

MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR

UNIVERSIDAD DE LA HABANA

FACULTAD DE GEOGRAFÍA



LOS HUMEDALES DE LA PROVINCIA DE MATANZAS. BASES PARA SU ORDENAMIENTO
AMBIENTAL

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Geográficas

Autor: Lic. ANGEL ALBERTO ALFONSO MARTÍNEZ

Tutores: Profesor Titular Consultante, Lic. José Mateo Rodríguez, Doctor en Ciencias Geográficas,
Doctor en Ciencias

Profesor Titular, Lic. Juan Alfredo Cabrera Hernández, Doctor en Ciencias Geográficas

La Habana

2015

“Año del 57 de la Revolución”

SINTESIS

Los humedales son considerados de gran importancia a nivel global, se encuentran dentro de los paisajes más productivos del planeta y entre los más amenazados. El **problema científico** que motiva esta tesis, es la ausencia de aplicaciones del enfoque geocológico al estudio de los humedales, lo que trae aparejado el desconocimiento de sus rasgos estructurales y dinámico-funcionales, e impide el desarrollo de un modelo de ordenamiento ambiental complejo y más adecuado. Se sustenta en la **hipótesis** en que, la utilización del enfoque geocológico en el estudio de los humedales de la provincia de Matanzas, contribuirá a la formalización y desarrollo de un modelo de ordenamiento ambiental. El **objetivo general** de la investigación, es evaluar, con un enfoque geocológico, los humedales de la provincia de Matanzas y formular un modelo conceptual para su ordenamiento ambiental.

Es una **novedad**, la presentación, por primera vez en Cuba, de una clasificación de humedales, con enfoque geocológico, lo que aporta una caracterización estructural y dinámico funcional integrada y no desarrollada con anterioridad. En la bibliografía consultada, abunda el análisis parcial y predomina una visión biológica. La clasificación obtenida puede ser extrapolada a cualquier región de Cuba e incluso a otros países con similares características físico-geográficas. La cartografía de los servicios ambientales que brindan estos paisajes, constituye un resultado sin antecedentes en el país. El modelo de ordenamiento ambiental propuesto, incorpora además la capacidad de gestión ambiental de las actividades económicas presentes. Este resultado facilita a las autoridades, poder conocer las fortalezas y debilidades de las entidades locales en torno a su desempeño ambiental y adoptar las medidas necesarias. Este modelo es aplicado en el caso de estudio “Ordenamiento Ambiental del humedal Ciénaga de Zapata”, lo que favorece la visualización de los resultados.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I. MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA EL ESTUDIO DE LOS PAISAJES DE HUMEDALES	10
I. 1.- Generalidades sobre los humedales	10
I.2.- Problemática internacional, situación en Cuba y en la provincia de Matanzas	11
I.3.- Clasificación de los paisajes de humedales	13
I.3.1.- Clasificación de humedales para Cuba y en la provincia de Matanzas	15
I.4.- Geoecología de los paisajes	16
I.5.- Servicios ambientales de los paisajes	18
I.5.1.- Servicios ambientales de los paisajes de humedales	19
I.6.- Ordenamiento Ambiental	20
I.7.- Capacidad de gestión ambiental y régimen de utilización del paisaje.....	22
I.8.- Metodología empleada	22
I.8.1.-Diseño y organización de la investigación	23
I.8.2.-Clasificación, cartografía y diagnóstico geoecológico y ambiental de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas	23
I.8.3.- Análisis geoecológico y ambiental	27
I.8.4.-Ordenamiento ambiental del humedal Ciénaga de Zapata	32
I.9.- Conclusiones parciales	42
CAPITULO II. CLASIFICACIÓN, CARTOGRAFÍA Y CARACTERIZACIÓN GEOECOLÓGICA DE LOS PAISAJES DE HUMEDALES DE LA PROVINCIA DE MATANZAS.....	43
II.1.- Descripción general de la provincia de Matanzas. Clasificación, cartografía y regionalización de los paisajes de los humedales	43
II.1.1.- Clasificación de los humedales. Tipología de los paisajes de humedales	43
II.1.2.- Cartografía de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas	45
II.1.3.- Regionalización de los paisajes de humedales	45
II.2.- Análisis paisajístico de los humedales de la provincia de Matanzas	48
II.3.- Análisis de la evolución ambiental de los paisajes de humedales en la provincia de Matanzas60	
II.4.- Conclusiones parciales	69
CAPITULO III ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL HUMEDAL CIENAGA DE ZAPATA... 70	
III.1.- Caracterización de las unidades geoecológicas como base del ordenamiento.....	76
III.2.- Diagnóstico ambiental de los paisajes	72

III.2.1.- Potencial de los paisajes	72
III.2.2.- Estado ambiental de los paisajes.....	74
III.3.- Capacidad de gestión ambiental	80
III.4.- Propuesta de ordenamiento ambiental, lineamientos y restricciones para el uso	81
III.4.1.- Uso funcional propuesto	82
III.4.2.- Régimen de uso.....	84
III.4.3.-Políticas ambientales para el ordenamiento propuesto	85
III.5.- Conclusiones parciales.....	87
CONCLUSIONES	89
RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFIA	92
ANEXOS	118

INTRODUCCIÓN

Los humedales han sido considerados de gran importancia biológica a nivel global y se encuentran dentro de los paisajes más importantes del planeta (Mitsch & Gosselink, 2007; Ortega, 2011). Pero también se encuentran entre las áreas más amenazadas en el mundo (Bo & Zhong-li, 2010; Chi, et al. 2010; Bowen, et al. 2010; Midwood & Chow-Fraser, 2010). Más de 50% de éstos se perdieron en el siglo XX, y el resto ha sido degradado en diferentes magnitudes, debido a las actividades antrópicas (Keddy, 2005; Zhijun, et al. 2010; Hui & Baoshan, 2010).

A pesar de esta crítica situación, cada vez más se comprende la importancia de los humedales como uno de los sistemas naturales más productivos (Ramsar, 2011), por el volumen de alimentos, la rica diversidad que proporcionan, las funciones protectoras y reguladoras únicas que realizan (Alfonso & Dipotet, 2007) a. Junto a ello, se ha llamado la atención sobre las dificultades de manejo debido al poco conocimiento de sus funciones y valores (Alfonso & Dipotet, 2007) y la dificultad real que existe con la valoración económica (Pattanayak, et al. 2010).

Aunque algunos son conscientes de tales servicios, todavía hay poco aprecio por estos beneficios entre quienes el uso de tierras para el desarrollo es lo más importante y no su protección (CRC, 2013). Incide negativamente en esta situación que las estimaciones cuantitativas de sus servicios ambientales, no son incorporadas en los valores monetarios, en los análisis de costo beneficio, ni en la toma de decisiones relacionadas con la protección, restauración, o mitigación de impactos vinculados con ellos (Engle, 2011).

Importancia y actualidad

Son cada vez más preocupantes las evidencias de que los humedales y los servicios que ofrecen se pierden a un ritmo mayor que en otras áreas. Esta situación genera inconvenientes para la agricultura, la pesca, el turismo y los asentamientos humanos asociados a zonas costeras deforestadas, al ser recurrentes las pérdidas humanas y económicas generadas por frecuentes

eventos meteorológicos extremos. Sin embargo, los servicios ambientales que ofrecen los humedales pueden contribuir en mucho a regular estos hechos, de manera natural, sin costo alguno para la sociedad (Barbier, 1997).

La reducción de los humedales podría afectar de manera rotunda las pesquerías en las zonas tropicales por la disminución de las áreas de desove y de la alimentación de larvas. Por otro lado, existen afectaciones a la producción agrícola por la limitación de las fuentes de agua, factores ambos que contribuyen a complicar la situación alimentaria global y determinan la urgente necesidad de atender de manera prioritaria la protección de éstos, así como maximizar los servicios ambientales que ellos ofrecen a la sociedad (Ramsar, 2011) b.

Cuba no ha estado ajena al proceso de degradación de los humedales. Por todo el país pueden observarse procesos de asimilación que los fragmentan y alteran su funcionamiento geoecológico, y reducen sus servicios ambientales. Esto sucede fundamentalmente por: la asimilación de áreas por la actividad agropecuaria y el turismo, relleno de lagunas costeras, construcción de viales y terraplenes, extracción de áridos, la canalización, el represamiento de ríos que alteran los regímenes de circulación hídrica, la dinámica, el aporte de sedimentos y de nutrientes; entre otros factores (Rodríguez, et al. 2006; Alfonso & Dipotet, 2007) b.

