

La construcción de grandes obras hidrotécnicas (embalses en la zona de recarga de la ciénaga, sistemas de drenaje, polders y pozos), de infraestructura vial y el incremento de la explotación de los acuíferos adyacentes a la Ciénaga, trajo serias modificaciones en las funciones del humedal, así como el incremento de las inundaciones pluviales, la intrusión salina y el aumento de los sedimentos en suspensión en las aguas del escurrimiento superficial.

Según estimados, se ha producido una disminución de un 18% en el balance hídrico durante el período 1959-2004 en la porción occidental del ecosistema, se han modificado los patrones de circulación del agua debido principalmente a la construcción de canales de drenaje y de la carretera Jagüey-Playa Larga, así como un aumento de la intrusión salina por el manejo inadecuado de los acuíferos (Petrova, 2002). Las obras de canalización han aumentado las posibilidades de escurrimiento lineal concentrado, que antes sólo se limitaba al cauce natural del río Hatiguanico. Ello ha provocado una discontinuidad en las formaciones vegetales, transformando el hábitat y los procesos naturales que en ellos se llevan a cabo.

La presencia generalizada de intrusión marina a una u otra profundidad, en toda el área de la ciénaga se debe a que prácticamente todo el horizonte acuífero se encuentra bajo el nivel del mar, sin barrera geológica de resguardo lo que incrementa su vulnerabilidad a las intervenciones hidráulicas. Por otra parte, la intensa sobreexplotación de los pozos ha disminuido los niveles de los acuíferos y propiciado el avance de la intrusión salina en la costanera norte de la Ciénaga Oriental. Esta situación determinó que durante el funcionamiento del plan Arroceros Sur, fuera preciso sellar más del 60 % de los pozos de explotación durante unos 10 años.

La reducción del balance hídrico, la alteración de los patrones de circulación y la afectación de la calidad del agua ha incidido de manera significativa sobre la biodiversidad ocasionando pérdida y reducción de hábitat, fragmentación del ecosistema y disminución de especies.

Variabilidad Climática (sequías, huracanes)

Los efectos de la variabilidad climática, especialmente las sequías alternadas con los huracanes, se ha hecho sentir con fuerza en los últimos años, aumentado en duración e intensidad (Figura 6).

En el período seco aumenta la ocurrencia de la auto-combustión de la turba, debido a la desecación de la capa superior del horizonte y el aumento de la temperatura. Las mayores afectaciones por incendios forestales 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. Estos 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 hábitat 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 se produce con rapidez o si es muy intensa.

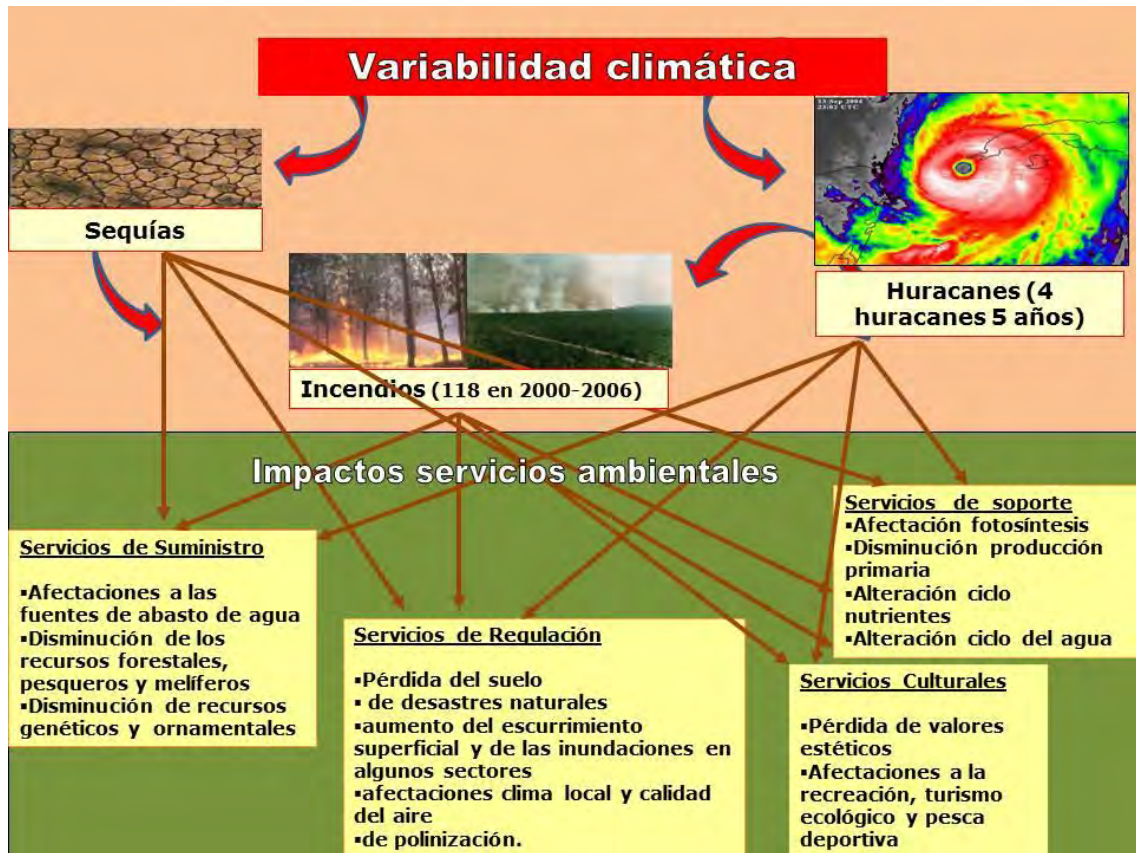
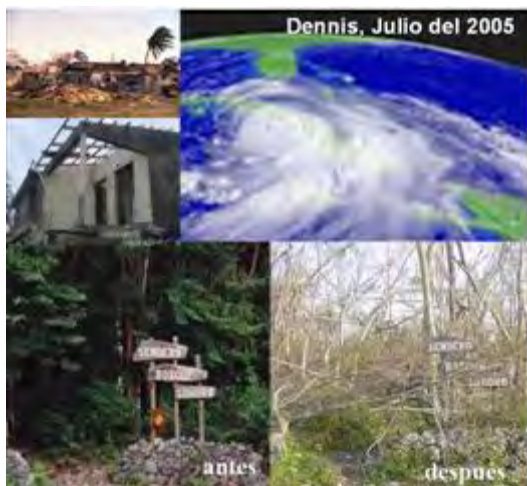


Figura 6. Ejemplo de la cadena PEIR generada por la variabilidad climática. Fuente: Fernández (2011).



Los huracanes han incrementado su ocurrencia e intensidad, llegando a alcanzar ocurrencias de 4 huracanes en 5 años. Por ejemplo, el huracán Michelle en el año 2001, provocó severos daños a la flora y la fauna y además propició una gran acumulación de material combustible (Figura 7), fuente para un incendio forestal de gran proporción (Medina y Alfonso, 2000 y CITMA, 2002).

Figura 7. Efectos de los ciclones tropicales.

Durante el período 2000-2006 ocurrieron 118 incendios forestales y en el 2007 se desarrolló un incendio de gran magnitud, que afectó un área de 5321 ha, resultando totalmente quemadas 3900.5 ha. Esta cifra representa el 60% del promedio anual de

superficies afectadas en Cuba en el período 1961-2006 por esta causa, con pérdidas directas superiores a los 2 MM de pesos (AMA, 2007).

Aumento de especies invasoras

La introducción de especies invasoras constituye una seria presión para la biodiversidad de este territorio (Figura 8).

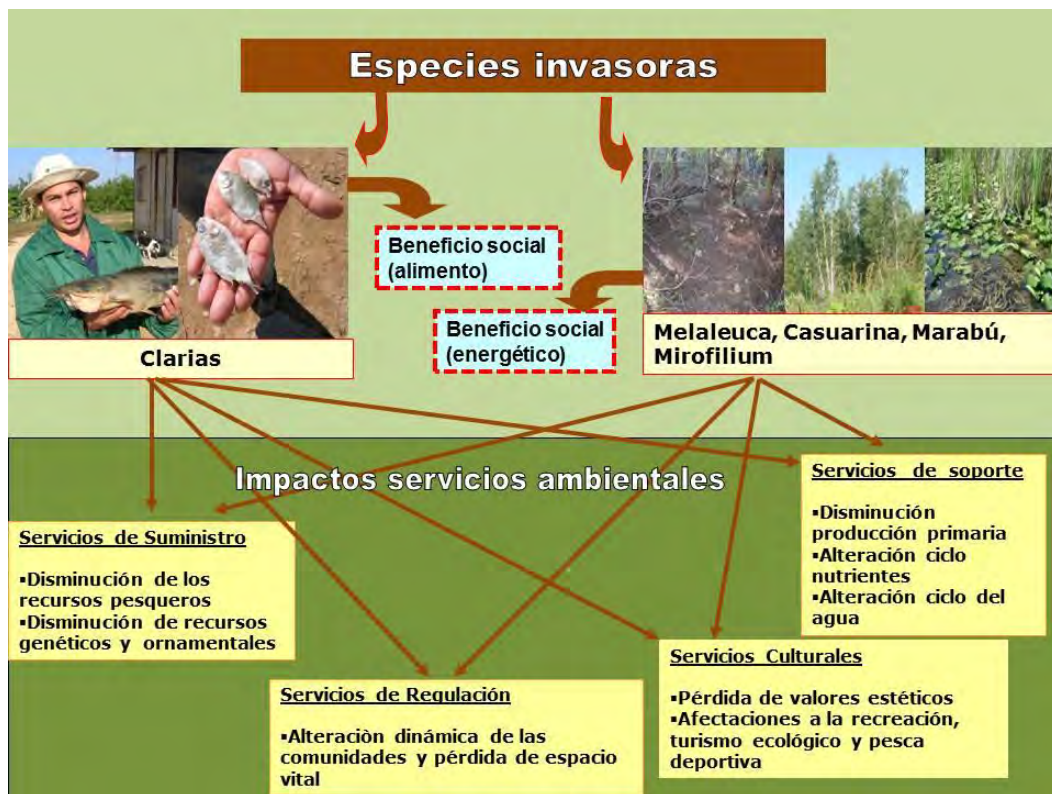
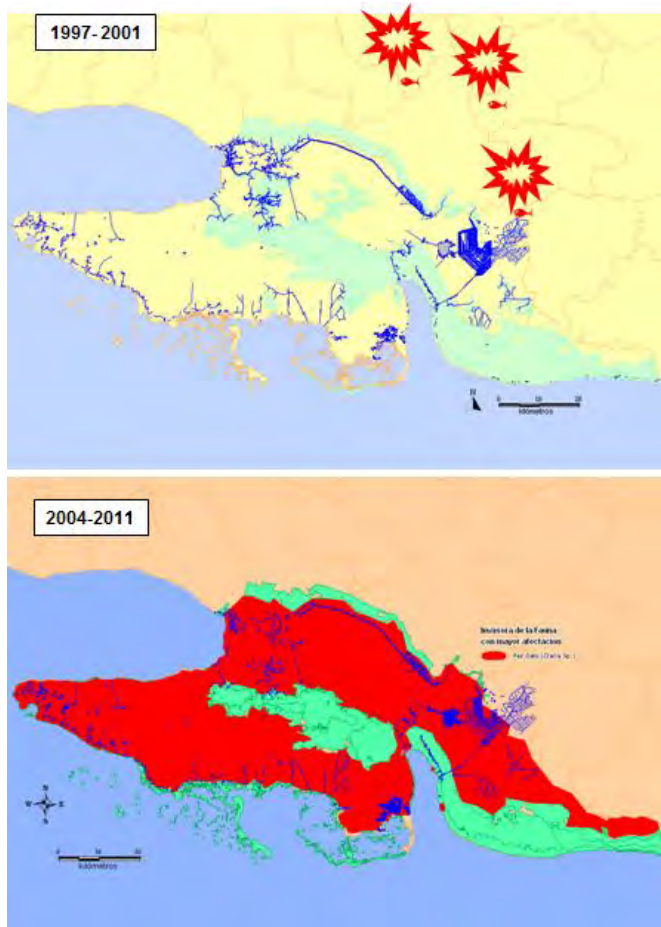


Figura 8. Ejemplo de la cadena PEIR generada por el incremento de especies invasoras. Fuente: Fernández (2009).

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; todas especies introducidas).

En el medio acuático (en cuerpos de agua dulceacuícola) los principales taxa nativos que pueden comportarse como invasores, según el nivel de alteración del ecosistema. En orden de importancia se encuentran: *Myriophyllum pinnatum* (Miriofilum), *Ceratopteris pteridoides* (*Ceratopteris*), *Eichhornia crassipes* (Ova, Malangueta, Jacinto de agua), *Potamogeton illinoensis* (Espiga de agua), entre otras. 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, permitió 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 y actualmente se encuentra prácticamente en todos los acuatorios del humedal (Figura 9).

Figura 9. Distribución actual del Clarias en la Ciénaga de Zapata
Fuente: Jiménez (2011).

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 endémicos locales, con las que actualmente comparte el hábitat. 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 es otra 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.

Discordancias entre la política de desarrollo socioeconómico y la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio

El origen del deterioro de las condiciones socioeconómicas del territorio es multicausal, no obstante, un peso importante le corresponde al modo de las relaciones de producción entre las instituciones estatales que operan en el territorio en las diversas actividades económicas (silvícola, pesquera, proteccionista, conservacionista, turística y recreativa, apícola, agrícola y ganadera) y la forma de apropiación del beneficio obtenido. Las utilidades de la explotación de los recursos no se revierten en el desarrollo endógeno, la población local participa generalmente como obreros asalariados con bajo nivel de estimulación y escaso sentido de pertenencia, lo cual entra en contradicción con las posibilidades de un desarrollo local sostenible. La paradójica característica de ser una zona donde convergen una naturaleza con amplias riquezas naturales y una población con bajo nivel de bienestar material y social, crea un marco propicio para la aparición de actividades nocivas, contrarias al fuerte arraigo histórico del cenaguero al medio ambiente, como son la caza y pesca furtiva, la tala ilegal y los incendios forestales, los que unidos a otros impactos contribuyen a la degradación del territorio.

Desarrollo agrícola y otras actividades

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 dentro del humedal en zonas bajas apropiadas para el cultivo del arroz, ha convertido parte de la superficie del humedal en zonas de uso agrícola.

Otras presiones agropecuarias y de otros tipos que afectan al humedal son: el Plan Citrícola “Victoria de Girón”, a través del vertimiento de sustancias químicas (insecticidas, fertilizantes, etc.); las Unidades Pecuarias de la zona norte que constituyen fuentes contaminantes de las aguas, y el área de cría de búfalos (especie introducida) que causa afectaciones a la fauna del suelo; las actividades forestales con manejo inadecuado, causantes de la degradación del bosque; la infraestructura vial y constructiva dentro y en los alrededores de la Reserva, que además de contribuir a la deforestación provocan la degradación y fragmentación de ecosistemas; el desarrollo turístico, que afecta la cobertura vegetal y sobrecargan a los ecosistemas en determinadas áreas y constituyen fuente de emisión de residuales líquidos y sólidos.

En la práctica suele suceder que varias presiones interactúan simultáneamente logrando un efecto sinérgico con impactos múltiples de mayor severidad. Así por ejemplo, la interacción sinérgica del desarrollo hidráulico con la variabilidad climática y la introducción de especies exóticas agudiza los efectos adversos sobre el ecosistema (Figura 10).



Figura 10. Efecto sinérgico de las presiones: desarrollo hidráulico, Variabilidad climática y especies invasoras. Fuente: Fernández (2011).

ELABORACIÓN DE INDICADORES AMBIENTALES

Teniendo en cuenta que el análisis de las relaciones causa efecto entre los cambios de estado, sus causas y consecuencias tiene generalmente un carácter cualitativo, se desarrollaron indicadores ambientales por cada una de las problemáticas identificadas, con el fin de valorar objetivamente en términos cuantitativos las presiones, estados e impactos, así como evaluar la eficacia de las medidas de respuesta adoptadas (planes, programas y políticas. En las Tablas 3-6 se muestran algunos indicadores para las principales problemáticas ambientales.

