentación ambiental está asociada a la pérdida de hábitat debido a acciones constructivas y urbanizadoras o de cambios de uso de suelo, y se considera que es una de las mayores amenazas para la biodiversidad así como una de las primeras causas de la extinción de especies (Wu *et al.*, 2003). La fragmentación se define como el proceso por el que un hábitat natural continuo queda dividido en manchas aisladas de geometría compleja, entre una matriz de ambiente generalmente inhóspito (Bunnell, 1999; McComb, 1999; BenDor *et al.*, 2009).

La protección legal del Parque Natural de l'Albufera es reciente, de manera que en este territorio ya se había producido primero la transformación de parte del humedal natural en zonas de cultivo de arroz, y posteriormente de forma intensa la urbanización, y el desarrollo de las vías de comunicación. Existen también gran número de canales y acequias que compartimentalizan el territorio. Se ha intervenido en los cursos de los barrancos, con la intención de mantener los cauces despejados frente a las avenidas, eliminándose la vegetación natural, de modo que se les ha privado de la función que realizaban de corredores para la fauna. Finalmente todo el territorio ocupado por los arrozales, es gestionado de modo que los márgenes de los campos, y de los canales y acequias (incluso de los más grandes) se limpian de vegetación.

En estas circunstancias, la fauna vertebrada terrestre encuentra en el Parque Natural de l'Albufera un territorio por el que resulta difícil moverse y habitar y hacen que para los animales terrestres este espacio protegido sea discontinuo y se encuentre mal comunicado con los sistemas naturales vecinos. Aunque los vertebrados acuáticos y las aves encuentran más fácil su distribución por este territorio, como ahora se indicará, sufren una importante mortalidad en las carreteras.

En relación con la fragmentación en este espacio, tiene especial protagonismo la mortalidad de fauna que se produce en las carreteras del Parque, las cuales son numerosas, y en las que se circula a elevada velocidad. Son varios los estudios que han puesto de manifiesto la importancia de la mortalidad de vertebrados en las carreteras del Parque (Rodríguez *et al.*, 2005; Benedito *et al.*, 2005; 2006; 2008). En estos trabajos se constata que todos los grupos de vertebrados se encuentran afectados de forma importante por el atropello en las carreteras.

Hasta hace algunas décadas en l'Albufera de Valencia se citaba la presencia de varios mamíferos terrestres como zorro, tejón, jabalí y gineta. Hoy sólo se encuentra una población de la última especie en la Devesa, el tejón ha desaparecido y el zorro y jabalí son testimoniales, y cuando se encuentran, están atropellados en las carreteras. Esto quiere decir que estos animales ausentes en el Parque, entran en él y acaban siendo atropellados.

Los indicadores PEIR propuestos para la fragmentación ambiental se exponen en la Tabla 5 y 6.

Tabla 5: Indicadores PEIR asociados a la fragmentación ambiental en el humedal.

Indicador de PRESIÓN	Grado de ocupación del territorio y presencia de barreras para la fauna vertebrada terrestre.
Forma de Expresión	Superficie ocupada
Forma de control	Elaboración de mapas con cierta periodicidad.
Indicador de ESTADO	Censos de vertebrados terrestres
Forma de Expresión	Número de especies y abundancias
Forma de control	Seguimiento de huellas y trapeo fotográfico.
Indicador de IMPACTO	Diversidad específica
Forma de Expresión	Índice de Shanon-Wiener
Forma de control	Censos periódicos

Tabla 6: Indicadores PEIR asociados a la fragmentación ambiental en el humedal.

Indicador de PRESIÓN	Circulación de vehículos
Forma de Expresión	Intensidad Media Diaria de Circulación de Vehículos
Forma de control	Localización de estaciones de aforo.
Indicador de ESTADO	Mortalidad de fauna por atropello en las carreteras.
Forma de Expresión	Nº de atropellos presentes en las carreteras
Forma de control	Recorridos periódicos por tramos de carretera seleccionados
Indicador de IMPACTO	IKA (Índice kilométrico de abundancia)
Forma de Expresión	número de bajas/km de carretera prospectada (IKA)
Forma de control	Recorridos periódicos por tramos de carretera seleccionados