Los humedales cubanos ocupan una superficie de aproximadamente 10 410 km², lo que representa 9,3 % de la superficie del país (CNAP, 2007). Se estima que la provincia de Matanzas posee más del 35 % de su territorio cubierto por estos paisajes.

Esta investigación es la lógica continuación de una etapa anterior, en que instituciones y especialistas centraron su atención en el estudio de los humedales, en general, y de la provincia de Matanzas, en particular. De esta forma, los aportes conceptuales y metodológicos alcanzados, crearon una sólida base para la realización de esta tesis.

En “Desarrollo Comunitario de la Ciénaga de Zapata” (Alfonso & Dipotet, 1995), se tratan entre otros temas, la importancia de la dinámica del funcionamiento de sus paisajes, la

determinación de las áreas a proteger y la evaluación del posible impacto ambiental de las políticas de desarrollo regional.

En la tesis doctoral “Los paisajes de Matanzas: Una concepción de sistema para la estrategia de sostenibilidad geoecológica” (Cabrera, 1996), se presentó un modelo de estudio regional de los paisajes que brinda una idea integral del territorio y sentó las bases para la toma de decisiones encaminadas hacia un desarrollo sostenible, con el uso de un enfoque paisajístico moderno.

En “Modelo conceptual para el desarrollo sostenible en los humedales” (Alfonso & Dipotet, 2007) a, se concluyó que el propósito principal era la obtención de variantes de ordenamiento ambiental como contribución al ordenamiento territorial. Esa intención se alcanza con el trabajo “Perfeccionamiento del conocimiento sobre los paisajes en un territorio con humedales” (Alfonso & Dipotet, 2007)b, donde se toma como método de estudio la Geoecología del Paisaje, y se hace énfasis en su estructura, funcionamiento y estado ambiental.

De esta forma, la tesis se fundamenta en la importancia que los humedales tienen para el territorio matancero y la alta fragilidad natural que confiere su amplio desarrollo en la provincia. La clasificación, caracterización geoecológica, cartografía de los humedales y la evaluación de su estado ambiental contribuirá a que se tomen en cuenta en el proceso de ordenamiento territorial y reducir o mitigar los procesos de degradación ambiental. Se hace una propuesta de modelo para el ordenamiento ambiental de los humedales con enfoque geoecológico, que apoyará el proceso de desarrollo que se proponga para ellos y para sus áreas de influencia.

De tal manera, constituye el problema científico de la tesis, la ausencia de aplicaciones del enfoque geoecológico al estudio de los humedales, lo que trae aparejado el desconocimiento de los rasgos estructurales y dinámico-funcionales de esos paisajes, e impide el desarrollo de un modelo de ordenamiento ambiental complejo y más adecuado. Esta situación, conjugada con la alta fragilidad natural y el grado de deterioro actual, crea un escenario de alta vulnerabilidad en este tipo de paisajes.

El valor científico de esta tesis está precisamente relacionado con la aplicación del enfoque geocológico en el análisis de los paisajes de humedales y su contribución en la formalización y desarrollo de un modelo para su ordenamiento ambiental. La aplicación de dicho enfoque posibilita profundizar en el conocimiento de los rasgos esenciales estructurales y dinámico-funcionales de esos paisajes, lo que garantiza la comprensión de su funcionamiento y de los servicios ambientales que ellos generan, y posibilita la integración de estos en un modelo de ordenamiento ambiental.

Hipótesis

La utilización del enfoque geocológico en el estudio de los humedales de la provincia de Matanzas, contribuirá a la formalización y desarrollo de un modelo de ordenamiento ambiental, donde se toma en cuenta el rol de estos paisajes en el contexto ambiental regional.

De acuerdo con lo anterior, se enuncia como objetivos de la investigación:

General:

Evaluar, con un enfoque geocológico, los humedales de la provincia de Matanzas y formular un modelo conceptual para su ordenamiento ambiental.

Específicos:

1. Fundamentar, desde el punto de vista conceptual y metodológico, la aplicación del enfoque geocológico al estudio de los paisajes de humedales y su contribución a la clasificación, evaluación integral y construcción de un modelo de ordenamiento ambiental para esos paisajes.
2. Sistematizar el conocimiento de los humedales de la provincia de Matanzas, mediante su clasificación, cartografía y evaluación integral.
3. Proponer un modelo conceptual para el ordenamiento ambiental en humedales y utilizar como caso de estudio al humedal Ciénaga de Zapata.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se trazaron las tareas de investigación siguientes:

1. Revisión documental de los antecedentes teórico-metodológicos, que han sido empleados en el ámbito internacional y nacional para el análisis geocológico de los paisajes de humedales y el ordenamiento ambiental.
2. Recopilación de información y análisis de imágenes satelitales de la provincia de Matanzas.
3. Clasificación de los humedales de la provincia de Matanzas, caracterización poliestructural y ambiental, regionalización y cartografía con el apoyo de sensores remotos y el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
4. Identificación de los paisajes de humedales de la Ciénaga de Zapata y evaluación de sus potenciales de uso, así como la determinación de la capacidad de gestión ambiental de las principales unidades organizativas identificadas.
5. Elaboración de un modelo de ordenamiento ambiental para la Ciénaga de Zapata.

Marco teórico metodológico

El basamento teórico-metodológico utilizado descansa en las concepciones que sobre Geoecología de los paisajes, han sido desarrolladas en más de siglo y medio de experiencias en el ámbito internacional. La ciencia del paisaje ha tenido su antecedente en los trabajos de Charles Darwin y Alejandro von Humboldt en el siglo XIX. Las geografías rusa y alemana forjaron los elementos básicos de la vertiente física del paisaje. Geógrafos europeos y norteamericanos en la primera mitad del siglo XX continuaron el fortalecimiento de los cimientos de la ciencia del paisaje como disciplina natural; al mismo tiempo que se forjan las bases para una visión sociocultural y psicológica del paisaje. Representantes de la escuela soviética de la ciencia de los paisajes, como Sochava, Diákonov, Kasimov, entre otros, y Rijling de Polonia, realizaron importantes aportes. En Cuba, se han adaptado tales concepciones por diversos autores entre los cuales cabe destacar al: Dr. José Mateo Rodríguez, Dr. Eduardo Salinas Chávez y Dr. Pedro Acevedo González, de la Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana; y Dr. Juan Alfredo Cabrera Hernández de la Universidad de Matanzas, Dr. Alfredo Domínguez de la Universidad de Sancti Spíritus y Dr. Ángel Guadalupe Priego

Santander, en la actualidad en el Centro para la Investigación de Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La concepción científica de la Geoecología de los paisajes, se concibe como un sistema de métodos, procedimientos y técnicas de investigación, cuyo propósito es la obtención de un conocimiento integrado del medio antroponatural, con el cual se pueda establecer un diagnóstico y evaluación integral del estado del paisaje (Salinas, 1991; Acevedo, 1996; Domínguez, 2002; Mateo, 2012 b). Representa una base científica sólida para la evaluación del potencial de las regiones y recursos, y el ordenamiento ecológico de los territorios, y por ello se convierte en un eslabón básico en la elaboración de los programas de desarrollo socioeconómico de cualquier territorio (Acevedo, 1996; Mateo, 2012 b).

Los métodos utilizados sustentan el diseño y elaboración de esta tesis y facilitan su desarrollo, y entre ellos se destacan los siguientes: el método histórico-lógico, el hipotético-deductivo y el inductivo - deductivo que permitieron la determinación del problema científico y la definición de la hipótesis de la investigación. El uso del método histórico-lógico, el de enfoque de sistemas, el analítico - sintético, la inducción-deducción y el cartográfico; contribuyen al desarrollo e implementación del enfoque geoecológico en el estudio de los paisajes de humedales y a la aplicación de estos resultados en un caso de ordenamiento ambiental en estos paisajes.

Novedad y Aportes

Con la presente tesis se presenta, por primera vez en Cuba, la clasificación y tipología de los humedales a partir del enfoque geoecológico, lo que aporta una caracterización estructural y dinámico funcional integrada, no desarrollada con anterioridad. Esta aplicación no ha sido observada en la bibliografía consultada, donde abunda el análisis parcial y predomina una visión biológica. La clasificación de los humedales obtenida puede ser extrapolada a cualquier región de Cuba e incluso a otros países con similares características físico-geográficas.