Tabla 3. Problemática ambiental: Disminución de la disponibilidad de agua en el humedal

| | |
|-----------------------------|--|
| Indicador de ESTADO | Déficit hídrico |
| Forma de expresión | m ³ /s (para gasto) mm (para lluvia, evapotranspiración) |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m ³ /s) |
| Indicador de PRESIÓN | Disminución de los aportes de agua al humedal |
| Forma de expresión | m ³ /s (para gasto) mm (para lluvia, evapotranspiración) |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de los componentes del balance hídrico (m ³ /s) |
| Indicador de IMPACTO | Disminución de los espejos de agua e Incremento de la salinidad |
| Forma de expresión | ha (para espejos de agua) ml/ m ³ (para concentración) |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de la salinidad |

Tabla 4. Problemática ambiental: Eutrofización de cuerpos de agua.

| | |
|-----------------------------|--|
| Indicador de ESTADO | Densidad de plantas acuáticas x ha |
| Forma de expresión | D/ ha |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de D/ ha |
| Indicador de PRESIÓN | Caudal y concentración de aguas contaminadas con N, F, agroquímicos que llega al humedal desde zonas agrícolas |
| Forma de expresión | m ³ /s (para caudal) ml/ m ³ (para concentración) |
| Forma de monitoreo | Medición anual de caudal y concentración de N, F ml/ m ³ . |
| Indicador de IMPACTO | Disminución de especies nativas |
| Forma de expresión | sp/ha |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de abundancia de especies. |

Tabla 5. Problemática ambiental: Pérdida de hábitat

| | |
|-----------------------------|---|
| Indicador de ESTADO | Cambio de cobertura vegetal |
| Forma de expresión | (ha x t) |
| Forma de monitoreo | Análisis multitemporal de CV |
| Indicador de PRESIÓN | Cambios de uso |
| Forma de expresión | (ha x t) |
| Forma de monitoreo | Evaluación periódica de la tasa de deforestación anual % Tdf |
| Indicador de IMPACTO | Variación de la disponibilidad de recursos (refugio, alimentación) de especies sombrilla. |
| Forma de expresión | sp/ha |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de abundancia de especies. |

Tabla 6. Problemática ambiental: Presencia de especies invasoras

| | |
|-----------------------------|--|
| Indicador de ESTADO | # de especies con comportamiento de invasoras |
| Forma de expresión | (# sp/ha/t) |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas ((# sp x ha) |
| Indicador de PRESIÓN | Abundancia de cada especie invasora |
| Forma de expresión | (# ind /UM) |
| Forma de monitoreo | Evaluación periódica (# ind /UM) |
| Indicador de IMPACTO | Cambios en el número de especies endémicas o autóctonas. |
| Forma de expresión | sp/ha |
| Forma de monitoreo | Mediciones periódicas de abundancia de especies. |

EVALUACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS SERVICIOS AMBIENTALES Y BIENESTAR HUMANO

Los cambios de estado del ecosistema en su conjunto o en algunos de sus componentes producen cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema y en los bienes y servicios que presta a la sociedad. Para la evaluación de los impactos se ha tomado como base los enfoques de desarrollo sostenible, de servicios ecosistémicos y el bienestar humano y de costos y beneficios económicos.

El *enfoque de desarrollo sostenible* se basa en el análisis integral de las dimensiones económica, social, ambiental y temporal. La modificación de una de estas dimensiones, genera cambios en las restantes, dada la estrecha interdependencia que existe entre ellas.

Así, los cambios en determinada variable de estado influyen en otros aspectos del medio ambiente y en el bienestar humano. Por ejemplo, un cambio en el régimen de circulación del agua unido al aporte de nutrientes provenientes de la agricultura puede generar procesos de eutrofización y afectar la biodiversidad acuática y la calidad del agua. El impacto en la biodiversidad y la calidad del agua puede traducirse en la eliminación de especies valiosas como recurso ecoturístico (pesca deportiva, observación de especies) y en afectaciones a la navegación fluvial (por exceso de plantas acuáticas). Ello podría afectar la capacidad de generar ingresos con el ecoturismo. La pérdida de biodiversidad también puede significar la disminución de abundancia o desaparición de determinada especie de la que depende la población local como alimento o recurso medicinal (Tabla 7).

Tabla 7. Relaciones causa efecto entre el cambio de estado y los impactos al ecosistema y al bienestar humano

| Cambio de estado | Impacto al ecosistema y al bienestar humano |
|---|---|
| Modificación de los patrones de circulación del agua. | Cambios en la estructura y funcionamiento del humedal. |
| Exceso de nutrientes en las aguas provenientes de la agricultura. | Eutrofización y afectación a la biodiversidad acuática y la calidad del agua. Pérdida de ingresos por afectaciones a la pesca, el turismo y la navegación fluvial. |

El *enfoque de servicios ecosistémicos y de bienestar humano* se basa en la identificación de los impactos sobre los servicios ecosistémicos mediante un indicador del estado (Tabla 8).

Tabla 8. Ejemplo de impactos sobre los servicios de los ecosistemas debido al cambio de la calidad del agua del humedal (cambio de estado)

| Cambio de estado | Impacto en los servicios ecosistémicos | Indicador de Impacto |
|---|--|---|
| Degradación de la calidad del agua por aumento de plantas acuáticas | <i>Servicios de suministro</i> | |
| | <u><i>Alimentación</i></u> – cambio en la magnitud de la pesca | Pesca anual promedio |
| | <u><i>Agua dulce</i></u> – cambio en la cantidad de agua potable de calidad aceptable | Costos de tratamiento o traslado de agua de otro sitio. |
| | <i>Servicios de regulación</i> | |
| | <u><i>Regulación de enfermedades humanas</i></u> – cambio en la cantidad de algas y plantas superficiales que sirven de hospederos plagas y enfermedades | Abundancia de mosquitos o manifestación de dengue |
| | <i>Servicios culturales</i> | |
| | <u><i>Inspiración cultural</i></u> – cambio de imagen perceptual de un humedal originalmente prístino podría verse afectada por la proliferación de vegetación invasora. | Número de visitantes |
| | <i>Servicios recreativos</i> – cambio en las ofertas de pesca deportiva o natación por pérdida de un recurso pesquero o degradación de las zonas de baño. | Ingresos por turismo |

Por ejemplo, el conteo de plantas acuáticas puede ser un indicador de la calidad del agua (estado). En este caso, el cambio en el indicador de estado podría estar vinculado a los impactos sobre los servicios ecosistémicos).

El *enfoque de costos y beneficios económicos* vincula los cambios de estado con los costos y beneficios económicos de los impactos en los servicios ecosistémicos y el bienestar humano (Tabla 9).

Tabla 9. Vínculo de los cambios de estado con los costos y beneficios económicos

| Cambio de estado | Impacto en los servicios ecosistémicos | Impactos al bienestar humano | Costo |
|---|--|---|---|
| Disminución de la calidad del agua (concentración de fósforo o abundancia de plantas acuáticas) | Servicio de Provisión de alimento- Disminución de la magnitud de la pesca | Seguridad alimentaria- Disminución de la disponibilidad de alimento | -Costo de alimento sustituto o importación. -Pérdida de ingresos por la pesca comercial. |
| | Servicio Provisión de agua- Disminución de la cantidad de agua potable | Salud – Disminución de la disponibilidad de agua de calidad. – Incremento de enfermedades. | -Incremento de los costos de tratamiento o conducción de agua. -Incremento de los costos de salud. |

Impactos de la alteración del régimen hídrico en los servicios ambientales que presta el ecosistema

La sobreexplotación de pozos ha generado una disminución de los niveles de los acuíferos y una intrusión salina generalizada en varios poblados de la Ciénaga Oriental. El abasto de agua a la población se ha reducido debido al deterioro de la calidad de aguas de los asentamientos de Cayo Ramona y Playa Girón, donde los valores de Cl sobrepasan 1000 mg/l, siendo la norma cubana de agua potable es de 200 mg/l y los valores del NMP/100 total y fecal, están en el orden de los 1000 mg/l, sobrepasando la norma cubana en varias veces.

El servicio de regulación del humedal se ha afectado, debido a las rectificaciones y construcciones de los canales de drenaje. La obra hidráulica construida en la parte inferior del río Hanábana con la cota mal concebida, ha acelerado el escurrimiento superficial, con lo cual ha disminuido la capacidad de regulación del ecosistema y se ha incrementado la magnitud de las inundaciones. La escorrentía superficial acelerada y la intensiva explotación de las aguas subterráneas provocan la disminución del gradiente hidráulico y la rápida descarga de la Ciénaga, debido a que las cuencas hidrogeológicas del sur están abiertas al pantano y el mar. Este comportamiento altera, además, la recarga del acuífero, el ciclo de los nutrientes y provoca afectaciones en la producción pesquera en la Ensenada de la Broa y el Golfo de Batabanó. En el período seco se incrementan los auto-incendios de la turba, debido a la desecación de la capa superior de la turba y el aumento de la temperatura.

El servicios de soporte del humedal no puede cumplir sus funciones, pues la alteración del régimen hídrico y de la calidad del agua afecta el hábitat acuático dulceacuícola y salobre, aparecen procesos de eutrofización en extensas zonas que son ocupadas por

Myriophyllum pinnatum (*Miriofilum*), afectándose la fauna y flora asociada autóctona, llegando en algunos momentos a una reducción drástica de O₂ en el agua, en las horas de la noche.

Los servicios culturales se ven afectados por la pérdida de valores estéticos, que se traduce en la disminución de posibilidad de recreación y turismo ecológico, especialmente en la mayor laguna de agua dulce en Cuba- Laguna del Tesoro. En el área de Hatiguanico se ve afectado el ecoturismo, debido a los bajos niveles e imposibilidad de transporte acuático. La disminución de los niveles en el canal de acceso a Laguna del Tesoro, reduce en más del 50% de los viajes turísticos, en los momentos de menor aporte hídrico y menos precipitaciones. El aumento de la salinidad en el agua de abasto es dañina para la salud humana y provoca la aparición de enfermedades renales e hipertensión arterial.

Impactos de la alteración de la biodiversidad en los servicios ambientales

La alteración de la biodiversidad en el humedal se traduce en una disminución de la capacidad del ecosistema para proveer bienes como productos madereros, mieles, alimentos (frutas, peces, crustáceos y anfibios). De igual forma, disminuye la capacidad de regulación de procesos naturales como avenidas y el clima local, así como la protección de las infraestructuras socioeconómicas y litorales costeros ante eventos hidrometeorológicos extremos. La fragmentación y el deterioro del hábitat, influyen en la disminución de la capacidad de soporte como hábitat y de los valores escénicos y culturales.

Su influencia en el bienestar humano se manifiesta en la disminución de la base material reflejada en la afectación a la producción forestal por la reducción de madera de calidad; asimismo, se ven afectadas diferentes actividades turísticas de naturaleza, la pesca deportiva y comercial, con la correspondiente disminución de ingresos y de las fuentes alimentarias que son utilizadas de forma tradicional para el consumo de la población local.

Impactos adversos de la política adoptada (vigente) en la sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio

A pesar de los logros alcanzados en diversas esferas como la salud, la educación, el desarrollo de infraestructuras socioeconómicas, existen factores desfavorables para lograr las metas de sostenibilidad ambiental, económica y social del territorio. Esta situación determina la existencia de un conjunto de impactos sobre el bienestar humano que están incidiendo negativamente en la población de la Ciénaga de Zapata. Entre los aspectos más significativos cabe destacar:

- Insuficiente oferta de empleo con retribución adecuada, particularmente para mujeres y jóvenes y en comunidades extremas.
- Deficiente ingreso para cubrir las necesidades básicas, principalmente de los trabajadores forestales.
- Bajo retorno, en beneficios individuales y colectivos concretos, de las ganancias obtenidas con los recursos de la Ciénaga.
- Decrecimiento progresivo del relevo generacional fundamentalmente en la actividad silvícola, por la falta de atractivo para los jóvenes cenagueros.

- Débil sistema de formación de recursos calificados que se refuerza con la ausencia de estímulos para el retorno de los que logran calificarse fuera del territorio.
- Deterioro o insuficiencia de servicios básicos (transporte, electricidad, agua, salud, abastecimientos, accesos,), especialmente en comunidades extremas.
- Pérdida de tradiciones culturales y sentido de pertenencia.
- Falta de opciones para el disfrute del tiempo libre.
- Prácticas cotidianas que deterioran el entorno natural (caza, tala y pesca furtiva).
- Imposibilidad para acceder ordenadamente a los recursos naturales patrimonio de la comunidad.
- Presencia de sentimientos de abandono, poca confianza en la capacidad y voluntad para solucionar problemas por parte de las instituciones territoriales.

EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS ADOPTADAS

El análisis de políticas tiene como objetivo conocer qué planes, programas y estrategias se están aplicando en el humedal para prevenir o revertir los efectos adversos; qué nivel de efectividad tienen las medidas vigentes; qué vacíos de información existen; qué políticas están ausentes o no están surtiendo los efectos deseados y que deben ser corregidas o eliminadas; y qué políticas han tenido impactos positivos y deben ser estimuladas.

Partiendo de la Ley 81 del Medio Ambiente de Cuba (1997) y sobre la base de la Estrategia Ambiental Nacional, se diseñó una metodología para la planificación estratégica y la actualización de la problemática ambiental en el territorio y se elaboró la Estrategia Ambiental Municipal, que constituye la base de la legislación ambiental para el APRM “Península de Zapata”. Esta estrategia tiene como objetivo principal la conservación del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales y socioeconómicos, en aras de alcanzar el desarrollo sostenible del territorio.

La convergencia en el humedal de la Ciénaga de Zapata de diferentes intereses socioeconómicos, productivos, turísticos, recreativos y de asentamientos humanos, condiciona la necesidad de lograr una adecuada planificación ambiental que propicie el desarrollo de todas las actividades que aquí se desarrollan, sin que las mismas se conviertan en un peligro para el mantenimiento de los valiosos recursos naturales existentes en esta área geográfica (CITMA, 2008). Sin embargo, la planificación ambiental tiene ante sí retos que no se pueden obviar. Uno de ellos es el hecho de que la Ciénaga de Zapata funciona en condiciones de un régimen hídrico regulado y un déficit en el aporte del agua, muy diferentes al régimen hídrico natural existente antes de las intervenciones hidráulicas. Esto implica que no resulta posible restablecer plenamente las funciones originales del humedal, sólo se pueden implementar medidas para remediar o mitigar una parte considerable de las causas y consecuencias adversas, contribuyendo de esta manera a una mejora del funcionamiento de este ecosistema.

Las afectaciones a los servicios ambientales y los impactos previsibles al bienestar humano, han sido atenuadas en gran medida por las políticas y proyectos de desarrollo socioeconómicos dirigidos fundamentalmente a garantizar la salud, la educación, la diversificación económica y la provisión de servicios básicos a los pobladores.

Para el establecimiento de la gestión ambiental, el territorio cuenta con una Junta coordinadora de la Reserva de la Biosfera y del Área Protegida de Recursos Manejados, presidida por la Presidenta de la Asamblea del Poder Popular y en la Secretaría Ejecutiva el Director del Órgano de Ciencia, tecnología y Medio Ambiente, donde participan además todas las entidades que intervienen en el Sistema de Áreas Protegidas del Territorio como la Unidad del Parque Nacional Zapata, perteneciente a La Empresa Forestal Integral “Victoria de Girón” administrada por la Empresa Nacional de Flora y Fauna, el Cuerpo de Guardabosques del Ministerio del Interior, el Servicio Estatal Forestal del Ministerio de la Agricultura, entre otros.

En el marco de la Junta coordinadora se compatibilizan aquellos aspectos que tienen que ver con la administración y manejo de las áreas del humedal, prestando especial atención a las tareas enmarcadas en el plan operativo anual de cada área.