Gestión hídrica a través de la apertura y cierre de golas

Como ya se ha comentado anteriormente, en la gestión hídrica del humedal y del lago participa la regulación de la apertura de las Golas (conexiones del lago con el mar). Debido a la disponibilidad de agua en el humedal, durante los últimos años las golas pasan cada vez más tiempo cerradas. Esto es un problema para la fauna acuática del lago, especialmente para los peces que no pueden realizar sus movimientos entre el lago y el mar con facilidad. Esto ha hecho que la comunidad piscícola se haya visto afectada tanto desde el punto de vista de la diversidad específica, como respecto de la abundancia. Secundariamente esto afecta a la actividad pesquera en el lago, de la que dependen varias decenas de familias. La gestión de las golas no se hace teniendo en cuenta los efectos sobre la fauna acuática y el ecosistema, sino dependiendo de los intereses del cultivo del arroz. Los indicadores PEIR propuestos para la gestión de las golas se exponen en la Tabla 7.

Tabla 7: Indicadores PEIR asociados a la gestión de las golas.

Indicador de PRESIÓN	Gestión del agua en las golas
Forma de Expresión	Tiempo de apertura y época del año
Forma de control	Datos proporcionados por el ente gestor correspondiente (Junta de Desagüe).
Indicador de ESTADO	Diversidad específica de peces en el lago
Forma de Expresión	Índice de Shanon-Wiener (diversidad)
Forma de control	Muestras periódicos de peces
Indicador de IMPACTO	Abundancia y diversidad de capturas por los pescadores
Forma de Expresión	Índice de Shanon-Wiener (diversidad). Rendimiento pesquero (cantidad de pesca por unidad de esfuerzo)
Forma de control	Muestras de la pesca convencional.

Regresión de las playas en la parte norte de la restinga

Ya se ha comentado anteriormente que la presencia del Puerto de Valencia está alterando los procesos geomorfológicos litorales en las playas de la Devesa y esto podría tener consecuencias importantes para el mantenimiento de los cordones dunares. En la Tabla 8 se exponen los indicadores PEIR propuestos para la regresión de las playas.

Tabla 8: Indicadores PEIR asociados a la presencia de infraestructuras costeras (puerto de Valencia).

Indicador de PRESIÓN	Presencia de infraestructuras costeras que afecten a la dinámica litoral.
Forma de Expresión	Caracterización de la infraestructura.
Forma de control	Longitud de costa ocupada por la infraestructura y distancia que penetra en el mar.
Indicador de ESTADO	Distancia de la línea de costa a un punto fijo en tierra, en un lugar determinado de la costa.
Forma de Expresión	Distancia (m)
Forma de control	Medición periódica de distancia.
Indicador de IMPACTO	Retroceso de la línea de costa
Forma de Expresión	Longitud de las playas
Forma de control	Comparación de fotografías aéreas reiteradas

RESPUESTAS FRENTE A LAS PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES EN EL PARQUE NATURAL DE L'ALBUFERA DE VALENCIA.

La adopción de respuestas efectivas resulta una tarea difícil en el contexto de Parque debido a la diversidad y complejidad de las presiones que interactúan, en ocasiones de modo sinérgico, con efectos difíciles de evaluar. No obstante, en el presente trabajo se presentan algunas de las principales respuestas que se pueden proponer para paliar los efectos de las de las presiones y remediar los cambios desfavorables de estado en el Parque Natural de l'Albufera de Valencia. Estas respuestas se pueden contemplar desde diversos puntos de vista.

- Normativas y legislación.

En este aspecto sería necesaria la revisión de las normativas y leyes que se aplican en el Parque Natural, con el objetivo de que este espacio goce cada vez de mayor protección y se tienda a su mayor naturalización, con la adecuada gestión de todas las actividades antrópicas y la presencia de infraestructuras, teniendo en cuenta las circunstancias sociales de la población autóctona.

En este punto es especialmente importante la revisión de los planes de ordenación del territorio tanto en el ámbito del propio parque como a escala territorial más amplia con el objeto de conseguir una conectividad ecológica entre sistemas naturales del área geográfica, protegidos o no.

- Aplicación de la legislación.

Estas acciones consisten en la aplicación efectiva de las leyes y normas existentes y vigentes en este momento en el ámbito del Parque Natural de l'Albufera. Afectarían a todos los aspectos relacionados con vertidos y depuración de aguas, a la práctica de la caza, a la aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos, y a la urbanización y la presencia de infraestructuras. El cumplimiento de la normativa relacionada con todos estos aspectos no se encuentra asegurado no sólo por la falta de guardería o policía, sino porque en la actualidad la presión de las autoridades en estos aspectos generaría en algunos casos rechazo social.