Resulta una novedad la caracterización poliestructural y dinámico funcional de los paisajes, aspecto que profundiza en su conocimiento, aportándole integralidad a los resultados y la elaboración de un mapa a escala 1:100 000 de los paisajes de humedales de una provincia, ajustada a una nueva clasificación genética. Lo anterior posibilita su reconocimiento como áreas con determinado régimen de protección y uso en los planes de desarrollo territorial.

Constituye un aporte significativo la identificación de los servicios ambientales y su cartografía, lo que constituye un resultado notable por su impacto en el ordenamiento, la gestión ambiental y el manejo de riesgos naturales.

Se propone un modelo de ordenamiento ambiental que facilita conocer, no solo su estructura, sino también el funcionamiento y las relaciones que existen entre ellos y los paisajes vecinos. Este enfoque, además de categorizar las unidades de paisajes según su tipo funcional, permite apreciar a los servicios ambientales como potenciales de uso u objetivos de conservación. El modelo consta de mecanismos que garantizan su mejoramiento de acuerdo al contexto y puede ser adaptado a cualquier tipo de paisaje, lo que le aporta universalidad.

Se desarrolla el concepto de capacidad de gestión ambiental de las unidades organizativas y se analiza su relación con la implementación del ordenamiento y la sostenibilidad de la actividad económica del área. Esta concepción se encuentra vinculada al desempeño ambiental de las entidades que son responsables de la conducción de las actividades socioeconómicas. Ello constituye un instrumento de gran valor, al facilitar a las autoridades la evaluación de las fortalezas y debilidades de las organizaciones en los aspectos ambientales, para poder adoptar medidas de manera oportuna. Además, para la actividad de gestión ambiental a escala local, territorial y nacional, se dispondrá de una herramienta muy útil, al permitir visualizar de manera integral el desempeño de organismos y territorios en torno a la temática ambiental, donde no solo se toma en cuenta el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, sino también su desempeño ambiental.

La estructura de la tesis consiste en: introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

El primer capítulo trata sobre los fundamentos teórico-conceptuales del estudio de los paisajes y aborda, de manera general, los aspectos metodológicos empleados para su estudio.

En el segundo capítulo, se propone una clasificación de los humedales con enfoque paisajístico; se realiza un inventario de éstos humedales a través de su cartografía, se caracteriza su estructura, su dinámica funcional y se evalúa su estado ambiental. Se analiza cómo ha sido la evolución de la asimilación del espacio, lo que facilita la comprensión de los cambios ambientales, que se suceden en el tiempo en los humedales.

En el tercero, se desarrolla la propuesta del modelo conceptual para el ordenamiento ambiental en paisaje de humedales con enfoque geoecológico, donde se toma como caso de estudio a la Ciénaga de Zapata.

CAPÍTULO I. MARCO CONCEPTUAL Y ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA EL ESTUDIO DE LOS PAISAJES DE HUMEDALES

En este capítulo se fundamenta, desde el punto de vista conceptual y metodológico, el estado del arte sobre la clasificación, evaluación geoecológica y ambiental, ordenamiento ambiental de los paisajes de humedales y se presenta la secuencia metodológica que se siguió durante la investigación.

I. 1.- Generalidades sobre los humedales

Se define a los humedales como “Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, e incluyen las extensiones de agua marina cuya profundidad, en marea baja, no exceda de seis metros (Ramsar, 2006).

La interpretación de este planteamiento de la Convención Ramsar, ha llevado a diferentes especialistas y países, a considerar como humedales, zonas bajas de la plataforma costero-marinas, que, a juicio del autor, no cumple con la integración de los tres índices a partir de los cuales se hace el reconocimiento de un humedal: suelo hidromórfico, vegetación hidrófila y la presencia recurrente del agua dulce, salobre o salina, la que determina los procesos distintivos que lo generan. Es por ello que en el contexto del presente trabajo, el concepto “humedal” no incluye los arrecifes coralinos, pastos marinos, cavernas freáticas y cuencas subterráneas; como se podría derivar del concepto de Ramsar, porque, según el autor, esos paisajes no cumplen con los criterios expuestos para su identificación, aunque es indudable que están interconectados en su funcionamiento y dinámica con los humedales costeros marinos y terrestres.

Sobre la base de la teoría general de sistemas (Bertalanffy, 1976; Sochava, 1978; Ignatov, 2004; Diákonov, 2008), el autor considera que los humedales son paisajes sobrehumedecidos, cuyos componentes geográficos, biológicos y socioeconómicos, interactúan continuamente entre sí y con su ambiente, reabasteciéndose de materia, energía e información y donde el agua dulce, salobre o salada constituye, el elemento que rige el funcionamiento general.

Además, los reconoce como paisajes, en los cuales el relieve posibilita la presencia recurrente del agua, donde se facilita la ocurrencia de un conjunto de procesos biológicos y químicos, que traen como resultado la existencia de suelos hidromórficos, que sirven de substrato a formaciones vegetales típicas. Estas condiciones favorecen el establecimiento del hábitat ideal para una gran riqueza de especies de flora y fauna específicamente adaptadas.

La sociedad ha creado áreas que recrean de manera artificial, beneficios que naturalmente ofrecen estos paisajes, como son: suministro de agua, producción de sal, purificación de aguas, etc. Estos son reconocidos como humedales transformados o artificiales.

I.2.- Problemática internacional, situación en Cuba y en la provincia de Matanzas

Más del 50% de los humedales del mundo se ha perdido desde 1900 (Zhang, et al. 2010), es muy crítica la situación en países desarrollados y/o regiones pobladas, donde podría superar el 70% ó 90% (Stafford, et al. 2010). La probabilidad de desaparecer es alta, una vez que el área que ocupan es inferior al 30% de su superficie, por lo que son muy difíciles de recuperar (Anne-Gaelle & Leathwick, 2011).

Por otro lado, la elevación del nivel del mar podría tener graves consecuencias sobre dichos espacios, aunque algunas de sus comunidades bióticas pueden adaptarse y otras pueden migrar al interior de los territorios, siempre que desaparezcan las barreras que el hombre ha impuesto (IPCC, 2007; IPCC, 2012; Akumu, et al. 2011).

Los esfuerzos dirigidos a la conservación y restauración de los humedales implementados desde los años 70, han servido como base para políticas y sistemas de manejo, vistos a través de la integración de los objetivos de conservación y el desarrollo local (Zhang, et al. 2011).

Los humedales son parte importante de la diversidad geográfica del archipiélago cubano y están presentes en estuarios, costas, llanuras inundables y bosques, entre otros (CNAP, 2007).

Según Salabarría (2009), las amenazas a los humedales en Cuba son las siguientes:

- Destrucción y modificación. Resultado fundamentalmente, del desarrollo de actividades económicas, construcción de infraestructura vial y relleno de lagunas costeras y manglares, así

como la realización de embalses que han modificado el régimen hídrico y la dinámica, tanto de los sedimentos costeros, como el de las cuencas hidrográficas. Estos aspectos inciden en la fragmentación de los paisajes, su funcionamiento y el hábitat de especies de flora y fauna.

- Contaminación por residuales líquidos y sólidos. Estos provienen de asentamientos humanos y actividades económicas que utilizan a los humedales para el vertimiento de residuales líquidos y sólidos, sin el debido tratamiento, por una parte y, por otra, debido a la falta de mantenimiento y la no ejecución de prácticas de producción y consumo sostenibles. Esta situación incide en la calidad hidroquímica y bacteriológica de las aguas y en la aparición de focos de vectores, donde se altera la situación higiénico-sanitaria.
- Explotación inadecuada de los recursos naturales. Se sobrepasa los límites de uso del agua, madera, etc., lo que trae problemas de salinización de acuíferos, deforestación y, por tanto, problemas en el funcionamiento del paisaje.
- Introducción de especies exóticas, bajo la justificación del incremento y diversificación de fuentes de alimentación, o como elemento decorativo, lo que ha traído como resultado la alteración de la integridad de la diversidad biológica de los humedales.
- Inadecuada planificación del desarrollo. No se ha tenido en cuenta la relación funcional que poseen los humedales con los paisajes vecinos y, por tanto la influencia que tienen las situaciones ambientales que ocurren tanto en ellos, como en aquellos que los rodean en el contexto ambiental que se pretende ordenar. Se ha obviado también la existencia de los servicios ambientales que prestan estos paisajes a la sociedad, variable que no ha sido incorporada en los modelos de ordenamiento ambiental.