Todas las áreas protegidas, que por ley están aprobadas, cuentan con el plan de manejo y su correspondiente plan operativo anual, y si bien es cierto que se dan pasos importantes en la elevación de la efectividad del manejo, varios factores inciden en que no se logren mejores resultados.

Desde el año 2001 existe la Estrategia Nacional para la actividad de protección contra incendios forestales en la República de Cuba, elaborada con el auspicio de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la cual tiene una expresión bien definida para la zona especial Ciénaga de Zapata, con un monitoreo y sistema de actuación rápida en fase de ejecución, y el papel protagónico del Cuerpo de Guardabosques. Sin embargo, aún no existe un sistema efectivo de protección y vigilancia del área.

Ha sido fortalecido el servicio meteorológico en el humedal, lo que ha permitido perfeccionar los métodos de vigilancia del tiempo y el clima, así como el sistema de alerta temprana ante eventos meteorológicos extremos.

En el año 2007 se realizó el ordenamiento forestal (Fagundo, 2007). La Empresa Forestal Integral, antigua EMA pasó a ser administrada por la Empresa de Flora y Fauna con el objetivo de priorizar las tareas de conservación, no obstante, se deben incrementar las acciones de restauración en las zonas que han sufrido afectaciones como incendios, huracanes, plagas y enfermedades.

En cuanto al control de las especies invasoras se han realizado numerosas acciones para buscar las vías más eficientes. Por ejemplo, el plan de manejo adaptativo de la *Claria* contempla la selección de acuatorios, la extracción masiva, la comercialización, así como las acciones a ejecutar de educación ambiental, monitoreo e investigación de la dinámica poblacional. Sin embargo, no resulta posible evaluar la efectividad de las medidas para el control de esta especie, ya que actualmente se desconoce la magnitud de las poblaciones de la *Claria* al mismo tiempo que las condiciones de difícil acceso del humedal limitan la efectividad de los métodos de extracción masiva.

Existen planes de acciones para otras especies invasoras como la Melaleuca, Casuarina, Marabú, y el Miriofilum, pero es necesario involucrar a la población local en la eliminación y control de estas especies.

Se trabaja en la implementación de soluciones hidráulicas, las que deben contribuir a: mejorar el equilibrio hídrico de la Ciénaga Oriental; elevar el nivel de agua en el canal Boca- Laguna del Tesoro; eliminar la posibilidad de que las capas de turba más superficiales se dessequen; mejorar el intercambio hídrico y elevar los niveles en las porciones Oriental y Occidental; propiciar el aumento de los nutrientes en la desembocadura del río Hatiguanico y, por ende, el aumento de la captura de los peces en la Ensenada de la Broa; mejorar el hábitat hídrico del cocodrilo cubano y de las aves migratorias y autóctonas de la Zona La Salina; proteger, mediante dique contra la salinidad, la fuente de abasto superficial en el caso de elevación del nivel del mar. Esta situación determina la existencia de un conjunto de impactos sobre el bienestar humano que están incidiendo negativamente en la población de la Ciénaga de Zapata.

Se han desarrollado proyectos de colaboración internacional financiados por WWF, FAO, GEF, etc para reforzar el trabajo de protección y manejo sostenible de la biodiversidad, dirigidos a elevar el fortalecimiento institucional, la capacitación y la divulgación ambiental en virtud de incrementar la capacidad de las entidades administradoras, las encargadas de la protección y de la dirección del sistema de áreas protegidas, para elevar su gestión en función de lograr la conservación y el manejo sostenible de estos ecosistemas.

Una de las limitaciones de las políticas actuales es la falta de objetivos y metas cuantificables lo que dificulta la evaluación de los avances. Otro aspecto débil es la falta de respuestas integrales dirigidas a la cadena presiones, estado e impactos, predominan las medidas de remediación de estado y mitigación de impactos, pero son muy pocas medidas dirigidas a contrarrestar las causas que generan los problemas.

No existen criterios de desempeño de las políticas que permitan el análisis de la eficacia de las políticas a partir de la comparación del desempeño real y el desempeño esperado.

CONSIDERACIONES FINALES:

La aplicación de la metodología GEO es una herramienta valiosa para evaluar integralmente los humedales y buscar alternativas de respuesta a las problemáticas ambientales que los mismos presentan a fin de garantizar su conservación y la preservación de los servicios ecológicos que estos nos brindan.

Como se ha evidenciado, en la Ciénaga de Zapata, la alteración del régimen hídrico en cuanto a caudales y patrones de circulación impactan los servicios ambientales del ecosistema, bien de forma directa o a través de las modificaciones que produce en la biodiversidad. Estos efectos se agudizan cuando se suman las presiones de la variabilidad climática y la introducción de especies exóticas, creándose un cuadro sumamente complejo de interrelaciones, cuyo abordaje requiere de conocimientos integrales sobre el estado de los componentes ambientales y el funcionamiento del ecosistema en su conjunto, así como la implementación de eficientes medidas

sistémicas (mitigación, rehabilitación, remediación y adaptación, según corresponda), dirigidas a atenuar o eliminar las presiones, mejorar los cambios adversos de estado y eliminar o disminuir los impactos no deseados sobre los servicios ambientales y el bienestar humano (Figura 11).

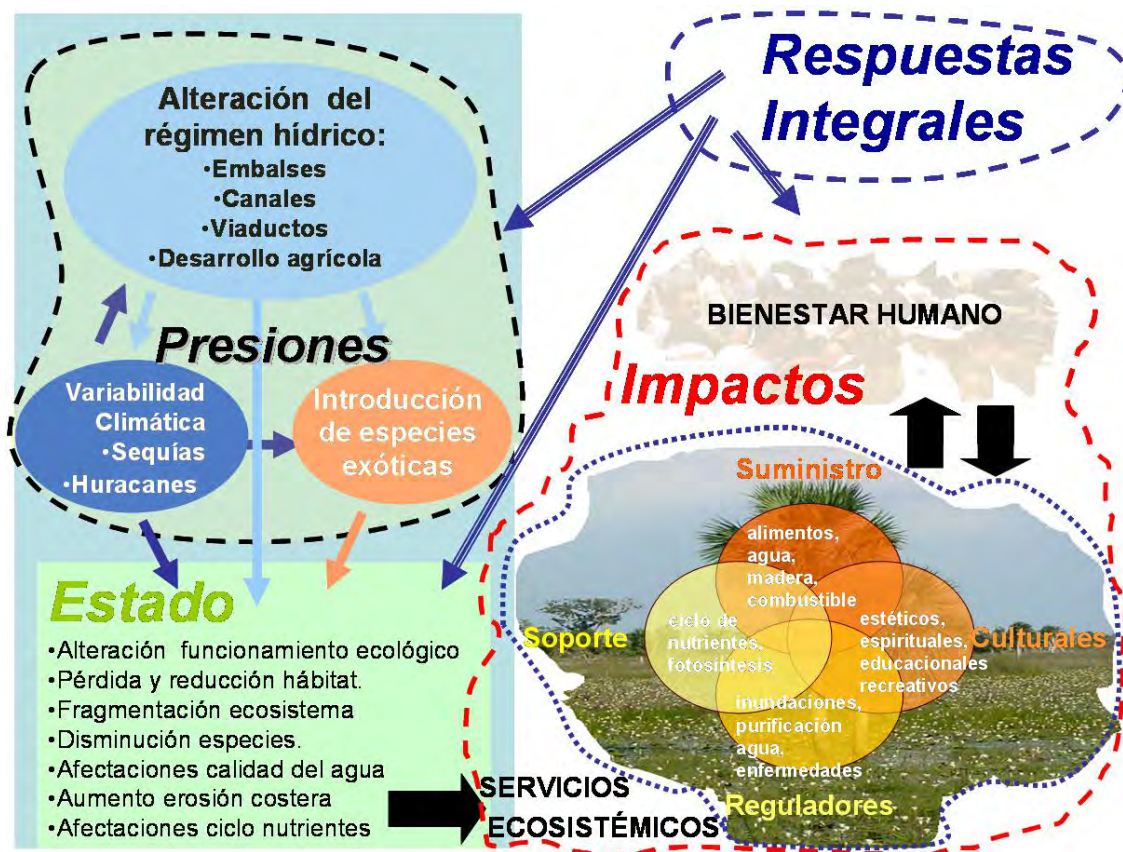


Figura 11. Esquema ilustrativo de la sinergia de presiones y la necesidad de respuestas integrales.
Fuente: Garea y Fernández (2009)

Es preciso tener presente que las respuestas dirigidas a las fuerzas motrices, presiones y estado ayudan a disminuir la exposición social a los cambios ambientales, en tanto que las respuestas orientadas a mitigar los impactos de los cambios en el medio ambiente permiten desarrollar la capacidad de adaptación de las personas. Por tanto, la adopción de respuestas que disminuyan la exposición al cambio y fortalezcan la capacidad de adaptación a los impactos permite reducir la vulnerabilidad al cambio ambiental.

La Estrategia Ambiental Municipal proyecta alcanzar un estadio superior en la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, haciendo un uso eficaz de los recursos financieros y materiales de que dispone el territorio, en aras de alcanzar las metas de un desarrollo económico y social sostenible. Para ello deberá involucrar a la población local en los mecanismos de diversificación productiva a ser implementados, identificando las potencialidades de aprovechamiento de otros recursos naturales disponibles, que brinden alternativas para la generación de fuentes de ingreso adicionales a la comunidad, sin poner en peligro el objetivo conservacionista.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Medio Ambiente. 2007. Estudio de impacto ambiental del incendio de grandes proporciones ocurrido en el área Las minas-San Lázaro-Los Arroyones, en la Ciénaga de Zapata entre el 31 de Marzo al 17 de Mayo del 2007. Informe Técnico. Agencia de Medio Ambiente. La Habana. 44 Pág.

Amorín, J., L. Bacallao, L. Pérez, O. Martínez, T. Piñeiro, G. Forneris. 2002. La Ciénaga de Zapata. Historia y Naturaleza. NAG-Torino. Italia. 160 pp.

CITMA. 2002. Informe de las Afectaciones al ambiente provocadas por el huracán Michelle durante su paso por la Reserva de la Biosfera de la Ciénaga de Zapata. Órgano del CITMA Ciénaga de Zapata, (mecanografiado) Matanzas.

CITMA, 2008. Plan Integral para el Ordenamiento, sobre bases sostenibles, de la Ciénaga de Zapata. Octubre 2008.

Del Risco, E. 1978. La Vegetación de Zapata y su relación con las condiciones Ecológicas, con especial énfasis en el nivel del agua freática (inédito), Tesis de Doctorado, Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Cuba e Instituto de Botánica, Academia de Ciencias de Checoslovaquia, 150 pp.

Gaceta Oficial de la República de Cuba (1997): Ley No. 81 del Medio Ambiente, La Habana, No. 7, año XCV. La Habana, 47 p.

GEO. Resource Book 2009. A training manual on integrated environmental assessment and reporting. UNEP. IISD.

Fagundo G. 2007. Ordenación Forestal de la Ciénaga de Zapata. EMA "Victoria de Girón." Ciénaga de Zapata. Matanzas. Cuba. 543pp.

Fernández, L. (2011). (a). Proyecto: Evaluación ambiental integral de los principales humedales de Cuba. VIII Seminario Internacional de Humedales 2011.

Fernández, L. (2011). (b). Interrelaciones. Estudio de caso Ciénaga de Zapata. Convención de Medio Ambiente. La Habana. Cuba.

Fernández, L y Volpedo, A. (Eds). (2009). Estrategias Integradas de Mitigación y Adaptación a Cambios Globales. Buenos Aires 2009. ISBN 978-987-96413-9-2. 493 pp.

Garea B y Fernández L, (2009). Evaluación de las interrelaciones. Importancia para la toma de decisiones. GEO Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano. La Habana, 2009

Jiménez, J. L. (2011). Humedal Ciénaga de Zapata: experiencias en el manejo y gestión de sus recursos. VIII Seminario Internacional de Humedales 2011.

Labrada, M.; J. Machín; H. González; I. Zamora; L. Cuadrado; A. Longueira; R. Oviedo; L. Torres; H. Alfonso; O. Durán; D. Vilamajó; A. Llanes y R. Borroto 2005. Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Ciénaga de Zapata, Informe final de

Proyecto. Programa Ramal Medioambiente y desarrollo sostenible del Archipiélago Cubano. Instituto de Geografía Tropical, La Habana, Cuba. 115 pp.

Labrada Pons, M. (et al).2008. Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata: Estrategias para su Gestión Ambiental [Acceso a Publicación](#). [Editora GEOTECH [1]], La Habana, Cuba. (ISBN: 978-959-7167-16-7).

Medina, N. y A. Alfonso. 2000. Los incendios forestales causados por descargas eléctricas en Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba. Ciencia forestal en México. Vol. 27 No 87. 105-115 p.

ONE.2011. Anuario Estadístico de la Ciénaga de Zapata 2010. Edición 2011. http://www.one.cu/aed2010/04Matanzas/Municipios/11%20Ciénaga%20de%20Zapata/esp/20110630_Tabla_cuadro.htm

Petrova, V. 2002. Impacto de las obras hidráulicas sobre el equilibrio hídrico y ecológico de la Ciénaga Occidental de Zapata. Inédito.

Petrova V. 2009. Programa de Manejo de Recursos Hídricos en los humedales. Caso de estudio: Ciénaga de Zapata. Tesis doctoral, Universidad Hermanos Saiz. Pinar del Río. Cuba.

Rodríguez Yi, J.; L. Fernández y R. Cruz, eds. 1993. Estudio Geográfico Integral Ciénaga de Zapata. Academia de Ciencias de Cuba e Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, La Habana, 225 pp.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA

Environmental diagnosis of the Maracaibo Lake basin, Venezuela

Giuseppe Colonnello y Oscar Lasso-Alcalá.

Museo de Historia Natural La Salle, Fundación La Salle de Ciencias Naturales,
Caracas, Venezuela.

giuseppe.colonnello1@fundacionlasalle.org.ve

RESUMEN

Venezuela cuenta con un amplio conjunto de ecosistemas y áreas protegidas que la posicionan entre los 10 países más diversos del globo. Sin embargo, algunas regiones han sufrido grandes transformaciones para potenciar el desarrollo y satisfacer las necesidades de la población. El descubrimiento y explotación de los inmensos yacimientos de petróleo y las peculiares características ambientales propicias para la producción de rubros agrícolas y ganadería, en la cuenca del Lago de Maracaibo, han producido una profunda transformación marcada por la contaminación de sus aguas, la reducción de su vegetación y fauna y la instalación de sistemas de latifundios dedicados a la producción agropecuaria con una baja diversidad biológica. Los Parques Nacionales y relictos de vegetación, a lo largo de la cuenca, aún mantienen importantes ecosistemas donde es posible encontrar especies no descritas para la fauna del país y para la ciencia. Los gobiernos nacionales y regionales han propuesto fundamentalmente planes de recuperación de la calidad de las aguas del Lago y mejoramiento de la disposición de desechos y contaminantes además de tratar de crear una conciencia ambientalista casi inexistente. Habida cuenta del grado de intervención, debería practicarse prioritariamente la conservación de ecosistemas selectos de alta biodiversidad.

Palabras clave: Diagnóstico ambiental, Fuerzas motrices, Presiones, Impactos, Lago de Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

SUMMARY

Thanks to his wide range of ecosystems and protected areas Venezuela ranking among the 10 most diverse countries in the globe. However, some regions have undergone profound changes to enhance the development and meet the needs of the population. The discovery and exploitation of the immense deposits of oil and the unique environmental characteristics for the production of agricultural products and livestock, the Lake Maracaibo basin, have undergo profound transformations marked by the pollution of their waters, a reduction of its vegetation and fauna and the installation of systems of latifundia devoted to agricultural production with a low biological diversity. The National Parks and relicts of vegetation, along the basin, still have important ecosystems where it is possible to find undescribed species for the fauna of the country and for the science. National and regional governments have proposed recovery plans for quality of the waters of the Maracaibo Lake and improvement of the provision of waste and pollutants in addition to trying to create an almost non-existent ecologically

awareness. Due to the general high level of degradation, the conservation should be practiced, with priority, on the remaining high biodiversity ecosystems.