○ Instituciones.

Un aspecto que sería necesario que se llevara a cabo es el de la coordinación de las diversas instituciones con jurisdicción en el Parque Natural y que en la actualidad no se produce como sería deseable. En relación con esta coordinación, es fundamental la distribución de competencias, un consenso de objetivos y la articulación de mecanismos de comunicación constante entre los diferentes entes, a fin de realizar una gestión eficiente y coordinada del espacio natural.

○ Sociedad.

Son necesarias campañas de divulgación para fomentar el conocimiento del Parque Natural de l'Albufera entre las poblaciones del ámbito geográfico vecino, con el fin de que la sociedad sepa apreciar los valores de este espacio y la necesidad de su conservación. Esto se fundamenta en la premisa “se protege lo que se conoce”.

○ Estudios científicos.

Es fundamental la potenciación de estudios científicos en todas las disciplinas que puedan contribuir a aumentar el conocimiento sobre el funcionamiento ecológico del Parque, y en el desarrollo de tecnologías para la mejora de la gestión.

BIBLIOGRAFÍA.

ACUAMED, 2008. Informe de viabilidad de la actuación 3.2.e Reutilización de aguas residuales depuradas de la Albufera Sur (Valencia). Documento técnico.

Barica, J, 1980. Why hypertrophic ecosystems? Pp: ix-xi. en: J Barica y LR Mur (eds.). *Hypertrophic ecosystems*. W. Junk Bv Publishers. La Haya.

BenDor, T; J Westervelt; JP Aurambout y W Meyer, 2009. Simulating population variation and movement within fragmented Inscapes: An applicaton to the gopher tortoise (*Gopherus polyphemus*). *Ecological modelling*, 220: 867-878.

Benedito Durà, V; C García Suikkanen; JI Dies Jambrino; A Vizcaino Matarredona y A Jaramillo Londoño, 2005. Estudio del área de cría del ánade azulón en la “Devesa de l'Albufera”, y de la interacción de la Población con la carretera CV-500 en sus movimientos hacia el arrozal y el lago. Documento técnico. Servicio Devesa-Albufera (Ayuntamiento de Valencia).

Benedito Durà, V; C García Suikkanen; JI Dies Jambrino; A Vizcaino Matarredona y A Jaramillo Londoño, 2006. Estudio de la población nidificante de ánade azulón en la “Devesa de l'Albufera” y los efectos de la carretera CV-500 sobre la misma. Documento técnico. Servicio Devesa-Albufera (Ayuntamiento de Valencia).

Benedito Durà, V; C García Suikkanen; C Hernández Pitarch; P Vera García y R Carrasco Maupoey, 2008. Estudio de la distribución y abundancia de gineta (*Genetta genetta*), en la Devesa del Saler, y de su interacción con las poblaciones de carnívoros presentes en la zona (principalmente ejemplares de *Canis familiaris* y de *Felis catus* asilvestrados). Valoración de la vulnerabilidad de la población de gineta al atropello en

la carretera CV-500. Documento técnico. Servicio Devesa-Albufera (Ayuntamiento de Valencia).

Bunell, FL, 1999. What habitat is an island? Pp: 1-31 en: *Forest Wildlife and fragmentation management implications*. JA Rochelle; LA Lehman y J Wisniewski (eds.). Brill, Leiden.

Dies, B; JI Dies; C Oltra; FJ García y FJ Catalá, 1999. *Las aves de l'Albufera de Valencia*. Vaersa (Ed.). 283 pp.

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>

Guitart, R. y R Mateo, 1997. Envenenamiento por Plomo en Humedales de España (Inédito: 1-6).

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

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

Pedrós, EV. 2011. 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>.

Rodríguez García, S; V Benedito Durà; JI Dies Jambrino; A Vizcaino Matarredona; A Jaramillo Londoño y C García Suikkanen, 2005. *Estudio de los atropellos de vertebrados en carreteras del Parque Natural de l'Albufera (Valencia)*. Documento técnico. Servicio Devesa-Albufera. Ayuntamiento de Valencia.

Serra, M; MR Miracle y E Vicente, 1984. Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia. *Limnetica* 1: 9-19.

Soria, J. M; MR 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.

Wu, J; X Huang ; Z Xie y X Gao, 2003. Ecology. ThreeGorges Dam-experiment in habitat fragmentation?. *Science*, 300: 1239-1240.