Por otro lado, estos paisajes son afectados por los fenómenos de la variabilidad del clima asociados al cambio climático, y a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos, como huracanes e intensas sequías. Estos eventos pueden favorecer la ocurrencia de inundaciones e incendios forestales, peligros que traen como resultado la fragmentación de los

paisajes y la diseminación de especies invasoras de la flora y la fauna, entre otros impactos. Por último, en la esfera socioeconómica existen limitaciones para la sostenibilidad económica, social y ambiental, debido a la carencia de políticas apropiadas para el desarrollo local.

En la provincia de Matanzas, estos paisajes tienen un desarrollo espacial significativo, ya que en ellos, o muy cerca, se localiza un importante desarrollo turístico, petrolero y forestal de significación nacional y, en menor medida, actividad agropecuaria e hidráulica. Estas actividades han sido responsables de la generación de problemas ambientales que no difieren de los señalados anteriormente para todo el archipiélago cubano. No obstante, son importantes la modificación de los paisajes y el manejo inadecuado de recursos naturales, que traen como resultado la alteración del régimen hídrico, la destrucción de la diversidad biológica y la introducción de especies exóticas invasoras, fundamentalmente, en la Ciénaga de Zapata y en la Ciénaga de Majagüillar (Garea & Fernández, 2009; Cañas, 2011).

El autor considera que la vulnerabilidad de estos paisajes se acentúa en la actualidad, porque su integridad y funcionamiento interno, son muy dependientes de la presencia del agua, elemento éste que ante los efectos de la variabilidad climática se convierte, para algunas áreas del planeta, en un recurso escaso. Los pronósticos de los modelos climáticos auguran un decrecimiento en los acumulados totales de precipitación para Cuba de 10%, para el 2050 y un 20 %, para el 2100 (Planos; Vega, & Guevara, 2013), percibiéndose ya los efectos que traen consigo el incremento de los períodos de sequías meteorológicas, lo que, junto a los impactos provocados por la actividad humana, acrecientan los procesos de degradación ambiental en los humedales, y hacen del contexto ambiental en que estos paisajes se desarrollan, espacios complejos y, en algunos casos, muy comprometidos (Alfonso, Moya, Menéndez & Jiménez, 2013).

I.3.- Clasificación de los paisajes de humedales

La tipología de paisajes consiste en su clasificación y cartografía, en general modificados por la actividad humana, y en la comprensión de su composición, estructura, relaciones,

diferenciación y desarrollo.

Para sistematizar el conocimiento de los paisajes se precisa su clasificación mediante un sistema de unidades taxonómicas. La elaboración del sistema de unidades taxonómicas permite la determinación del rango y de la subordinación de las unidades individuales (Mateo, 2002).

Para la clasificación de los paisajes, se distingue dos categorías de sistematización (Mateo & Da Silva, 2013): la tipología y la regionalización. La tipología significa distinguir las unidades por su semejanza y repetitividad, y depende del establecimiento de determinados parámetros de homogeneidad. La regionalización significa determinar las unidades por su personalidad e individualidad.

Debido a que los humedales representan un gradiente entre ambientes acuáticos y terrestres, no hay una clasificación universalmente reconocida para ellos, generándose así, confusiones e inconsistencias en su clasificación e inventario (Mitsch & Gosselink, 2007).

En la tesis se analizó un conjunto de clasificaciones de humedales en las cuales no se aplica el enfoque paisajístico:

La clasificación de Cowardin (1979), usada en el inventario de humedales en los Estados Unidos, incluye los hábitats de aguas profundas contiguos, por lo cual podría abarcar todos los ecosistemas continentales, acuáticos y semiacuáticos del planeta (Mitsch & Gosselink, 2007).

Ramsar (2006) identifica cinco tipos de humedales principales: marinos; estuarinos; lacustres; ribereños y palustres. Además, reconoce como humedales artificiales a los estanques de cría de peces y camarones, las salinas, los embalses, las lagunas de aguas residuales y los canales. Su principal debilidad es que no todos los tipos han sido definidos claramente y en algunos casos, es evidente la ambigüedad (Semeniuk & Semeniuk, 1997).

Por otro lado, un ejemplo de clasificación con un fuerte sustento ambiental es la de Warner & Rubec (1997), con un sistema jerárquico basado en el origen genético de los humedales, la morfología superficial y la cobertura vegetal, con equivalencias a la clasificación de la Convención de Ramsar para permitir análisis comparativos (Davidson, 1999).

En China, se ha clasificado los humedales en tres clases: costeros, interiores y artificiales; lo que a su vez se dividen en cinco subclases cada uno (Gong, et al. 2010; Gu, et al 2011). Aquí han primado varios criterios, principalmente su posición, de acuerdo a la frontera tierra-mar y a su génesis.

En Estados Unidos se desarrolló otra clasificación, la hidrogeomorfológica, que incorpora aspectos como: fuentes y regímenes de agua, diferencias morfométricas del relieve, posición de la geoforma; lo que ayuda a diferenciar mejor lo tipos de humedales que se habían obtenido en el inventario de humedales en ese país (Brooks, et al. 2011).

De manera particular fueron analizadas las clasificaciones de humedales en las que se aprecia un acercamiento al enfoque paisajístico:

En Costa Rica, Bravo y Windevoxhel (1997), desarrollaron una clasificación en la cual los humedales se identifican en 12 categorías sobre la base de unidades de paisaje. Esta clasificación no establece los atributos estructurales y funcionales para la identificación. Su descripción está hecha, principalmente, sobre propiedades físicas, químicas o biológicas; que son poco, o no, observables a escalas espaciales amplias (Berlanga–Robles; Ruiz–Luna & Lanza Espino, 2008).

Priego y Bocco (2011) realizaron una propuesta de clasificación de humedales de la costa del Golfo de México a las escalas 1:25 000 - 1:50 000, que se divide en unidades superiores y unidades inferiores, y se toma en consideración: el carácter acuático o subaéreo de las áreas, su sectorialidad, morfogénesis, clima, pendiente, periodicidad de la inundación y características edafobiogénicas de los paisajes.

La mayoría de las clasificaciones consultadas, como tendencia reconocen, a los humedales mediante aspectos morfológicos, genéticos o funcionales, por separado, y no como una entidad sistémica. Se identifica como humedales a sitios que no responden a los criterios de humedal, descritos por el autor de esta tesis, como: la presencia recurrente del agua dulce, salobre o salada, desarrollo de suelos hidromórficos, la existencia de una vegetación hidrófila; con

excepción de las clasificaciones de Priego y Bocco (2011). Esta última, aunque incorpora aspectos importantes como la morfogénesis, el régimen de inundación, y aspectos edafobiogénicos; incluye elementos con los cuales el autor no concuerda desde el punto de vista conceptual como es considerar costas acantiladas, colinas, y áreas con pendientes muy fuertes.

I.3.1.- Clasificación de humedales para Cuba y para la provincia de Matanzas

En Cuba, se aceptó la clasificación de Ramsar y se tomó en consideración que, en general, esa ya que de manera general, esa clasificación permitía reconocer a los principales humedales cubanos, pero se señaló las insuficiencias que ella tenía y la necesidad de adecuarla a las características propias del contexto espacial cubano.

Para la provincia de Matanzas, Cabrera, Soto y García (1994), propusieron una clasificación genética, en la que se definen cuatro tipos principales: formados en sistemas de grandes depresiones estructuro-geomorfológicas interconectadas entre sí y con el mar, formados en litorales bajos con marcada influencia marina, formados en pequeñas depresiones y lagunas, generalmente asociadas a procesos cársicos litorales, y los que se encuentran en tramos bajos donde los ríos desembocan e interactúan con el mar.

Las principales carencias de esta última son: no considerar al régimen de inundación como criterio de identificación; no distinguir unidades tipológicas más pequeñas; no considerar los paisajes ubicados en ecotonos paisajísticos, que juegan un rol importante desde el punto de vista geocológico.