Key words: Environmental diagnosis, Driving forces, Pressures, Impacts, Maracaibo Lake, Zulia State, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica es un tema de gran interés científico, social y económico a nivel mundial. Actualmente es además motivo de creciente preocupación, por la marcada y acelerada reducción de los diversos ecosistemas naturales que conlleva a la pérdida de esta biodiversidad por el proceso de reducción y fragmentación de la vegetación que implica la extinción de las especies (flora y fauna). La Unión Mundial para la Naturaleza, determinó que la reducción y degradación de los hábitats han afectado al 91% de las plantas amenazadas así como también al 89% de todas las aves y al 83% de los mamíferos (UICN, 2000). Asimismo, la introducción de especies exóticas en ambientes naturales, ha sido identificada como la segunda amenaza más grave a la biodiversidad, ya que produce efectos dramáticos sobre la productividad biológica, estructura del hábitat y composición de especies (Gracia *et al.*, 2009). Cuando las condiciones son favorables, estas introducciones son seguidas del establecimiento, competencia, desplazamientos y la extinción de las especies nativas.

La reducción de la biodiversidad es una consecuencia directa del desarrollo humano. La intervención antrópica sobre ambientes naturales ha sido ampliamente documentada y es una observación común, no sólo como un factor causal de la pérdida de diversidad biológica sino además por el deterioro de la calidad del paisaje. Igualmente la desaparición de especies en una región, ha incidido en el empobrecimiento de los habitantes locales que tradicionalmente hacían uso de los servicios ecosistémicos entre los cuales se destacan la disponibilidad de agua, la recolección de materiales vegetales, la caza y la pesca.

Venezuela ha sido considerada como uno de los 10 países con mayor diversidad biológica (Mittermeier *et al.*, 2004) por la conjunción de ecosistemas diversos y un grado relativo de conservación de los mismos, sustentados por una amplia red de áreas protegidas. Sin embargo, existen regiones que se han visto muy afectadas por las actividades productivas y la urbanización concentrada. Dentro de ellas encontramos la cuenca del Lago de Maracaibo (CLM), una de las siete cuencas hidrográficas del país, que ha sido impactada por una intensa extracción de petróleo y un acelerado desarrollo agropecuario (Romero y Monasterios, 1996).

La búsqueda del autoabastecimiento de recursos alimenticios básicos forma parte de las estrategias que un país debe adoptar con la finalidad de garantizar la seguridad alimentaria de sus habitantes y de reducir la dependencia de las importaciones. No obstante en las décadas pasadas, con frecuencia los esfuerzos dirigidos hacia una producción nacional autosuficiente de alimentos, no tomaron en cuenta, tal vez por desconocimiento, la teoría ecológica y los costos que tiene la eliminación de los ecosistemas, sus componentes y servicios.

El objetivo de este trabajo es describir las fuerzas motrices, presiones e impactos que se han dado en los últimos cien años sobre el ambiente de la CLM, la situación actual y las respuestas que se plantean para su recuperación.

La CLM (Fig. 1) está ubicada en la parte noroccidental de Venezuela, enmarcada por los meridianos 70° 00' y 73° 20' y por los paralelos 7° 00' y 11° 50'.



Figura. 1. Mapa fisiográfico de Suramérica y de la porción noroccidental de Venezuela que contiene la cuenca y Lago de Maracaibo.

Políticamente ocupa principalmente el estado Zulia, y parcialmente los estados Táchira, Mérida, Trujillo y Lara. Al norte limita con el Golfo de Venezuela y Mar Caribe, al este con las Serranías de Ciruma o Barbacoas (Sistema Coriano), al sur con la cordillera de Mérida, al oeste con la Serranía de Perijá (ramal nororiental de la Cordillera de Los Andes), en cuya divisoria de cuencas se encuentra (en parte) los límites con Colombia.

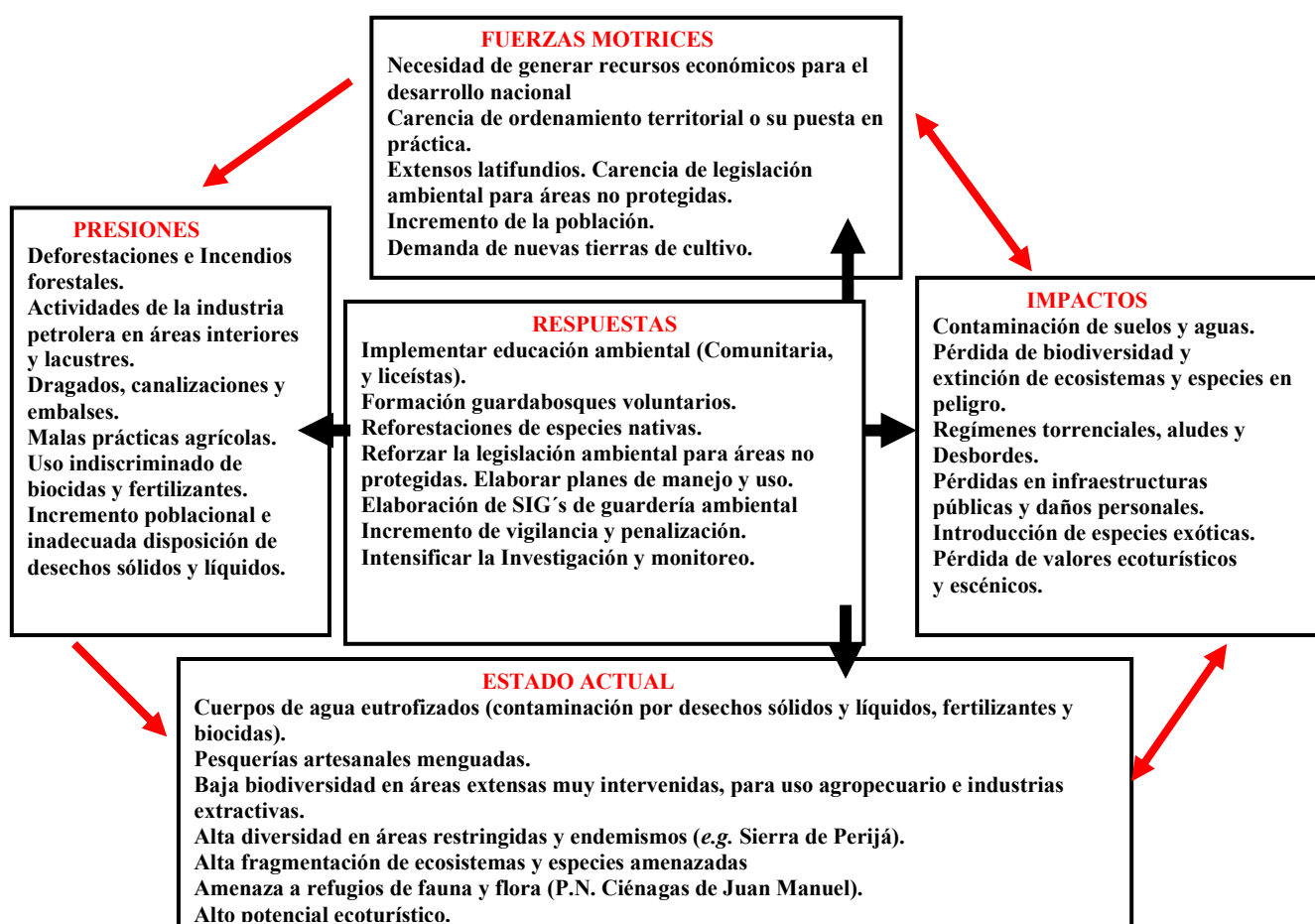
La CLM se extiende a la vecina República de Colombia y tiene en su totalidad un área aproximada de 90000 Km², de los cuales alrededor de 65000 Km² (incluyendo el propio lago) corresponden a Venezuela (7.1 % de la superficie del país). El Lago de Maracaibo es el mayor de Sudamérica, con una extensión aproximada de 11.900 Km² y una profundidad máxima de 35 m.

Las aguas del lago son una mezcla de agua dulce de origen pluvial y fluvial con agua salada que penetra desde el Golfo de Venezuela por la Bahía El Tablazo y Estrecho del lago, de acuerdo al régimen de mareas, viento y pendiente hidráulica del lago (Mago, 1970). La mayor contribución de agua dulce es aportada por la región suroccidental. Esta cuenca incluye 33 subcuencas, que fluyen directamente hacia el lago y la bahía El Tablazo, entre estas se destacan: Limón, El Palmar, San Juan, Apón, Santa Ana, Catatumbo, Escalante, Chama, Mucujepe, Tucaní, Torondoy, Pocó, Caus, Motatán, Misoa, Machango, Pueblo Viejo, El Mene y Araure (PDVSA, 1993, Rodríguez Altamiranda 1999).

CAUSAS Y CONSECUENCIAS DE LA DEGRADACIÓN DEL LAGO DE MARACAIBO

En la Tabla 1 se muestra un resumen de los principales factores (directos e indirectos) inductores de los cambios ambientales, así como los impactos sobre los ecosistemas y el bienestar humano.

Tabla 1. Fuerzas motrices, presiones, impactos, estado actual del ambiente y respuestas en la cuenca del Lago de Maracaibo



La deforestación de las selvas del sur del Lago se desarrolló en el marco de dos etapas de la historia económica venezolana. En este sentido podría hablarse de una deforestación en la era agroexportadora, de menor impacto, circunscrita a la formación de haciendas de cacao y caña de azúcar y de una deforestación post-petrolera, más reciente, de gran alcance, ligada a explotación intensiva de madera y a la expansión de las fincas ganaderas. La transformación ganadera de las selvas del sur del Lago de Maracaibo se gestó como una de las consecuencias de la política de industrialización para sustituir las importaciones. En el marco de la legislación vigente y con el ascenso de la demanda nacional, se abrió un mercado atractivo para las empresas transnacionales de la leche, lo que trajo como consecuencia que en 1944 se instalara la planta INDULAC en Santa Bárbara del Zulia, cuyo propietario fue el consorcio suizo Borden-Nestlé. Las medidas para el fomento agroindustrial lechero no se circunscribieron únicamente a la importación de materia prima para su procesamiento. Paralelamente se implementó una política de desarrollo de una zona de abastecimiento alrededor de la cual se conformó el mayor parque agroindustrial lechero de Venezuela. La región entonces experimentó una profunda transformación hacia sistemas agropecuarios como consecuencia de la deforestación masiva realizada por particulares (Romero y Sarmiento, 1996).

Por otra parte, la población humana del estado Zulia fue de 2 200 000 habitantes aproximadamente en el censo de 1991, estimándose para el año 2000 en 3 200 000 habitantes (INE, 2002). Este incremento de población, proporcional al que se observa en Venezuela (el estado Zulia tiene aproximadamente el 13 % del total de la población nacional), repercute en la necesidad de nuevas tierras destinadas a la actividad agropecuaria para la producción de alimentos tanto a nivel local, regional y nacional ya que la cuenca del Lago produce el 40 % de los rubros agrícolas (café, plátano, frutas tropicales) y cárnicos (leche, carne, queso) consumidos en el país. En esta cuenca, existen 83 843 ha de uso agropecuario (MARN, 1984) de las cuales el 85 % corresponden a la ganadería e industria avícola y un 11 % a la agricultura. Dentro de los rubros agrícolas resaltan las plantaciones de plátanos (250 000 T.M. en 40 000 ha) y de la palma aceitera (131 500 T.M en 76 000 ha), esta última auspiciada por el gobierno central a partir de los años 1980.

La creciente necesidad de agua para el uso industrial, agropecuario y humano, conllevó además de la extracción directa de cursos de agua y fuentes subterráneas, a la realización de grandes obras hidráulicas. Actualmente existen cinco embalses o represas en igual número de subcuencas de la CLM: Tule (río Cachirí), Manuelote (río Socuy), Pueblo Viejo o Burro Negro (ríos Grande y Chiquito), Machango (río Machango), Agua Viva (río Motatán) y Onía (río Onía). Asimismo, la extracción directa para el uso agropecuario (riego) y de abastecimiento humano es realizado en las subcuencas de los ríos Guasare, El Palmar, Santa Ana, Catatumbo, Burro Negro, Machango, Playa Grande, Torondoy, Arapuey y Chamita, mientras que pozos subterráneos se encuentran cerca de las poblaciones de Villa del Rosario, La Concepción, Machiques y San Rafael del Moján (Rodríguez, 2000).

Finalmente, otras modificaciones físicas sufridas por algunas subcuencas como la de los ríos Catatumbo, Chama y Escalante son los diques marginales construidos para el control de las inundaciones y el denominado saneamiento de tierras (Rodríguez, 2000). También debemos mencionar la modificación de las tierras, uso de agua de las cabeceras de algunos ríos y el propio Lago de Maracaibo, para la acuicultura, tanto en la parte baja como en la alta de la CLM.

La industria minera como las explotaciones a cielo abierto de carbón en la microcuenca del río Guasare (subcuenca del río Limón), han expandido las zonas de penetración humana hacia áreas como la Serranía de Perijá que de alguna forma había respetado la industria petrolera, con el consiguiente proceso de tala y quema para la producción a pequeña escala.

La demanda de alimento y proteínas de origen bovino en la región de la CLM y en general de todo el país, ha sido suplida también por las pesquerías. En la cuenca se ha asentado una importante industria pesquera, tanto de tipo industrial de arrastre realizada hasta el 2008 en aguas marinas del Golfo de Venezuela, como artesanal, realizada actualmente en aguas estuarinas (Bahía El Tablazo, Estrecho y Lago) y aguas dulces (lago y afluentes) (Rodríguez, 2000).

El mayor uso industrial del agua en la CLM, es efectuado por las centrales azucareras (Ureña y Bobures) y las plantas termoeléctricas (Arriaga, Pueblo Viejo y San Lorenzo), ubicadas la subcuenca del río Escalante, sur del Lago de Maracaibo, Maracaibo y subcuenca del río Pueblo Viejo y oeste del lago de Maracaibo, respectivamente (COPLANARH, 1972).

Una de las mayores fuerzas para la modificación y afectación de la CLM ha sido la industria petrolera que empezó a funcionar a principios del siglo XX. Desde entonces el uso para la navegación del Lago de Maracaibo cobró mayor importancia como vía de comunicación. Para ello fue necesario la construcción o apertura de un canal navegación para permitir el paso de grandes navíos y buques petroleros y una serie de puertos o terminales para la carga del crudo. Se estima que desde su apertura (1953) y hasta finales de los años 90 pasaron más de 50000 buques tanqueros por este canal (Rodríguez, 2000). El tráfico abarca también a buques mercantes y un gran número de embarcaciones menores de la industria pesquera nacional. Para 1996 usaron el canal 1307 buques tanqueros y 732 buques mercantes. Según Alió (2000), hasta 1988, existían más de 3500 embarcaciones menores pertenecientes a la flota pesquera artesanal. Toda esta navegación utiliza 88 puertos o terminales de los cuales 28 son de las industrias petrolera, petroquímica, minera (carbón) y cementera, (Rodríguez, 2000).

Estado actual

Una visión general de la CLM actualmente nos muestra un territorio que contiene regiones montañosas de los Andes (Sierra de Mérida y Perijá) planicies con grandes áreas de humedales (entre ellos el lago) y extensas ciénagas. La cubierta vegetal, que existía hace un siglo, se halla altamente degradada, tanto por su eliminación absoluta como por su fragmentación. La mayor parte de los bosques deciduos están extintos y los semicaducifolios en peligro de desaparecer. Las especies que componían estas comunidades han desaparecido o sus niveles poblacionales se hallan muy bajos.

La biota acuática es particularmente diversa y relativamente bien conocida, al menos en lo que respecta a los vertebrados acuáticos. Actualmente se conocen unas 177 especies de peces, incluyendo tanto las especies dulceacuícolas estrictas como las estuarinas (Lasso *et al.*, 2003). Esta cuenca, al menos en lo que a la ictiofauna se refiere, muestra el nivel de endemismo más elevado en el contexto nacional, con un total de 87 especies únicas (49 % del total para la CLM).