El autor, jerarquiza los humedales que posee el territorio, mediante el establecimiento de una taxonomía que caracteriza su origen, tipo y su forma de relieve, el substrato, el régimen hídrico y la vegetación. Es decir, utiliza una u otra combinación de atributos físicos-geográficos, que posibilitan el establecimiento de una propuesta de denominación común para aquellos que reúnan un conjunto de rasgos similares para la integración en un determinado tipo taxonómico y que facilita la obtención de una clasificación de los paisajes de humedales con un carácter sistémico, que permite la realización de una caracterización geocológica de cada uno de los

tipos a través del análisis estructuro-dinámico-funcional, que facilita la comprensión integrada de cada una de las unidades propuestas. Ello garantiza el conocimiento necesario para avalar propuestas de uso, o el régimen de utilización que se pretenda desarrollar en cada tipo.

I.4.- Geoecología de los paisajes

La Geoecología, es una ciencia que estudia los paisajes, como medio de hábitat y trabajo para el ser humano. Estudia problemas relacionados con el cambio no deseable del paisaje con el propósito de vencer problemas, desastres, daños y crisis ecológicas, que surgen bajo el impacto de los factores antropogénicos o de procesos espontáneos (Timashev, 2008; Mateo, 2012 b).

La Geoecología de los Paisajes constituye un campo de las ciencias que ha tenido en las últimas décadas un gran desarrollo, tanto en Europa, como en Norteamérica y Asia. Particularmente en Europa, ha sido considerada como la base científica de la planificación, manejo, conservación y desarrollo de las tierras bajo la denominación de planificación del paisaje (Salinas, 1991; Domínguez, 2002; Mateo, 2011).

La primera definición del término Ecología del Paisaje, pertenece a Karl Troll (Vila, 2006; Rijling, 2009) quien, a finales de los años 30 del siglo XX, escribió que la tarea fundamental de esa disciplina era el análisis funcional del paisaje y el esclarecimiento de sus diversas relaciones cambiantes. Posteriormente, Troll introdujo cambios en la definición inicial basándose en la poderosa concepción de ecosistema de Tansley (Rijling, 2009).

A diferencia de la Ecología, los principios metodológicos de la investigación geoecológica de los paisajes están determinados por la interrelación dialéctica que se produce entre las condiciones naturales y la producción social, en la que considera la totalidad de los componentes naturales en una dimensión espacial (Mateo, 2012 b).

En la actualidad, se encuentra muy difundido el enfoque Presión-Estado-Respuesta, propuesto por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, que son la base de los llamados Informes GEO, promovidos por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este enfoque está basado en la premisa de que las acciones humanas

ejercen presión sobre el ambiente y cambian el estado de la calidad y cantidad de los recursos naturales. Basado en una lógica de causalidad determinística, asume que las actividades humanas ejercen una presión sobre el ambiente y afectan la calidad de sus elementos y la cantidad de sus recursos (estado), ante lo cual la sociedad responde mediante políticas ambientales, económicas y sectoriales, y cambios en la percepción y comportamiento (respuesta).

Este enfoque, tiene un alcance, generalmente, global y excesivamente generalizado (regionales, nacional y subnacional), insiste en la unidad ecosistémica, pero definida y clasificada ésta de manera muy vaga. La carencia de una unidad de análisis espacial con un soporte sistémico es su principal desventaja, cuestión que constituye el principio básico de la Geoecología de los Paisajes, no obstante en este trabajo se usa algunos de sus criterios en el análisis ambiental que se desarrolla en los humedales.

La utilización del enfoque geocológico de los paisajes en el estudio de los humedales enriquece el conocimiento sobre su aptitud, distribución espacial de la biodiversidad y los conflictos potenciales entre aptitud y uso actual del suelo. Este enfoque constituye el sustento físico-natural del ordenamiento ambiental (Priego, 2004).

Para el autor, el uso de la Geoecología de los Paisajes en el estudio de los humedales profundiza en el conocimiento estructuro-dinámico-funcional de estos paisajes y facilita la comprensión de, como suceden los flujos energético-sustanciales y su interrelación con paisajes vecinos, sean o no humedales; y la identificación de los servicios ambientales. Toda esta información es muy útil a los efectos de determinar objetos para la conservación, procesos de ordenamiento ambiental y de planeamiento físico, así como evaluar el impacto ambiental que pueden generar nuevos proyectos de desarrollo.

I.5.- Servicios ambientales de los paisajes

Como servicios ambientales se considera a las propiedades de los paisajes, gracias a las cuales se puede llevar a cabo de manera satisfactoriamente la actividad vital de la sociedad y del

hombre (Romanova, 2010). Estos servicios se subdividen en varias categorías (Rudskii & Sturman, 2007; Romanova, 2010):

- Servicios sustentadores:

El suelo, la tierra, los recursos del aire y del agua, maderables, minerales y otros recursos naturales materiales, que el hombre obtiene de la naturaleza para su actividad vital.

- Servicios formadores del medio:

Crean las condiciones para la existencia del hombre, y para la satisfacción de sus demandas estéticas, recreacionales y espirituales. Son aquellos que forman el medio físico del hábitat de la población: el relieve, el clima, el mundo animal, la vegetación y otros.

- Servicios restablecedores del medio:

Son las propiedades del paisaje que permiten al complejo natural amortiguar los impactos de carácter natural o antropogénico externos y que, en su conjunto, determinan la estabilidad del subsistema natural.

Es vital, considerar el rol de la sociedad en el manejo de los paisajes, base de la creación de un futuro en las formas de vida y la economía se encuentran sustentadas sobre el uso sostenible de los servicios ambientales que brindan esos paisajes (O'Farrell, et al. 2010; Person & Mac Alpine, 2011).

Para el autor, los servicios ambientales son aquellas propiedades del paisaje, que responden a mecanismos de su funcionamiento, gracias a los cuales ofrece beneficios al ambiente y a la sociedad. Estos beneficios, en el proceso de ordenamiento ambiental, pueden convertirse, según sus características, en potenciales de uso u objetivos para la conservación.

También plantea la existencia de muy pocas iniciativas donde los servicios ambientales sean tomados en cuenta en los procesos de planificación y manejo del paisaje, así como en la toma de decisiones. Considera que, aunque es un problema complejo, la escasez de investigaciones con enfoque geoecológico y la inexistencia de una cartografía de los servicios ambientales, ha contribuido al incremento de la degradación ambiental, debido al desconocimiento y la

debilidad en cuanto a la falta de evaluación oportuna de la comunidad científica sobre estos asuntos y sobre la transmisión a tiempo de estas concepciones a los decisores, con un lenguaje claro y sencillo.

I.5.1.- Servicios ambientales de los paisajes de humedales

Los paisajes de humedales sustentan directamente a millones de personas. En ellos se capturan peces para el consumo y se desarrolla actividades recreativas, además de que los bosques de manglares, reducen la energía de las olas, protegen comunidades costeras y, como humedales, reciclan el nitrógeno y mejoran la calidad del agua. (Barbier, 1997).

En la actualidad, comienza a reconocerse los beneficios que estos paisajes brindan a la sociedad y al medio ambiente, frente a los efectos del cambio climático, por sus funciones de amortiguamiento y regulación (Franke, et al. 2009; Ramsar 2011 b; Lane & D'Amico, 2010; Gustavson & Kennedy, 2010; Cariveau, et al. 2011; MMA, 2011; Spence, Guan & Phillips 2011).

Es conocida la capacidad de los humedales marino-costeros con manglares para atenuar la energía de las mareas, corrientes marinas, surgencias y tormentas (Stringer, et al. 2010). La ocurrencia del tsunami que afectó al Golfo de Bengala en el año 2004, con una pérdida de más de 250 000 vidas humanas y varios billones de dólares, focalizó la atención en la protección de los manglares pues, en los litorales con esta vegetación degradada o eliminada, hubo gran afectación en vidas y valores, en contraposición con aquellos que se encontraban intactos, en donde las pérdidas fueron mucho menores (Gedan, et al. 2011).

La escasez de literatura sobre los servicios ambientales, aplicados al uso y planificación del paisaje, sugiere que este concepto necesita más especificación para que sea pertinente y aceptable para su aplicación, sobre todo por los actores locales (Trofimov, 2009).