De estas especies de peces, al menos 135 (76 % del total para la CLM) presentan algún tipo de importancia comercial, tanto para su venta como alimento, como en el mercado ornamental o como para el consumo de subsistencia (Alió, 2000).

Es importante señalar, que de las 36 especies de peces incluidas bajo alguna categoría de amenaza (en Peligro y Vulnerables) en el Libro Rojo de la fauna de Venezuela (Lasso, 2008), 19 (53 %) son endémicas de la CLM con una distribución muy restringida, la mayoría de las veces, a solamente una subcuenca o inclusive a un pequeño sector o río afluente de la misma. No obstante, la información que se utilizó para esta categorización fue muy escasa u obsoleta (de hace 15 ó 30 años). Luego, las localidades y cursos de agua donde habitan esas especies han sido mucho más

intervenidos desde entonces y las condiciones ambientales han empeorado, con lo cual se cree que actualmente estas especies se encuentren en una categoría mayor de amenaza (En Peligro o en Peligro Crítico).

De este grupo de especies de la CLM incluidas en esta obra (Lasso, 2008), se desprende que las amenazas a la biota acuática (cursos de agua) y a ellas mismas las podemos dividir en cinco grupos según su grado de importancia o afectación: la degradación de los suelos (deforestación y erosión) producto de las malas prácticas agrícolas, donde adicionalmente el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes conllevan a la contaminación de las aguas incrementada por efluentes domésticos e industriales, además del vertido de petróleo en la subcuenca del río Catatumbo (Mojica *et al.*, 2002); la introducción de especies, tanto de origen exótico, como trasferido (Lasso-Alcalá *et al.*, 2001); la construcción de represas, diques, carreteras, dragados, saques de arena y agua de los afluentes del Lago de Maracaibo; y la sobrepesca que se ejerce sobre especies comerciales que han sido catalogadas como vulnerables.

Las laderas de las montañas se encuentran en proceso de erosión con la consiguiente pérdida de nutrientes y sedimentos que fluyen de forma torrencial hacia las partes más bajas modificando también la calidad del agua. Gracias a la inexistencia de vías de acceso consolidadas, las formaciones de bosques nublados, subpáramos y páramos de las altas montañas aún mantienen una alta biodiversidad y especies nuevas para la ciencia por describir.

Los procesos productivos en la cuenca del lago se centran en las explotaciones de petróleo con un aproximado de 10000 pozos productivos junto a las actividades colaterales y por otra parte la producción agropecuaria que constituye el mayor aporte a la alimentación de país. Ambas actividades se han convertido en pilares fundamentales de la economía no sólo regional sino también nacional.

Escénicamente la región aún conserva grandes atractivos tanto naturales como el lago y las ciénagas y el relámpago de Catatumbo, entre otras, además del puente sobre el Lago Maracaibo, que tienen un gran potencial ecoturístico.

El sacrificio de una parte sustancial de sus selvas tropicales, no ha ayudado a solventar los problemas de autosuficiencia alimentarla para la demanda de productos bovinos. En el caso de la carne, la región está registrando un descenso acelerado de sus excedentes exportables y un aumento de las importaciones. El saldo neto entre exportaciones e importaciones de carne se redujo de 495 000 a 385 000 toneladas, entre 1978 y 1985 (Romero y Sarmiento, 1996). En cuanto a la leche, la autosuficiencia promedio (en términos de demanda efectiva) es inferior al 90% para toda la región (MOPU- PNUMA, 1990 en Romero y Sarmiento, 1996).

Presiones

Los incendios de vegetación son una de las presiones que actúan sobre los ecosistemas a nivel global. En Venezuela cerca de 5 mil incendios forestales se registran anualmente por negligencia humana asociada a la sequía, según autoridades del Instituto Nacional de Parques. Particularmente en la cuenca del Lago de Maracaibo los resultados de un

estudio sobre la incidencia de los incendios de vegetación que abarcó los años 2002 al 2004, indican que una mayor cantidad de los fuegos se encuentra asociada a ecosistemas submontanos deciduos y semideciduos de fácil acceso a poblaciones humanas. Es importante resaltar y alertar que estos ecosistemas amenazados son la principal matriz de vegetación que rodea a los embalses y reservorios de agua de consumo humano de la cuenca del Lago de Maracaibo. Más aún, las áreas protegidas de categorías III, IV y V que protegen a estos ecosistemas, son ineficientes en la prevención de fuegos. Los Parques Nacionales en la región, por el contrario, sí registraron menos incendios, pero ello posiblemente sea debido a su particular ubicación y a la restricción de vías y uso de sus territorios. A pesar de ello, en un año particularmente seco como 2002, inclusive herbazales dentro de áreas cenagosas se vieron afectados por la quema de vegetación fuera de los límites de las reservas (Portillo *et al.*, 2006).

La extracción de petróleo constituye una de las mayores presiones debido a la extensión del área cubierta por sus actividades como por la intensidad de las mismas. La cuenca del Lago de Maracaibo posee la acumulación de petróleo más grande de América del Sur y una de las más grandes del mundo. Desde 1914 a 1995 se extrajeron 33 000 millones de barriles ($5.2 \times 10^9 \text{ m}^3$), la mayor parte provenientes del fondo del Lago. La industria de hidrocarburos comprende una variedad de actividades, incluyendo producción de crudo, industria petroquímica, procesamiento de gas y minas de carbón. Se estiman unos 10000 pozos activos con una red de tuberías de unos 40000 km, gran parte de ella en el fondo del Lago de Maracaibo (Rodríguez, 2000).

Asociado a la extracción minera y al desarrollo industrial y poblacional en general, a partir de 1957 el dragado del canal de navegación en la desembocadura del Lago en el Golfo de Venezuela, para permitir el paso de buques, profundizó hasta 13.6 m un tramo de 46.3 Km. Esto aunado a los cambios sedimentarios que siguieron ocasionó un mayor intercambio entre ambos sistemas, aumentándose la salinidad de 600-700 mg/litro en 1976 a 4000 mg/litro para 1999 (Rodríguez Altamiranda, 1999). Sin embargo, otros autores señalan que los cambios en los años recientes se deben en buena parte a la denudación de la cobertura vegetal y otras intervenciones humanas (Rodríguez, 2000).

La apertura de este canal trajo un gran tráfico de grandes embarcaciones que descargan agua de lastre en el lago con la consiguiente introducción de propágulos, huevos, larvas o hasta organismos más desarrollados (juveniles o adultos) de diferentes especies exóticas. Hasta la fecha, se han encontrado en el estuario del Lago de Maracaibo al menos cuatro especies exóticas que han llegado con seguridad en el agua de lastre de los buques o bien en incrustaciones en el casco de los mismos (Lasso-Alcalá *et al.* 2011) ya que Venezuela es el mayor importador de agua de lastre de la región.

El cambio en el uso de la tierra que se llevó a cabo en buena parte de la cuenca transformó la vegetación predominantemente boscosa en herbácea, la diversidad de formaciones leñosas a una uniformidad dada por los pastizales dedicados al engorde de ganado y producción lechera o al cultivo de rubros agrícolas como plátanos y palma aceitera, en grandes latifundios. Ecosistemas enteros con cientos de especies vegetales y animales se redujeron a comunidades de pocas especies y escasos servicios ambientales. Se estima que en los bosques del sur del Lago existían 357 especies arbóreas pertenecientes a 217 géneros (Rondón, 1991 en Romero y Monasterio, 1996). Los

monocultivos de pastos para alimentar al ganado, se basan en pocas especies de gramíneas forrajeras (*Echinochloa* spp., *Digitaria* spp., *Urochloa* spp.) (COPLANARH, 1975). En las laderas del piedemonte andino al sur de la cuenca (Estado Mérida), los bosques nublados se talan y queman para que apenas pocas familias produzcan bienes cosechando hortalizas. La alta productividad se mantiene por medio del uso masivo de plaguicidas, biocidas y fertilizantes. Las fuertes pendientes propician el arrastre del suelo.

En líneas generales la población en Venezuela migró de las áreas rurales hacia las áreas urbanas o hacia polos de desarrollo industrial y agropecuario, al fracasar las políticas gubernamentales tendientes a erradicar el latifundio tanto de tierras privadas como públicas con programas que se remontan a 1960-1968 (Reforma Agraria) (Martínez, 2006), y se replican hoy en día (e.g. Fundos Zamoranos). De esta forma el desarrollo de la industria petrolera y ganadera atrajo muchos campesinos a las áreas urbanas de la cuenca del Lago. Actualmente los desarrollos carboníferos están fungiendo como nuevos polos de atracción. Este incremento poblacional en sectores específicos de la región a menudo sobrepasa la capacidad de procesamiento de desechos de los centros urbanos en términos de los sistemas de recolección y disposición, por lo que se generan problemas de contaminación de las áreas suburbanas con materiales sólidos y acumulaciones de coliformes en ambientes acuáticos aledaños.

Impactos

Uno de los principales problemas ambientales del Lago de Maracaibo es la eutrofización causada por las descargas de aguas servidas (Fig. 2). Se vierten unos 10000 litros cada segundo de aguas negras en distintos sitios del lago (valores para 1999), sin contar las aguas generadas por actividades industriales. Se estima que en el año 2000 la ciudad de Maracaibo contaba con cerca de 2 millones de habitantes y la descomposición de esta materia orgánica necesita diariamente unas 122 toneladas de oxígeno, en detrimento de los demás procesos biológicos.

La industria petrolera es también causante de importantes impactos por causa de los continuos derrames de crudo. El primero de ellos que fue documentado ocurrió en 1922 y derramó al lago 115000 barriles diarios durante cuatro jornadas (Pittier, 1928 en Rodríguez, 2000). Actualmente y reseñadas en medios de prensa, a menudo pueden verse manchas de petróleo de tamaño variable que circulan en el Lago, con el consiguiente daño a los seres vivos, peces, moluscos y otros organismos, así como a las comunidades humanas por la mengua de las pesquerías, daño a las embarcaciones y artes de pesca y a los valores escénicos del ecosistema acuático.

Una consecuencia del desarrollo agrícola es la contaminación por biocidas usados en los cultivos. En todos los ríos de la cuenca del lago se han detectado plaguicidas organoclorados, siendo los ríos Catatumbo y Escalante en el sur de la cuenca los que aportan el 90% de ellos. En particular el Catatumbo, y su afluente el río Zulia, que atraviesa amplias áreas agrícolas también en la vecina Colombia (Rodríguez, 2000). Es común encontrar en la prensa nacional, reportajes sobre eventos de mortandades masivas de peces en los ríos Catatumbo, Escalante, y Motatán. Muchas de estas mortandades se deben, entre otros factores, al uso excesivo e indiscriminado de estos

químicos y su rápido lavado hacia el Lago. Adicionalmente, debido a la resistencia o la acumulación de estos biocidas en los sedimentos y sucesivamente bioacumulación en las redes tróficas, es común encontrar anomalías esqueléticas como escoliosis e hipertrofia de diferentes huesos en peces del estuario de la CLM.

Un ejemplo es la industria platanera fuertemente desarrollada en la cuenca, una fuente de ingresos y empleo en varios países de Latino América y extensamente desarrollada en la región. Para mantener las tasas de producción, se requieren cantidades considerables de fertilizantes. No conocemos las cantidades usadas en nuestro medio, sin embargo, en las plantaciones de América Central se aplican 30 g/ha/año de plaguicidas, 10 veces superior al nivel utilizado en los cultivos de los países desarrollados (Bovarnick *et al.*, 2010).

La alta tasa de nutrientes presentes en el Lago en el 2004 provenientes de las actividades agropecuarias y que alcanzan por escurrimiento las aguas del lago, produjeron una explosión de *Lemna obscura* (Lemnaceae) que cubrió cerca del 15 % de la superficie (Klein *et al.*, 2005). Varios factores se conjugaron para el desarrollo explosivo de la planta acuática, entre los cuales citamos su presencia previa en la cuenca, la eutrofización del cuerpo de agua, y condiciones hidrometeorológicas particulares (González, 2011). A pesar de que se implementan estrategias de recolección de esta especie, extensas poblaciones permanecen proliferando recurrentemente (Figura 2).

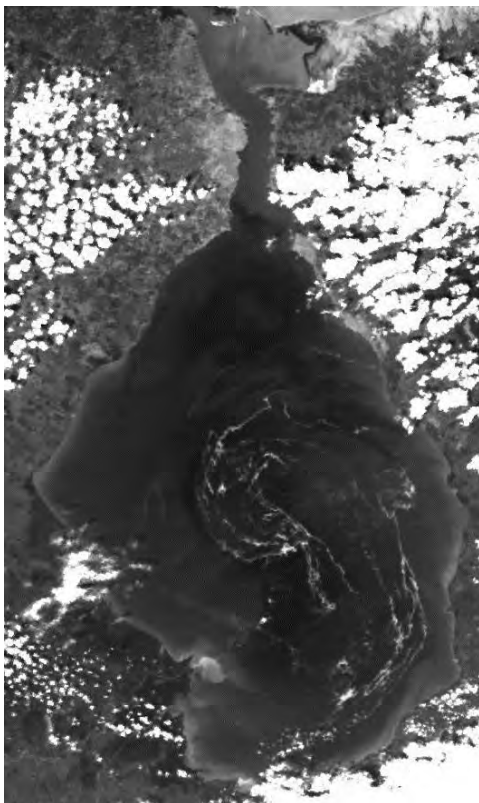


Figura 2. El lago de Maracaibo, en el que son visibles las plumas de sedimentos acarreados por los ríos Escalante y Catatumbo, en la parte inferior izquierda de la imagen, y las extensas áreas cubiertas por la macrofita *Lemna obscura* formando semicírculos en el cuerpo del lago. Imagen tomada por el satélite MODIS en enero de 2008.

En el Estado Zulia, la disposición final de los desechos sólidos es uno de los problemas ambientales más críticos, dada la cantidad de vertederos que operan sin criterios técnicos sanitarios y ambientales, y la lenta transformación de los mismos en rellenos sanitarios. A pesar de que por muchos años el énfasis ha estado en promover y regular este proceso, solamente 2 de las 21 municipalidades del estado utilizan rellenos sanitarios que funcionan de forma controlada, el resto lo hace en vertederos o botaderos a cielo abierto, dando lugar a una amplia gama de problemas sanitarios que se traducen en el incremento y

prevalencia de enfermedades y plagas.

La transformación de la cubierta vegetal de la región ha sido especialmente impactante. En los primeros mapas ecológicos de Venezuela la región del Lago de Maracaibo

(Pittier, 1920; Hueck, 1960) se representaba totalmente cubierta por vegetación leñosa y herbácea. Las formaciones vegetales dominantes incluían bosques deciduos, semideciduos y siempreverdes en la porción sur y hacia el piedemonte de la Sierra de Perijá, alternadas con ciénagas en la desembocadura de los grandes cursos de agua. Más al norte y de acuerdo con la creciente aridez de la zona aparecía una vegetación más baja y seca de arbustales. Apenas tres décadas más tarde, el mapa de vegetación de Huber y Alarcón (1988) señalaba una situación totalmente diferente donde predominaban áreas intervenidas con la salvedad de los piedemontes y las ciénagas.

En un estudio que evalúa los cambios del tipo de coberturas vegetales al norte del Lago entre los años 1986 y 2001, Tachack-García *et al.* (2010) determinaron entre otras, pérdidas del 20 % en los bosques siempreverdes, del 73 % en los semideciduos por lo que estas formaciones se ubican como Vulnerables y en Peligro Crítico respectivamente, para su total eliminación en el término de 50 años. Los bosques ribereños, por otra parte, si bien califican como en Preocupación Menor para el norte de la cuenca, ya han sido totalmente eliminados o en Peligro Crítico de muchos municipios.

Estos autores también apuntan que entre los principales factores de degradación se encuentran el crecimiento urbano, expansión de la actividad agrícola (palma aceitera (*Elaeis guienensis*), malanga y plátano (*Musa spp.*), y áreas taladas y quemadas en 1350 km². Más preocupante es el incremento en casi 1000 Km² de áreas quemadas dentro del Parque Nacional Ciénagas de Juan Manuel.

En otro estudio relevante (Portillo, 2004) se evaluaron las pérdidas de bosque primario de la subcuenca baja del río Limón (ríos Socuy, Guasare y Cachiri) en el sector noroccidental del Estado Zulia entre los años 1986 y 2001. Estos ríos donde se encuentran dos importantes embalses: Tulé y Manuelote con una capacidad de almacenamiento de 217800 y 211050 millones de litros, respectivamente, actúan como reserva hídrica de la región y la ciudad de Maracaibo. En un período de 15 años la conversión anual del bosque primario fue entre 505 y 854 ha/año. Si esta tendencia continua, se calcula que aproximadamente 12 815 ha desaparecerán en los próximos 15 años y el resto desaparecerá completamente en otros 15 años. Esta estimación proyecta la extinción de los bosques primarios de esta zona para antes del año 2031. Una vez construidos los embalses en la década de los setenta, las primeras vías de acceso permitieron la deforestación de bosques primarios para el asentamiento de poblaciones y parcelas de producción agropecuaria.

El establecimiento de colonos observado en el período 1986-2001, después del establecimiento de las minas de carbón, en el sector es considerablemente mayor, y en vista de los planes de desarrollo que se proyectan para la región, la persistencia de las invasiones humanas será igual o más elevada si no se evita o regula su acceso (Portillo, 2004; Portillo y Pietrángeli, 2004). Hernández-Montilla y Portillo (2010) reportan igualmente pérdidas del 35 % de los bosques en las cuencas altas de tres importantes microcuencas en la Sierra de Perijá, una región de suma importancia pues aún conserva vegetación prístina y donde se han descrito recientemente nuevas especies de reptiles y anfibios (Rojas- Runiack, *com. pers.*)

Por su ubicación al norte de la Serranía de Mérida y al oeste de la Serranía de Perijá, la CLM recibe la escorrentía producida por intensas precipitaciones, que debido a la denudación de los terrenos de su cubierta boscosa, se transforman en vías torrentosas con fuerte capacidad destructiva. En efecto, entre los eventos naturales que afectaron la región Caribe de los estados Falcón, Nueva Esparta y de la CLM entre los años 1970 y 2007 se destacan las inundaciones, seguidas por los incendios (Aranguren, 2008).

El arco andino-costero, además de ser la porción del territorio nacional con mayor cantidad de población (ya que para el 2001 concentraban más del 60% del total de la población), es la que presenta la mayoría de los escenarios de amenaza del país. Esto significa que la mayor parte de la población y de la infraestructura productiva y de servicios se ubica, precisamente, en la zona definida con alto potencial de amenaza, no sólo de origen hídrico sino también de otros tipos (Figuera, 2010).

Estos eventos causantes de pérdidas en vidas humanas, infraestructuras públicas como puentes, carreteras u hospitales, o privadas como casas y otras propiedades se atribuyen a causas hidrometeorológicas. Sin embargo, no cabe duda de que la deforestación de las pendientes y la quema indiscriminada de vegetación que afectan a las estas regiones y en particular a la cuenca del Lago, propician crecidas inusuales de los ríos a la vez que deslizamientos y aludes.

Como resumen de estos impactos en la Tabla 1 se muestra la valorización realizada por un taller de expertos (y modificada en este trabajo) del grado de afectación que tienen las actividades en la región de la CLM.

Tabla 1. Grado de afectación ambiental en las principales actividades en la cuenca (Modificado de Rodríguez Altamiranda, 1999).

| Actividades | Grado de afectación |
|--|--|
| Demanda de agua doméstica, industrial, agrícola | Fuerte |
| Actividades petroleras y mineras | Fuerte (petróleo, carbón, caliza) |
| Agricultura y/o ganadería | Fuerte (occidente y sur del Lago) |
| Producción de energía | Fuerte |
| Modificación de cursos y cuerpos de agua | Fuerte (embalses, dragados y canalizaciones, diques, canales, lagunas y cajones) |
| Expansión de poligonales urbanas | Fuerte |
| Contaminación de suelos, agua, aire | Fuerte (petróleo, petroquímica, desechos urbanos, agroquímicos e industriales) |
| Embalses | Fuerte |
| Fragmentación de hábitats | Fuerte (Bosques, herbazales naturales) |
| Explotación de recursos naturales | Fuerte (sobrepesca, madera, cacería) |
| Turismo y recreación | Bajo |
| Disminución de cobertura de vegetación | Fuerte |
| Introducción de especies exóticas y transferidas | Fuerte |
| Erosión-sedimentación | Fuerte |
| Subsidencia (por extracción de petróleo) | Fuerte |
| Salinización de acuíferos | Medio |
| Actividades guerrilleras | Fuerte |

Respuestas

Las acciones que se plantean a continuación son algunas de las respuestas que deberían ponerse en práctica para contrarrestar los impactos generados por las presiones ambientales sobre los ecosistemas de la CLM. Dichas propuestas están incluidas en el X Plan de Desarrollo del Estado Zulia 2008-2012:

- Construcción de 2 Plantas de reciclaje de desechos sólidos en los municipios Maracaibo y Lagunillas.
- Implementación de planes de gestión integral de residuos y desechos sólidos en 6 municipios.
- Implementación del sistema ecológico modular de tratamiento de aguas para núcleos familiares y escuelas para beneficiar 37.120 Hab.
- Proyecto de creación del Observatorio del Paisaje Zuliano y Diagnóstico del Paisaje.
- Jornadas conservación de humedales costeros del Lago de Maracaibo.
- Ejecución de 150 jornadas de vigilancia y control para el uso de biocidas en ecosistemas, plantaciones y cultivos destinados al consumo animal y humano.
- Elaboración y actualización constante de sistemas de información geográficos (SIG) como herramientas para monitorear y mantener una vigilancia constante de las afectaciones a los ecosistemas, a los recursos hídricos, a las fronteras agropecuarias etc., de forma de aplicar planes de contención y corrección a tiempo (*e.g.* Tachack-García *et al.*, 2010).
- Formación de 60 brigadas ambientales escolares, 36 comunitarias y 12 en asentamientos indígenas
- Ejecución de 300 talleres de educación ambiental a nivel escolar, 300 a nivel comunitario y 60 jornadas socio-ambientales, para saneamiento ambiental en municipios varios.
- Construcción de plantas de energía eólica en zonas rurales del Estado.
- Instalación de granjas solares en centros rurales del Zulia.

Este programa de acción para el presente quinquenio, sin duda es muy similar a los presentados (los cuales no se sabe si han sido implementados) por los gobiernos regionales y otros desde el gobierno central, desde hace muchas décadas. Aún en 1979 se había detectado la eutrofización en algunos sectores del lago y se habían propuesto medidas para su control (Parra-Pardi, 1979), sin embargo, considerando el estado presente de la CLM, la implementación de dichos planes es dudosa, ya que la problemática continúa y se ha intensificado.

Sumando las propuestas desarrolladas en el Plan de Desarrollo del Estado de Zulia proponemos las siguientes acciones:

- Implementar programas de ecoturismo rural comunitario como medidas para proteger los parques nacionales, áreas protegidas y conservadas, evitando su degradación por actividades como las malas prácticas agrícolas.
- Implementar planes de reforestación en las cabeceras de las subcuencas y bosque ribereño y/o de galería.
- Implementar programas de uso racional de agua para el riego del pasto por parte de los ganaderos y hacendados de la región, regulando el número de bombas por hacienda en función de la longitud del río que pasa por la propiedad.

- Realizar monitoreo de calidad de agua para detectar la presencia de contaminantes en el medio acuático.
- Establecer planes de manejo y control para las especies introducidas.
- Realizar estudios sobre el estado de la población de las diferentes especies animales y vegetales explotadas en la cuenca o bajo alguna categoría de amenaza, con el objeto de establecer programas de manejo y conservación.

A manera de síntesis, la CLM ha sufrido una serie importante de cambios ambientales dirigidos por las presiones inherentes del desarrollo, en detrimento de los enormes recursos biológicos existentes en ella. Los cambios se generaron de forma paulatina conforme tuvo lugar el desarrollo y uso de los recursos. La situación ambiental actual es crítica en muchos sentidos, por lo que entendemos que la premisa sobre la que se debe trabajar a futuro debe detener el deterioro y aplicar posteriormente medidas de consolidación de los ambientes terrestres y acuáticos. Asimismo, los niveles de biodiversidad y conservación existentes actualmente deben ser mantenidos, ya que no es posible reconstituir los ecosistemas extintos o fuertemente fraccionados o la calidad del agua del lago a su condición de pre desarrollo, así como los servicios ambientales que éstos proveían.

El análisis expuesto en este trabajo abarca una extensa región, sin embargo, contiene innumerables áreas más pequeñas no alteradas o con pocas perturbaciones donde la recuperación de los ecosistemas puede ser factible y puedan desarrollarse planes específicos. Deben usarse sistemas de manejo ambientalmente sustentables que garanticen la conservación de servicios ecosistémicos, a la vez que rendimientos aceptables en términos económicos. Para que esto ocurra es probable que se deban modificar las políticas gubernamentales de manejo de los recursos y los ecosistemas (Bovarnick *et al.*, 2010).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. José A. Monente (Fundación La Salle de Ciencias Naturales) por la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

Alió, J, 2000. Los recursos vivos del sistema de Maracaibo Pp.: 151 - 173. *En*: El sistema de Maracaibo. Biología y Ambiente. (G. Rodríguez, Ed.). Segunda Edición. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas.

Aranguren, MA, 2008. VENEZUELA Informe de análisis base de datos de pérdidas por desastres. Creación, actualización y/o homogeneización de inventarios de desastres por eventos históricos y cotidianos a nivel de la Subregión Andina. Corporación OSSO. Cali: Colombia.

Bovarnick, A; F Alpizar; C Schnell (Eds), 2010. The Importance of Biodiversity and Ecosystems in Economic Growth and Equity in Latin America and the Caribbean: An economic valuation of ecosystems, United Nations Development Program.

COPLANARH 1972. Potencial de Polución. Caracas. 117 pp.

COPLANARH 1975. Atlas Inventario Nacional de Tierras. Región del lago de Maracaibo. Ministerio de Agricultura y Cría. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas.

- Figuera, DT, 2010. Confrontando la vulnerabilidad e indefensión social a las amenazas hídricas en Venezuela. www.iea.usp.br/waterlat/trabalhos/CONFRONTANDO.pdf. Consultado 14-09-2011
- GONZÁLEZ, REJ, 2011. *Lemna* en el Lago de Maracaibo (Venezuela). www.rele.fcien.edu.uy/pdf/Lemna_en_el_Lago_de_Maracaibo.pdf. Consultado 15-09.
- Gracia, A; J Medellín-Mora; D Gil-Agudelo y V Puentes, 2009. Guía de las especies introducidas marino-costeras de Colombia. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 15 y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 128 pp.
- Hernández-Montilla, M y C. Portillo-Quintero, 2010. Conversión de los bosques del norte de la Sierra de Perijá, Estado Zulia. PP.: 257-262. En JP Rodríguez, F Rojas-Suarez y D Giraldo Hernández (eds.). Libro Rojo de los Ecosistemas de Venezuela. Provita, Shell de Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.
- Huber, O y C Alarcón, 1988. Mapa de la vegetación de Venezuela. 1:2.000.000. MARNR-BIOMA-Nature Conservancy. Todtmann, Caracas.
- Hueck, K, 1960. Mapa de la Vegetación de la República de Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación: Mérida, Venezuela.
- INE. 2002. Anuario Estadístico de Venezuela Año 2002. Instituto Nacional de Estadística. Caracas, Venezuela.
- Klein, E; F Troncone; I Chollet; C Castillo; E Ochoa; R Márquez y Z Rivas, 2005. Dinámica temporal de la invasión de *Lemna obscura* en el Lago de Maracaibo: Un análisis mediante sensores remotos. VI Congreso venezolano de Ecología. Programa y libro de resúmenes. Maracaibo.
- Lasso C; D Lew; D Taphorn; C DoNascimento; O Lasso-Alcalá; F Provenzano y A Machado-Allison., 2003. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 159-160: 105 - 195.
- Lasso, C (ed), 2008. Peces. Pp: 226-263. En: J. P. Rodríguez y F. Rojas Suárez (Eds.). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. Tercera Edición. Provita y Shell de Venezuela, S. A., Caracas, Venezuela. 364 pp.
- Lasso-Alcalá, O; C Lasso y J Meri, 2001. Introducción de peces en aguas continentales de Venezuela: una propuesta para su clasificación y evaluación preliminar. Actas IV Congreso Venezolano de Ecología, Mérida, Venezuela: 99. (Resumen).
- Lasso-Alcalá, O; J Nunes; C Lasso; J Posada; N Piorski; R Robertson; J Van Tassell; T Guiarriazo; y G Gondolo, 2011. Invasion of the Indo-Pacific blenny *Omobranchus punctatus* (Perciformes, Blenniidae) on the Atlantic Coast of Central and South America. *Neotropical Ichthyology*: 9 (3): 571 – 578.
- Mago F, 1970. Lista de los peces de Venezuela, incluyendo un estudio preliminar sobre la ictiogeografía del país. Ministerio de Agricultura y Cría, Oficina Nacional de Pesca, Caracas. 283 pp.
- MARN. 1984. Sistemas ambientales Venezolanos. Caracas. 246 pp.
- Martínez, QLW, 2006. El espacio rural venezolano. *Agraria*, N° 4, pp. 69-97.
- Mojica, J; C Castellanos; S Usma y R Álvarez, (Eds.) 2002. Libro Rojo de los peces dulceacuícolas de Colombia, Serie Libro Rojo de las especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Ambiente. 287 pp.
- Parra-Pardi, G, 1979. Estudio integral sobre la contaminación del Lago de Maracaibo y sus afluentes. Parte II: Evaluación del proceso de eutrofización. Ministerio del

Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Dirección de Investigación del Ambiente. Caracas.

PDVSA, 1993. Imagen Atlas de Venezuela. Una visión espacial. Petróleos de Venezuela. Edit. Arte. Caracas. 271 pp.

Pittier, H, 1920. Mapa Ecológico de Venezuela. Caracas.

Portillo Quintero, C; GA Sánchez Azofeita y SJ Wright, 2006. La amenaza del fuego en los ecosistemas terrestres y áreas protegidas de la cuenca del Lago de Maracaibo: Análisis de datos del satélite MODIS para los años 2002, 2003 y 2004. I Congreso Internacional de la Cuenca del Lago de Maracaibo. 30 de julio a 4 de agosto, Maracaibo, Venezuela. ICLAM. Pp. 70.

Portillo, Q, 2004. Cuantificación del riesgo de extinción de los hábitats terrestres de la zona protectora de la cuenca baja de los ríos Socuy, Guasare y Cachirí. Trabajo especial de grado para optar al título de licenciado en biología. República Bolivariana de Venezuela. La Universidad del Zulia Facultad Experimental de Ciencias. División de Estudios Básicos Sectoriales. Departamento de Biología

Portillo, Q y M Pietrángeli, 2004. Estado de los bosques del Estado Zulia. http://www.soberania.org/Articulos/articulo_1420.htm. Descargado el 13/09/2011

PROVITA 2009. Evaluación del riesgo de extinción de los ambientes terrestres venezolanos: Región Zulia. Informe técnico de actividades 01/01/08 – 31/12/08. Caracas.

Rodriguez Altamiranda, R (Comp.),1999. Conservación de Humedales de Venezuela: Inventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comité Venezolano de la IUCN. Caracas, Venezuela. 110 pp.

Rodríguez, G, 2000. El manejo de los recursos naturales del Sistema de Maracaibo. En: El Sistema del Lago de Maracaibo Biología y Ambiente. Pp. 91-110. 2da Edición.

Romero, L y M Monasterios, 1996. Los costos ecológicos y socioeconómicos del auto abastecimiento lechero. El caso del sur del lago de Maracaibo. Agroalimentaria 3.