A juicio del autor, esta carencia de información está determinada por la falta de evaluaciones integrales de los paisajes que faciliten identificar y cartografiar esos servicios. Ello ayudaría a su reconocimiento adecuado en los procesos de ordenamiento ambiental, donde se procedería a

evaluarlos de manera cuantitativa y cualitativa lo que posibilitaría una valoración económica de éstos.

En la presente tesis, se utiliza la propuesta de Ramsar (2007 b) sobre los servicios ambientales de los humedales (Anexo 1), y se muestra la correspondencia entre esta propuesta y la planteada por Rudskii y Sturman en 2007 y ratificada por Romanova en el 2010 (Anexo 2).

I.6.- Ordenamiento Ambiental

La Ordenación y el Ordenamiento Ambiental son figuras de la planificación. Actualmente se distingue dos conceptos: la Ordenación Ambiental, como la búsqueda de la organización espacial de un territorio y el Ordenamiento Ambiental, como el conjunto sistémico de principios, normas y reglas (Lima, 2006, Mateo, 2012 b).

Ordenar un territorio ambientalmente significa disponer el uso de sus diversas partes y espacios de acuerdo con las potencialidades y posibilidades que le ofrecen sus sistemas ambientales. Es mantener la integridad ambiental, el cumplimiento de las funciones ecológicas y ambientales de cada una de sus partes, mantener el equilibrio y la estabilidad; en síntesis, una relación armónica entre los grupos sociales que habitan ese territorio y su entorno. Implica también, acciones de intervención y de dirección por parte de la sociedad, con papel protagónico de las autoridades gubernamentales y estatales (Lisio, 1996; AMA, 2009; Mateo, 2012 b).

En esta tesis, la unidad seleccionada para el análisis es el paisaje, su caracterización y evaluación geocológica se utiliza para la propuesta de modelo de ordenamiento ambiental, para el humedal Ciénaga de Zapata, territorio que ha sido delimitado por criterios económicos y políticos para su administración y gestión.

El paisaje constituye un sistema espacio temporal, una organización espacial compleja y abierta formada por la interacción entre componentes, o elementos biofísicos que pueden, en diferentes grados, ser modificados o transformados por las actividades humanas (Mateo, 2012 b), mientras por territorio se entiende en lo fundamental, el entorno, el espacio físico-regional y local de cuya administración y gobernabilidad son responsables las autoridades regionales y

municipales encargadas de la gestión económica, social y ambiental, o sea, un determinado espacio de poder (Haesbaert, 2010; Mateo, 2012 a).

En la actualidad, ante los complejos procesos de degradación ambiental, el ordenamiento ambiental adquiere una gran importancia para paisajes vulnerables, que son soporte de varias actividades socioeconómicas y reguladores de fenómenos naturales y antroponaturales, (Opdam & Luque, 2009). Por ello, un adecuado ordenamiento ambiental es una acción de adaptación que apoya la reducción de la vulnerabilidad de estos paisajes (Carter, et al. 2010).

Para el autor, el ordenamiento ambiental se entiende como un proceso de evaluación integral del contexto espacial donde, de acuerdo con sus características geocológicas, los servicios ambientales identificados y su situación ambiental; se determina potencialidades y restricciones. Sobre esa base, se propone su uso funcional y régimen de uso, que deben cumplir con lineamientos, normas y regulaciones.

La atención a la información sobre los servicios ambientales en el ordenamiento ambiental, aunque se encuentra en el marco conceptual relativo al tema, no se aborda de manera práctica, ni se menciona, en los trabajos que intentan evaluar el potencial del territorio a partir de las condiciones y recursos naturales. No se identifica los servicios que brindan los paisajes y su funcionamiento, aspectos estos relegados por los investigadores. Mientras más se demore la transmisión de estos conceptos a los decisores, más difícil será lograr su comprensión y poder justificar la protección de áreas naturales.

El autor propone evaluar la capacidad de gestión ambiental en entidades económicas clave en el territorio, lo que unido a la información sobre los servicios ambientales, constituyen aspectos novedosos que no han sido tomados en consideración en anteriores esquemas de ordenamiento ambiental.

I.7.- Capacidad de gestión ambiental y régimen de utilización del paisaje

La capacidad de gestión ambiental es la propiedad de las organizaciones y territorios para implementar un sistema dirigido a garantizar el adecuado manejo ambiental en el ámbito de su

competencia, mediante la mejora continua de su desempeño ambiental.

Se entiende este desempeño como el resultado obtenido en los principales indicadores de carácter ambiental de la organización en estrecha relación con su actividad principal. Ello no solo implica el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, sino también el incremento de la cultura ambiental de sus recursos humanos o grupos sociales identificados, así como la aplicación de buenas prácticas ambientales de producción y consumo sostenibles; lo que contribuye al mejoramiento de los resultados integrales de la organización y/o territorio objeto de análisis (Alfonso, 2012).

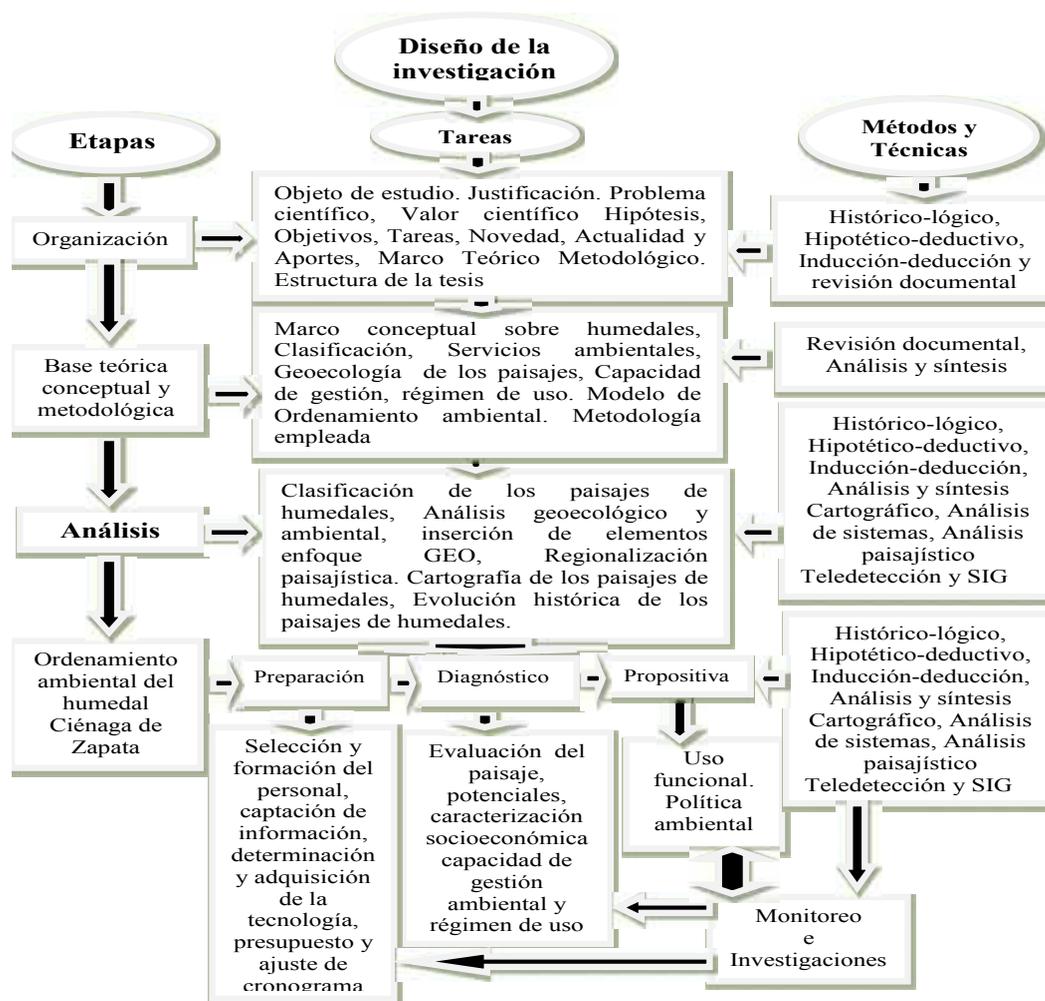
Por su parte, el régimen de utilización del paisaje es el conjunto de reglas, medidas y normas de utilización que constituye uno de los instrumentos fundamentales de la gestión del paisaje. Depende del régimen de los procesos naturales en el paisaje. El establecimiento, cumplimiento y control de la utilización del paisaje, constituyen elementos fundamentales del uso racional de los recursos naturales y de las actividades de protección de la naturaleza (Preobrazhenskii, 1982).