Tachack-García, MI, F Carrasquel y S Zambrano-Martínez, 2010. Estado de amenaza de los ecosistemas al norte y sur del Lago de Maracaibo, Estado Zulia. PP.: 250-256, En: J. Rodríguez P; F Rojas-Suarez y D Giraldo Hernández (eds.). Libro Rojo de los Ecosistemas de Venezuela. Provita, Shell de Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas: Venezuela.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources). 2000. IUCN Red List of Threatened Species. IUCN, Gland, Switzerland. <http://www.redlist.org/>

Mittermeier, RA; C Goettsch Mittermeier y P Robles Gil, 2004. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. Monterrey, Mexico: CEMEX.

X Plan de Desarrollo del Estado Zulia 2008-2012. www.slideshare.net/necticobd/x-plan-de-desarrollo-del-estado-zulia-2008-2012. Consultado 20-09-2011

PRINCIPALES PROBLEMAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DEL HUMEDAL ZAPATA IDENTIFICADOS POR LOS INDICADORES DE FMPEIR.

Main problems of water resources of Zapata wetland identified by the DPSIR indicators.

Katia del Rosario Rodríguez¹ y Viera Petrova Nicolaevna²

¹Centro Meteorológico de Matanzas. CITMA.
Milanés 27, Ciudad Matanzas. Cuba.
katia.rosario@mtz.insmet.cu .

²Unidad de Medio Ambiente. CITMA.
Milanés 119, Ciudad Matanzas. Cuba

RESUMEN

El manejo de recursos hídricos es uno de los principales factores para orientar nuevos rumbos hacia escenarios sustentables. En Cuba los problemas de la protección del ambiente y de los recursos naturales reciben una permanente atención, sustentado por la ley del Medio Ambiente, el Decreto-Ley de las Aguas Interiores y la Ley Forestal.

El "Programa Integral del Humedal Ciénaga de Zapata" prevé la línea base y la plataforma conceptual para implementar un programa de monitoreo a largo plazo, incluyendo aspectos hidrológicos, biológicos, y socioeconómicos. Sin embargo, las redes de monitoreo de calidad de agua para abasto y de los pozos de observaciones existentes, así como los aforos esporádicos para las corrientes superficiales no cubren toda el área, y no están diseñadas para realizar un análisis integral de los problemas del ecosistema por no estar concebidas como un sistema de monitoreo.

Con la aplicación de la metodología para el diseño de un programa de monitoreo explicadas en las Guías de Monitoreo y Evaluación de la UN/ECE y la utilización de los indicadores de la cadena FMPEIR expuestos en el manual GEO PNUMA, se identificaron los principales problemas de los recursos hídricos en este extenso humedal y se determinaron los tipos de monitoreo que deben realizarse en el área.

Palabras claves: recursos hídricos, monitoreo, problemas, indicadores FMPEIR

ABSTRACT

The management of water resources is one of the main factors to guide new directions towards sustainable scenarios. In our country the problems of environmental protection and natural resources are an ongoing concern and supported by the Environmental Law, Decree-Law of Water Affairs and Forestry Law.

The "Integral Program of Ciénaga de Zapata Wetland" provides the baseline and conceptual platform to implement a long-term monitoring, including hydrological, biological, and socio-economic backgrounds. However, quality monitoring networks for water supply wells and existing piezometers, as well as occasional flood surveys do not cover the entire area, and they are not designed to perform a comprehensive analysis of

ecosystem problems because they are not be designed as a monitoring system. The main problems of water resources in this vast wetland were identified, as well as the types of monitoring to be implemented in the area, with the application of the methodology for designing a monitoring program explained in the Guidelines for Monitoring and Assessment of UN / ECE and the DPSIR indicators outlined in the UNEP GEO manual.

Key words: water resources, monitoring, problems, DPSIR indicators

INTRODUCCIÓN

El concepto actual del Manejo de Recursos Hídricos prevé un manejo integral tomando como base la cuenca hidrográfica, con el fin de garantizar una relación estrecha entre el desarrollo socioeconómico y la preservación de los ecosistemas naturales, siempre respaldado por la legislación de cada país.

El macizo cenagoso Ciénaga de Zapata se extiende en el sur de la provincia de Matanzas (Figura 1). El área total del territorio cenagoso es de 3143 km², o sea, 70 % del área total de la península de Zapata (Área total = 4397 km², de ella la turba ocupa 1702 km²).

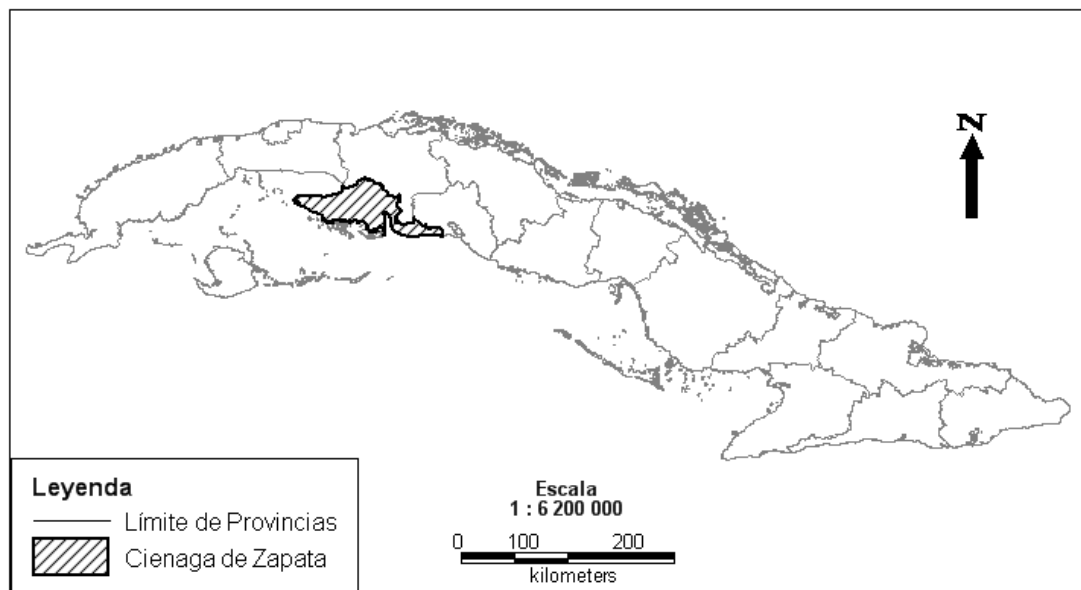


Fig. 1. Esquema de ubicación de la Ciénaga de Zapata.

Por las condiciones geológicas e hidrogeológicas el macizo cenagoso se divide en tres tramos: Occidental, Oriental y Ciénaga Cienfuegos (ERP, 1989; Chong Li, et al., 1991; Lorenzo, 1996, 1998).

El más grande de los macizos es el Occidental, pero al macizo Oriental (576 Km²) pertenece a una de las áreas más grandes de las cuencas tributarias (NEDECO, 1959; Olenin, 1985).

El área total, incluyendo la parte cenagosa es de 9029 km², de ellos 4397 Km² del área de la Península de Zapata y 4632 km² a las cuencas tributarias de la Vertiente sur, donde

se forman los recursos hídricos de la Ciénaga (Coscolluela, 1917; Bueno y Petrova, 1984).

La Ciénaga Oriental de Zapata limita al oeste con la falla tectónica, ubicada al oeste de la carretera Playa Larga y en el este con la carretera Covadonga – San Blás y en la Occidental desde la falla tectónica hasta la Ensenada de La Broa (Lorenzo, 1998).

El límite norte establecido del área para evaluación y diseño de la red del monitoreo hídrico pasa por el límite de impermeable hasta la altura de los poblados Bolondrón y Agramante y luego baja por la carretera Circuito sur hasta el Poblado Calimete, el límite sur coincide con la línea de costa sur dentro de la división político administrativa de las provincias de Matanzas y Cienfuegos (Del Rosario y Díaz, 1990).

El manejo de los recursos hídricos en el humedal Zapata conlleva a la necesidad de contar con un conocimiento de su distribución espacio temporal, el cual puede ser logrado a partir del monitoreo del agua, bajo una normalización de las variables y parámetros, en los marcos continental y costero, para asegurar la calidad de los resultados y la comparación de la información obtenida entre los diferentes organismos nacionales, regionales y locales, que participan en el control y evaluación de los recursos hídricos.

El “Programa Integral del Humedal Ciénaga de Zapata” (Petrova, 2002; 2009) propone la línea base y la plataforma conceptual para implementar un programa de monitoreo a largo plazo, incluyendo aspectos hidrológicos, biológicos, y socio-económicos. Sin embargo, las redes de monitoreo de la calidad y cantidad de las aguas superficiales y subterráneas no satisfacen los requerimientos de este programa, debido a que no cubren toda el área, y no están diseñadas para realizar un análisis integral de los problemas del ecosistema por no estar concebidas como un sistema de monitoreo.

El diseño del Sistema de Monitoreo del humedal Ciénaga de Zapata requiere la evaluación del estado del ecosistema desde el punto de vista hidrológico, hidrogeológico, fisicoquímico, químico, biológico y microbiológico, identificando los problemas que afectan las funciones y usos del mismo, así como su impacto por cambios antrópicos y climáticos. Esto se logra mediante la revisión y análisis de la información existente, lo cual define las regiones más problemáticas y el análisis de la funcionalidad de la estructura para la realización del monitoreo, el diseño y estado de la red existente.

MÉTODOS

La identificación de los problemas asociados a los recursos hídricos se realiza de acuerdo al concepto de diseño del Sistema de Monitoreo, concebido como un ciclo en las Guías de Monitoreo y Evaluación (UN/ECE 2000, 2001). Tal como se muestra en la Figura 2, el proceso de monitoreo y valoración debe considerarse como la cadena de actividades interrelacionadas, desde la determinación de las necesidades de información de los usuarios e interesados, hasta la utilización de la misma.



Figura. 2. El ciclo de monitoreo.

Fuente: Directrices sobre seguimiento y evaluación de ríos transfronterizos. CEPE / ONU del Grupo de Trabajo sobre Monitoreo y Evaluación

Los principales elementos dentro del Manejo de Recursos Hídricos constituyen la identificación de las funciones y tipos de uso de las aguas, problemas y amenazas,

así como los factores que inciden en un objetivo hídrico en concreto y las medidas para solución de los problemas.

El monitoreo debe incluir estas respuestas, además, responder cómo la información obtenida se utilizara en la toma de decisiones. Las medidas propuestas deben incluir el estudio de los problemas y amenazas, análisis de los riesgos, mitigación, realización de los programas de monitoreo, soluciones del tratamiento de las aguas residuales y sobreexplotación.

Dentro del Manejo Integral del humedal Ciénaga de Zapata se propone tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Una visión conjunta de las aguas superficiales y subterráneas y sus interacciones con el ecosistema propiamente dicho
- Uso de las aguas
- Las funciones ecológicas de los recursos hídricos
- La incidencia de los cambios antrópicos en la calidad y cantidad de recursos hídricos y en las funciones del ecosistema
- Los objetivos que permiten dictar las propuestas de soluciones, mitigaciones o limitaciones del uso en caso concreto.

Para la identificación de los problemas, se debe conocer previamente los intereses de los usuarios y el proceso de toma de decisiones.

Para la solución de una cuestión concreta dentro del manejo de recursos hídricos es necesario tener la información sobre el problema y las medidas a tomar. Esto se obtiene con la utilización de la cadena de indicadores FMPEIR (Figura 3), descrita en las Guías de Monitoreo y Evaluación (UN/ECE 2000; 2001) y en la Guía para Monitoreo y Seguimiento de Agua (IDEAM, 2004).

Las Fuerzas Motrices describen la actividad del hombre, la cual produce la fuente del problema o peligro. Las Presiones indican el estrés, que origina cualquier problema sobre la función/ usos de los recursos hídricos. Los factores de Estado se describen desde el punto de vista de las características hidrológicas y ecológicas. El Impacto

caracteriza la pérdida de las funciones/ usos. Las Respuestas caracterizan las acciones necesarias para la solución de los problemas.



Figura. 3. Cadena de los indicadores FMPEIR
Fuente: Manual GEO PNUMA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la información existente

Las redes de observación hidrológicas en el humedal Ciénaga de Zapata poseen registros desde 1923, aunque la mayor parte de los mismos data de 1964 en adelante por lo que se pueden determinar record históricos (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la red hidrológica

| Número de la zona | Puntos Existentes | Red Activa | | Año de inicio | Prom. de años de observación |
|-------------------|-------------------|------------|--------------|---------------|------------------------------|
| | | Total | Pluviógrafos | | |
| 2 | 22 | 18 | 2 | 1923 | 50 |
| 3 | 1 | - | - | 1962 | 32 |
| 5 | 3 | 3 | - | 1938 | 56 |
| 6 | 39 | 23 | 2 | 1930 | 48 |

Dentro de la Red Hidrológica existe la Red Pluviográfica compuesta por 4 equipos, los cuales actualmente están funcionando, pero en ocasiones se interrumpen, debido a su obsolescencia. En el área de estudio la red hidrológica está poco representada en la región sur, la mayor dificultad en estos casos es por la falta de pobladores que puedan realizar la observación sistemática. En la región existía un total de 15 puntos que fueron eliminados de la red por los problemas que anteriormente se señalan.

Estado del monitoreo de la red hidrogeológica

En total la red hidrogeológica en el área está formada por 72 puntos, 33 son pozos y 35 calas (Tabla 2.). Hay 5 puntos inactivos. En cuanto a la frecuencia de muestreo, 35 puntos son de frecuencia mensual y 37 de frecuencia semestral, no existe ningún pozo con equipo registrador de niveles. Además, se le hacen anualmente sondeo químico vertical a un total de 33 puntos (Tabla 3).

Tabla 2. Distribución de la red hidrogeológica

| Número de la zona | Puntos Existentes | Red Activa | | | Año de inicio | Promedio de años con observación |
|-------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------|---------------|----------------------------------|
| | | Total | Pozos con equipos | Pozos abiertos | | |
| 2 | 33 | 29 | - | 29 | 1968 | 22 |
| 6 | 39 | 38 | - | 38 | 1967 | 23 |

Tabla 3. Distribución de la red de Batometría (muestreo vertical de las aguas subterráneas)

| Número de la zona | Puntos Existentes | Red Activa | Año de inicio | Promedio de años de observación |
|-------------------|-------------------|------------|---------------|---------------------------------|
| | | Total | | |
| 2 | 15 | 123 | 1976 | 15 |
| 6 | 18 | 15 | 1975 | 20 |

La red de calidad está bien distribuida en toda el área de estudio (Tabla 4). El muestreo se realiza de acuerdo a un plan diseñado anualmente de acuerdo a la importancia de la fuente. Si bien, la red de pozos de observación está distribuida por toda el área, también se podría realizar un diseño más balanceado, similar a la red hidrológica al sur de la región.

Tabla 4. Distribución de la red de calidad

| Número de la zona | Puntos Existentes | Red Activa | Año de inicio | Promedio de años de observación |
|-------------------|-------------------|------------|---------------|---------------------------------|
| | | Total | | |
| 2 | 17 | 17 | 1980 | 25 |
| 6 | 67 | 67 | 1980 | 25 |

Evaluación de la información necesaria

La información disponible es insuficiente para atender las demandas de información que necesitan los tomadores de decisión a nivel municipal, provincial y nacional. Los problemas más frecuentes asociados a esta problemática en la Ciénaga de Zapata son:

- La existencia parcial de datos y su distribución heterogénea en el territorio nacional, con un bajo nivel de actualización.
- Documentación incompleta de los datos disponibles y con especificaciones técnicas diferentes, muchas veces no comparables.
- Dificultades para que los usuarios conozcan oportunamente los datos disponibles, accedan a ellos, los integren y los usen.
- Producción autónoma de los datos a cargo de cada entidad sin consideración de las prioridades comunes y con análisis parcial de los requerimientos de los clientes.
- Duplicación de los proyectos para la obtención, actualización y digitalización de información hidrológica.

Evaluación de las investigaciones realizadas

En el proceso de monitoreo y evaluación de los recursos, los aspectos hidrológicos e hidrogeológicos se presentan en forma de modelos conceptuales o esquemas.

Para la determinación de las características de las aguas superficiales y subterráneas se realiza, además del análisis de las redes de monitoreo existentes, la información sobre el régimen de formación del escurrimiento superficial, las condiciones geológicas e hidrogeológicas de los acuíferos, el conocimiento sobre la dinámica, las variaciones de los niveles, la direcciones del flujo, los cambios antrópicos y su influencia, los conocimientos sobre la calidad de las aguas, según los resultados de las investigaciones realizados durante mas de 40 años.

Desde comienzos del siglo XX la Ciénaga de Zapata atraía la atención de los investigadores y los hombres de negocios para la explotación de sus recursos, entre ellos se pueden mencionar a: Cosculluela, Bardó, Klapp, Compañías “Agricultura de Zapata”, “The Zapata doble Company”, “Zapata Land y K^o”. Todos ellos proponían la desecación de la ciénaga para el cultivo de caña de azúcar o arroz.

La etapa más importante en las investigaciones de la Ciénaga de Zapata corresponde a la firma Netherlands Engineering Consultans, la cual realizó 21 marcha-rutas con una longitud total de 160 km y 703 puntos de sondeo, desde mayo hasta octubre de 1959 (NEDECO, 1959).

Posteriormente, en los años 1961 – 1963 en la Ciénaga trabajaron los grupos de los especialistas soviéticos en la dirección de estudios de reservas de turba desde el punto de vista energético y para la elaboración de fertilizantes.

En los últimos años la EIPI de Matanzas cuenta además con los estudios hidrológicos e hidrogeológicos de la Vertiente sur, adyacente a la Ciénaga, sondeos, aforos esporádicos de los ríos Hanábana y Hatiguanico, algunos sondeos en la Península de Zapata y en la propia Ciénaga, algunos proyectos de obras hidráulicas en diferentes etapas de proyección de la Ciénaga.

Identificación de los problemas

El análisis de la información existente facilitó la identificación de las funciones/ usos del humedal Ciénaga de Zapata, los problemas y la propuesta de medidas para solución de los mismos (Tabla 5). El objetivo de la red de monitoreo del humedal Ciénaga de Zapata, es suministrar las estadísticas oficiales que sean estratégicas, coherentes, pertinentes, oportunas y accesibles, sobre cantidad y calidad del recurso agua, sobre su dinámica con el medio ambiente y el espacio territorial, y propender hacia la consolidación de los sistemas de información oficiales y su coordinación técnica.

Tabla 5. Identificación de problemas para diferentes usos y funciones.

| Problemas | Usos | | | | | | | Funciones | | |
|--|--------|----------------------|-------|-------|------------|------------|------------|---------------------|--------------------------|---------------|
| | Abasto | Agua para Industria. | Riego | Pesca | Recreación | Navegación | Ecosistema | Zona Costera marina | Sistema espeleo-lacustre | Biodiversidad |
| Salinidad | x | x | x | x | | | x | | x | x |
| Contaminación química | x | x | x | x | x | | x | x | x | x |
| Contaminación Bacteriológica | x | x | x | x | x | | x | x | x | x |
| Contaminación por petróleo y grasas | x | x | x | x | x | | x | x | x | x |
| Disminución de niveles de aguas subterráneas | x | x | x | | x | x | x | | x | x |
| Disminución de niveles de agua superficial | x | | x | x | x | x | x | | | x |
| Auto-incendios de turba | | | | | x | | x | x | | x |
| Disminución de los nutrientes | | | | x | | | x | x | | x |
| Eutrofización | x | x | | x | x | | x | x | x | x |
| Erosión | x | | | x | x | x | x | x | x | x |
| Inundaciones | x | | | | x | x | x | x | | x |
| Exceso de sólidos | x | x | | x | x | x | x | x | x | x |

Después de identificar los principales problemas relacionados con los recursos hídricos, para cada una de ellos se determinan, según la cadena de FMPEIR, las fuerzas motrices, presiones, estado, impactos y las respuestas. Un ejemplo de ellos se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Los indicadores de la cadena FMPEIR para el uso del agua.

| Abasto | Fuerza motriz | Presiones | Estado | Impactos | Respuestas |
|------------------------------|--|--|---|---|---|
| Salinidad | Uso del agua, intrusión salina | Sobreexplotación, avance cuña salina por la sequía | Aumento de CL, SST | Empeoramiento de calidad de agua | Uso de las fuentes según recomendaciones |
| Contaminación química | Áreas agrícolas, producción de industria química | Cantidad de fertilizantes utilizados, aguas residuales sin tratamiento | Concentración de elementos tóxicos | Enfermedades hídricas de personas | Construcción de plantas de tratamiento en orden de prioridad |
| Contaminación Bacteriológica | Cantidad de pobladores | Descarga de aguas residuales sin tratamiento | Concentración de Coniformes totales, fecales y disminución de oxígeno | Enfermedades hídricas de personas, Intoxicación | Saneamiento, construcción de plantas de tratamiento en orden de |

| | | | disuelto | prioridad | |
|---|---|--|---|---|--|
| Contaminación por petróleo y grasas | Industria química, navegación | Descarga de contaminantes tóxicos, derrames, achiques de embarcaciones | Concentración de elementos tóxicos | Toxicidad | Tratamiento previsto |
| Disminución de niveles de aguas subterráneas | Sequía, uso del agua, agricultura | Naturales, desarrollo económico | Falta de agua | Perdidas económicas y de productividad | Control sobre explotación, soluciones ingenieriles |
| Disminución de niveles de aguas superficiales | Sequía, uso del agua | Naturales, desarrollo económico | Niveles bajos de los ríos y canales o pérdida total de agua | Perdidas económicas | Control sobre explotación, soluciones ingenieriles |
| Eutrofización | Escorrentía agrícola, alteración del patrón hídrico | Cantidad de fertilizantes utilizados | Aumento de concentración de nitratos y fósforo | Olor, color y sabor del agua, toxicidad | Cambio de las técnicas agrícolas |
| Erosión | Deforestación, agricultura | Cantidad de tierra llegada a los ríos | Morfología de los causes | Valor del dragado | Cambios en planificación física |
| Inundaciones | Eventos extraordinarios, rectificaciones, desecación de humedales | Capacidad de retener agua | Aumento de niveles de los ríos, áreas inundadas | Perdidas económicas, destrucciones | Cambio de políticas de planificación |
| Exceso de sólidos | Rectificaciones de corrientes, deforestación, agricultura | Facilidad de arrastre en suspensión | Aumenta de cantidad de sólidos | Agua inservible para abasto | Cambio de políticas de planificación |

Objetivos y tipos de monitoreo

El monitoreo del agua es un proceso de seguimiento de las condiciones de calidad y de cantidad de este recurso en cualquiera de los ambientes en que este presente, continental (superficial y subterráneo), marino o costero, durante un tiempo indefinido o definido y en un área específica.

En la Tabla 7 se presentan según los objetivos expuestos, los principales tipos de monitoreo, que deben seguir en el humedal Ciénaga de Zapata.

Tabla 7. Objetivos y tipos de monitoreo propuesto para el humedal Ciénaga de Zapata

| Objetivos | Tipo de monitoreo | Información |
|---|---|--|
| Evaluación del estado de Recursos Hídricos | a) Básico | -Condiciones naturales - Tendencias (naturales, régimen hídrico, contaminación difusa) - Afectaciones antrópicas. -Comparación con condiciones naturales. -Cambios en el espacio -Cambios en el tiempo - Condiciones actuales |
| Regulación de las zonas de protección: desde punto de vista de salud de | b) Monitoreo regulatorio, relacionado con funciones/uso c) Objetivos específicos | - Estándar de calidad - Criterios - Riesgo para la salud - Riesgo para Medio Ambiente - Fundamentación – Pronósticos |

| | |
|---|---|
| población y recuperación de condiciones | - Efectividad de medidas -Realización del monitoreo |
| Situaciones extremas d) Alertas tempranas | - Alertas tempranas -Límites permisibles -Tendencias -Riesgos -Medidas efectivas -Soluciones |

CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología para el diseño de un programa de monitoreo y la utilización de los indicadores de la cadena FMPEIR, se identificaron como principales problemas de los recursos hídricos en el humedal Ciénaga de Zapata, la salinidad, la contaminación química y la contaminación bacteriológica de las aguas subterráneas y superficiales; la contaminación por petróleo y grasas de las aguas superficiales; la disminución de los niveles de las aguas subterráneas y superficiales; los auto-incendios de turba; la disminución de los nutrientes; la eutrofización y erosión. Y se proponen 4 tipos de monitoreo para dar respuesta a tres objetivos fundamentales: la evaluación de los recursos hídricos, la regulación de las zonas de protección y situaciones extremas.

BIBLIOGRAFÍA

Bueno, M. y V Petrova, 1984. Balance hídrico de la Ciénaga de Zapata. Archivos de EIPI - INRH. Matanzas. 46 pp. Cuba.

Bueno, M y V Petrova, 1991. Estudio del Impacto del Dique oeste (Cierre del río Hatiguanico) sobre el equilibrio hídrico y ecológico de la Ciénaga de Zapata. Archivos de la EIPI - INRH. Matanzas. Cuba.

Cazorla, CI, 2003. Conflictos en el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: la Crisis de la Gobernabilidad y los Usuarios del Agua.
http://www.iipm-mpri.org/biblioteca/docs/ManejoIntegradoRRHH_XCazorla-1.pdf.
(Consulta: junio 2008).

Chong, Li; *et al.*, 1991. Estudio preliminar sobre las condiciones hidrogeológicas de la Ciénaga de Zapata en la provincia de Matanzas. Archivos de la CIPH-INRH. Matanzas.
Coscolluela A. 1917. Cuatro años en la Ciénaga de Zapata. Habana. Cuba.

Cuellar, A; *et al*, 1990. Informe sobre los trabajos realizados en los ríos afluentes del Hatiguanico en la Ciénaga de Zapata. Archivos de la CIPH - INRH. Colón. Pp. 9. Cuba.

Del Rosario, K y A Díaz, 1990. Reajuste de la Red de Observación Hidrogeológica de la Provincia de Matanzas. Archivos de GEARH – INRH. Matanzas. Cuba.

Esquema Regional Precisado (ERP), 1989. Tomo: Condiciones hidrogeológicas de la Ciénaga de Zapata. Archivos de la EIPI - INRH. Matanzas. Cuba.

Estudio Geográfico Integral de la Ciénaga de Zapata, 1991. Matanzas-Habana. Academia de Ciencias de Cuba y el Instituto de Geodesia y Cartografía (Monografía).
Fagundo, R; *et al.*, 1995. Caracterización hidrogeoquímica de los acuíferos cársticos de la cuenca Zapata, Matanzas, Cuba. Archivos de la EIPI - INRH. Colón. Cuba.

González, B; *et al.*, 1976 y 1988. Estudio de salinidad en cantidad y en el espacio, cambios en el patrón hídrico de los ríos Hanábana y Hatiguanico. Archivos de EIPI - INRH. Colón. Cuba.

IDEAM, 2004. Guía para Monitoreo y Seguimiento de Agua del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Colombia.

UN/ECE, 2000. Task Force on Monitoring & Assessment.. Guidelines on Monitoring and Assessment Groundwater's.
<http://leu.irnase.csic.es/microlei/manual1/cdbm/cdbm2.htm> (Consulta: enero 2005).

UN/ECE, 2001. Task Force on Monitoring & Assessment.. Guidelines on Monitoring and Assessment of Transboundary Rivers.
<http://leu.irnase.csic.es/microlei/manual1/cdbm/cdbm2.htm> (Consulta: enero 2005).

Lorenzo Ferrás, A, 1996. Informe sobre los resultados del muestreo hidrogeológico a las fuentes de abasto de agua a Playa Larga y Playa Girón. Archivos de CIPH-INRH [INRH-173]. Cuba.

Lorenzo Ferrás, A, 1998. Informe Hidrogeológico: Margen Oriental Bahía de Cochinos. Archivos de CIPH-INRH. Cuba.

NEDECO, 1959. Proyecto preliminar. Reclamación de la Ciénaga de Zapata. Habana-Ciénaga. Archivos de la EIPI - INRH. Colón. Cuba.

Nodarse, J; *et al.*, 1973. Resultados de expedición al la desembocadura del río Hatiguanico. Revista Voluntad Hidráulica No7. Cuba.

Olenin, A, 1985. Asalto a la Ciénaga. Científicos soviéticos en Cuba. Habana. Editorial de ciencias sociales. Pp. 22-34.

Petrova, V, 2002. Programa Integral de las Investigaciones en el Humedal Ciénaga de Zapata. Archivos de la EIPI - INRH. Matanzas. Cuba.

Petrova, V, 2003. Calibración de la cuenca Hanábana con el uso del Software "Inundaciones. Memorias del II Taller Nacional de Cuencas Hidrográficas. Habana. Cuba.

Petrova, V, 2009. Programa de Manejo de Recursos Hídricos en los humedales. Caso de estudio: Ciénaga de Zapata. Tesis doctoral, Universidad Hermanos Saiz. Pinar del Río. Cuba.

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 (1), Miguel Martín¹, Alejandra V. Volpedo²
y Rodrigo Santamalia, M. E³

¹Departament D'Enginyeria Hidràulica i Medi Ambient. Escola Superior D'Enginyers de Camins, Canals i Ports. Universitat Politècnica de València. C/Amí de Vera s/nº. 46022. València. España. 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. España

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.

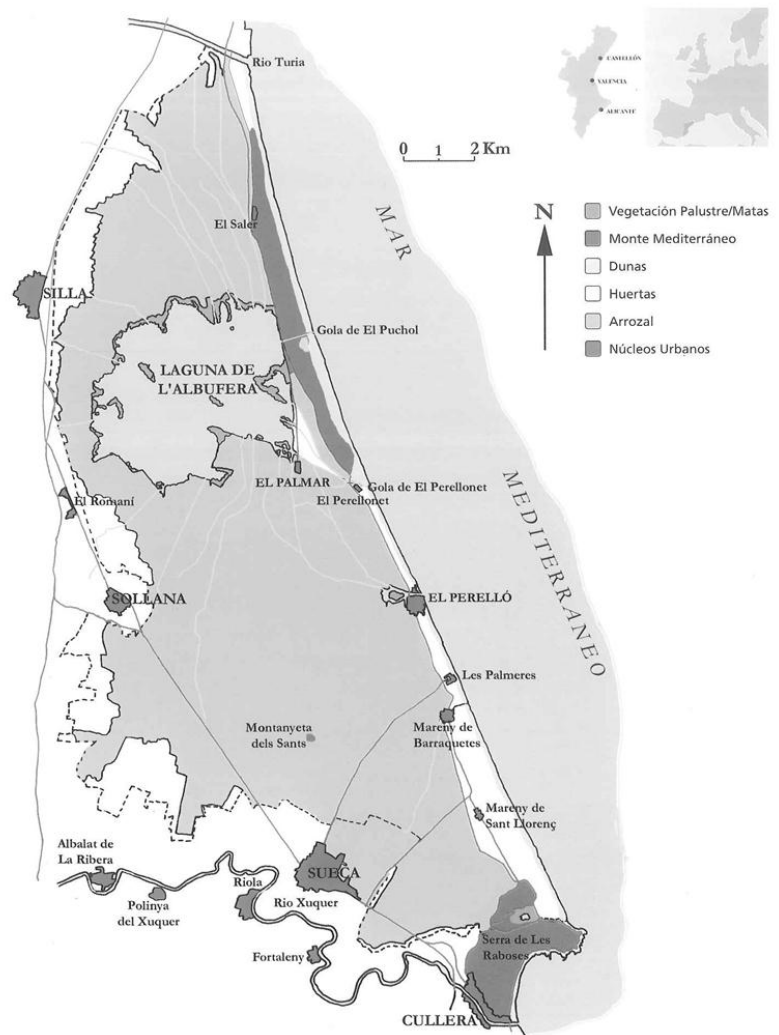
Keywords: GEO model, Albufera de Valencia.

INTRODUCCIÓN

El Parque Natural de l'Albufera se sitúa 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 (tomado de 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