I.8.- Metodología empleada

La metodología utilizada en la presente investigación sobre humedales se estructuró en varias etapas de trabajo: Diseño y Organización, Base teórica-conceptual-metodológica, Análisis y, por último el ordenamiento ambiental del humedal Ciénaga de Zapata, como caso de estudio, que muestra la implementación del modelo conceptual de ordenamiento ambiental propuesto.

Este proceso de investigación, se ejecutó a partir de la secuencia metodológica que se muestra en la figura 1:

Figura 1. Secuencia metodológica de la tesis Fuente: Elaborada por el autor



I.8.1.-Diseño y organización

En esta etapa, se ejecutó la organización de la investigación, donde se determinó: el problema científico, antecedentes, fundamentación, hipótesis, el objetivo general y los específicos. También, se determinó la novedad científica, aportes y el marco teórico-metodológico y su actualidad. En esta parte fueron definidas las escalas y geotecnologías de trabajo.

I.8.2.-Clasificación, cartografía y diagnóstico geoecológico y ambiental de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas

Para lograr la sistematización científica de los conocimientos sobre los paisajes de humedales de Matanzas, se propone su tipología que, en esencia, consiste en la determinación de los tipos

de paisajes considerados como unidades territoriales repetibles y caracterizadas por la unidad dialéctica de sus componentes. En esta tipología, se ha adoptado cuatro unidades taxonómicas: clases, tipos, grupos y especies.

Las clases se distinguen a partir de la naturaleza y génesis primaria. Los tipos se corresponden con elementos de morfoestructura y clima, los grupos se identifican de acuerdo al relieve, agrupamiento de suelos, régimen de inundación y formación vegetal y las especies, unidad taxonómica más detallada, se distinguen de acuerdo a la forma del relieve, tipo de suelo, régimen de inundación y la formación vegetal, donde se especifica si existen especies dominantes.

En muchos países se utiliza sistemas automatizados, con tecnología de avanzada en la cartografía de los paisajes (Mateo, 2002; Priego, 2008; Cronemberger, 2012.; Sánchez & Mateo, 2010).

En el trabajo, “Paisajes y ordenamiento territorial: obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG” (Salinas & Quintela, 2001), se muestra los procedimientos adoptados para la realización del mapa de paisaje con el empleo de los SIG. Por su estructura y propuesta de síntesis de la información, así como por los aspectos que trata, esa contribución apoya la base metodológica utilizada en este trabajo.

Por otra parte, la “Propuesta para la generación de unidades de paisajes de manera semi-automatizada.”(Priego, 2008), formula los fundamentos y métodos para el desarrollo de la cartografía de paisajes a partir de un levantamiento integral de componentes naturales.

En el trabajo, “Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba” (Ramón, Salinas & Remond, 2009), muestra una plataforma metodológica general para la realización del levantamiento de las unidades de paisajes desde la perspectiva de la Geoecología de los paisajes, con la utilización de los SIG, y plantea un esquema tecnológico muy provechoso que sirve de guía general para trabajos de este tipo.

De este análisis el autor concluye que, aunque las metodologías analizadas responden a la delimitación de unidades de paisaje, tienen que adaptarse a las necesidades concretas de la cartografía de los humedales; que llevan implícitas algunos análisis no que son necesarios ejecutar para mapificar los humedales, como disección horizontal y vertical, pero; incuestionablemente sirven de antecedentes metodológicos.

En la actualidad, existen numerosos sensores remotos con resolución espacial media que se pueden utilizar para cartografiar con precisión los tipos de humedales. Los sensores como Landsat y SPOT, han cartografiado y monitoreado humedales por más de 20 años (Rodríguez & Souza-Filho, 2011). Una buena opción para la cartografía de los paisajes de humedales es usar de manera combinada los SIG y las imágenes satelitales (Frohn, et al. 2010; Grapentine &, Kowalski, 2010; Rover, et al. 2011).

Para la elaboración del mapa de paisajes de los humedales de la provincia de Matanzas a escala 1:100 000, se partió de la elaboración de un modelo digital del terreno (MDT) (Cowardin 1979; Ramón, Salinas & Remond, 2009). Se generó un modelo digital del terreno a escala 1: 100 000, ya que estos geosistemas ocupan niveles hipsométricos muy bajos y era necesario obtener un mayor grado de detalle que el aportado por el MDT a escala 1: 250 000 generado por el grupo empresarial Geocuba para nuestro país. Esta información se integró a la tributada por el STR (Shuttle Radar Topography Mission), para facilitar la delimitación de los pisos altimétricos, lo que facilitó una mejor diferenciación como resultado final. Se reclasificó el modelo obtenido para obtener los rangos del relieve (IGT, 2013) y seguidamente se procedió a estudiar la composición litológica, tipos de relieve, que junto a las principales características climáticas (anexo 3), permiten caracterizar este nivel taxonómico de paisaje. Los insumos utilizados fueron los mapas digitales de geología del Instituto de Geología y Paleontología a escala 1:100 000, y el geomorfológico de Matanzas a escala, 1:200 000, para lo cual se homogeneizó la escala de trabajo, y la integración de esta información con el uso del ArcGIS Desktop 10.1.

A continuación la primera acción consistió en convertir las capas “raster” obtenidas en polígonos y se realizó el cálculo del área mínima cartografiable y se eliminan los polígonos que están por debajo del área mínima. Seguidamente, y con el objetivo de lograr una mayor limpieza de la categoría obtenida, se eliminaron los ruidos del resultado de la reclasificación, y se obtuvo la capa de tipos de paisajes de humedales.

Por la baja posición hipsométrica mencionada en páginas anteriores, en el caso de los humedales de Matanzas, no fue necesaria la realización de mapas de disección vertical y horizontal, como es común en la metodología citada, para la realización de mapas de paisaje.

En la obtención de la siguiente categoría taxonómica, los grupos, se incluye nueva información digital, el Mapa hidrológico 1:100 000 de la Dirección de Recursos Hidráulicos de Matanzas, Mapa de suelos 1: 25 000 del Departamento de suelos del MINAGRI en Matanzas, y el Mapa de formaciones vegetales de Cuba a escala 1:100 000 (Estrada, et al. 2013).

Toda la información de los mapas mencionados se integró con el apoyo del GIS, con la capa tipos de humedales y con el mismo procedimiento explicado se obtiene la capa grupos de paisajes de humedales.

Por último, para el logro de la categoría jerárquica más pequeña, la especie, se procedió a integrar la capa grupos de paisajes de humedales, con los datos de agrupamiento de suelos, regímenes de inundación y especies vegetales dominantes; para de esta forma lograr la mayor diferenciación de los paisajes de humedales. A continuación se aplican las operaciones correspondientes para lograr la corrección de los resultados y se procede a la edición del mapa de los paisajes de los humedales de la provincia de Matanzas (Anexo 6).

Se utilizó para apoyar la identificación de los paisajes de humedales, la clasificación orientada a objeto de imágenes satelitales. La importancia de la segmentación y el procesamiento de la imagen, con la aplicación de la clasificación orientada a objeto para identificar humedales ha sido probada con éxito (Frohn, et al. 2009) y para este trabajo, fue procesada por el programa de clasificación de imágenes “Definies Developer”, mediante la clasificación de los paisajes de

humedales propuesta. Este es un sistema computacional que realiza tareas de interpretación de imágenes de sensores remotos, con la aplicación de la segmentación en múltiple resolución, clasificación orientada a objeto y jerarquización de decisiones (Cronenberg, 2012).

De esta forma, se elaboró una clasificación supervisada orientada a objeto, de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas, agrupándolas en las categorías ya identificadas, a partir de la misma estructura de datos. Se adoptó tres niveles de segmentación en un análisis de arriba abajo (top down), para definir las grandes unidades. Se tomó en consideración la clasificación propuesta, con el uso de la escala 1:100 000 para la definición de los tipos de humedales, con la indicación al sistema de los principales atributos inherentes a los paisajes de humedales que se deben seleccionar, principalmente litología, morfoestructura y altura del terreno (Alfonso, Cronenberg, & Martín, 2012). A este proceso, en esta técnica, se denomina regla de clasificación.

En el segundo nivel, fueron definidos los grupos, para ello se utilizó los resultados del análisis anterior, y se incorporó otros atributos de los humedales a la regla de clasificación para su reconocimiento. Ellos son: régimen de humedecimiento, agrupamiento de suelos y formaciones vegetales, con lo que se obtiene mayor nivel de detalle.

Por último, en el tercer nivel de segmentación, para obtener mayor precisión para las especies de paisaje y con una nueva regla de clasificación para esta unidad taxonómica, se agrega las capas tipos y grupos de paisajes de humedales y la información sobre especies dominantes de la vegetación. Se seleccionó los parámetros finales de segmentación por los números de intentos realizados y se les atribuyó los mayores pesos a la litología, la altura del terreno, el agrupamiento de suelos, el régimen de humedecimiento, las formaciones vegetales y las especies dominantes de vegetación (Alfonso, Cronenberg, & Martín, 2012).

Los resultados obtenidos por la clasificación orientada a objeto, apoyada por la segmentación de la imagen de satélite y la definición de una regla de clasificación para cada una de las unidades de paisaje de humedales, garantizó un mayor grado de detalle, lo que ayudó a

determinar diferencias no consideradas en los mapas temáticos que sirvieron de insumo, al integrar la información para el análisis con una mayor rapidez. La aplicación de esta técnica, ayudó a perfeccionar el mapa de humedales con el uso del ArcGIS Desktop 10.1.

I.8.3.-Análisis geoecológico y ambiental

Para aplicar el enfoque geoecológico y ambiental de los paisajes de humedales de Matanzas, se elaboró una tabla (Anexo 7), en la que se organiza este análisis con una sección que caracteriza la taxonomía de los paisajes en la que se identifica la clase, el tipo, el grupo, la especie y la superficie que ocupa, en km²; posteriormente se presenta la caracterización poliestructural, a partir de las geoestructuras, morfolitogénica, hidroclimatogénica y la biopedogénica.

El fundamento morfolitogénico reviste una importancia fundamental, para los humedales pues constituye la base para el desarrollo del humedal, ya que de acuerdo a sus características hipsométricas y a los depósitos que le sirven de substrato, se posibilita la concentración, en la mayoría de los casos, de los flujos de energía, materia e información favorables a la creación de estos paisajes de humedales.

La estructura hidroclimatogénica es vital para los humedales. En ella se combina regímenes y flujos hídricos abundantes o recurrentes que, con la presencia de substratos biogénicos muy jóvenes, aseguran la ocurrencia de los procesos físicos, químicos y biológicos que subordinados al ciclo hidroclimático de energía y materia, garantizan su funcionamiento e interacción continua, dándole la posibilidad de sostenerse y autorregularse.

Por otra parte, en la estructura biopedogénica se desarrolla mecanismos de circulación biológica muy relacionados con los ciclos de movimiento de energía y materia derivados de los movimientos del agua, y el régimen de humedecimiento, que son facilitados por las estructuras que le sirven de base. Esa estructura es responsable de la endoregulación o regulación interna del geosistema, condicionada por la circulación biótica y por el ciclo biológico de energía y materia, en el que predominan los procesos bióticos resultantes de la deposición, descomposición y movimiento de la materia orgánica en un ambiente reductor, y la ocurrencia

de la fotosíntesis de las plantas y las cadenas tróficas de la fauna; todo lo cual se integra en el funcionamiento geoecológico.

En la tabla citada (Anexo 7), se incluye el análisis dinámico funcional, se entiende éste como el conjunto de procesos que garantizan el funcionamiento de los geosistemas; se caracteriza la síntesis de la dinámica funcional de los procesos que rigen la génesis del paisaje, y el tipo de paisaje funcional; y se identifica los servicios ambientales que aporta cada paisaje.

Se reconoce al funcionamiento del paisaje como un proceso de balance e intercambio de flujos EMI, que permite garantizar la existencia de una determinada estructura y propiedades del paisaje (Diákonov, 2007; Mateo, 2008).

Si se conoce el régimen de funcionamiento, es posible evaluar de manera más precisa el impacto de actividades económicas en el paisaje y la respuesta de éste ante las entradas de flujos de EMI que le impone la propia naturaleza y el desarrollo socioeconómico. En este análisis se integra la síntesis de la dinámica funcional de los procesos de cada tipo de paisaje.

La función geoecológica se define como el objetivo que cumple el sistema para garantizar la permanencia de determinada categoría de estructura y funcionamiento, tanto del propio geosistema, como del sistema superior al que pertenece. El tipo de paisaje funcional, se determina de acuerdo con su participación en las diversas categorías de estructuras funcionales, y de las relaciones de intercambio energético-sustancial en los paisajes.

Por último, se aborda el análisis ambiental para cada especie de paisaje de humedal identificado para la provincia de Matanzas, en el que se integran indicadores, aportados por el enfoque PEIR, tales como presión o amenaza, problema geoecológico, tendencia del problema, respuesta de la gestión, correspondencia del potencial y el ordenamiento territorial aprobado, estado ambiental actual y estado ambiental de acuerdo a la tendencia del problema geoecológico, que se definen como sigue:

- La presión o amenaza. Se corresponde con las actividades económicas que pueden traer consigo afectaciones a la estructura, y al funcionamiento del paisaje y, por tanto, influyen

en su estado ambiental de éstos.

- El problema geocológico. Se manifiesta en aquellos procesos que alteran la estructura y el funcionamiento de los geosistemas y tienen como consecuencia, dificultar el aporte en calidad y cantidad de servicios ambientales que de manera natural brindan los paisajes, lo que afecta la sustentabilidad de las actividades que desarrollan los diferentes grupos sociales.
 - Tendencia del problema geocológico. Es el comportamiento u orientación que toma el problema geocológico como proceso ambiental bajo determinadas condiciones naturales, socioeconómicas y políticas concretas. Se dividen en las categorías siguientes:
 - ✓ Creciente. Se percibe el incremento de la intensidad de los procesos de deterioro ambiental generado por el problema geocológico identificado, así como el área que es afectada por éste.
 - ✓ Estable. No se percibe el incremento de la intensidad de los procesos de deterioro ambiental generado por el problema geocológico identificado y el área que es afectada por éste no se incrementa.
 - ✓ Decreciente. Se percibe una reducción sistemática de la intensidad de los procesos de deterioro ambiental generado por el problema geocológico identificado, así como del área que es afectada por éste, sustentado ello en programas de rehabilitación ambiental y el fortalecimiento de la capacidad de gestión ambiental de las organizaciones responsables de la gestión.
 - Respuesta al ordenamiento territorial por la gestión económica. Es la política de asimilación socioeconómica en la que se distingue el uso mayoritario del contexto general del paisaje por un sector determinado.
 - Correspondencia del potencial y el ordenamiento territorial aprobado. Es la relación entre el potencial del paisaje y el uso asignado a este en el proceso de ordenamiento territorial.
- Las categorías para su evaluación son:

- ✓ Adecuado. El resultado del análisis del potencial del paisaje y de la función que se le asigna en el marco del ordenamiento territorial aprobado, puede garantizar un uso adecuado de las características geológicas del paisaje. Pueden existir afectaciones a la estructura y al funcionamiento del paisaje, porque en la implementación de su uso se incumple con algunos de los lineamientos de manejo ambientalmente recomendados para el uso.
- ✓ Medianamente adecuado. El resultado del análisis del potencial del paisaje y de la función que se le asigna en el marco del ordenamiento territorial garantiza, en parte, un uso adecuado de las características geológicas del paisaje, Ello trae como resultado algunas afectaciones a la estructura y al funcionamiento del paisaje, porque en la implementación del uso, se incumple con algunos lineamientos clave para el manejo que son ambientalmente recomendados.
- ✓ Inadecuado. El resultado del análisis del potencial del paisaje y de la función que se le asigna en el marco del ordenamiento territorial, no garantiza un uso adecuado de las características geológicas del paisaje, lo que trae como resultado afectaciones sensibles a la estructura y al funcionamiento del paisaje, ya que este uso incumple con la mayoría de los lineamientos de manejo ambientalmente recomendados.
- Estado ambiental. Calidad geológica del paisaje dado determinada por: tipo, grado del impacto, capacidad de reacción y absorción de estos (Mateo & Hasdenteufel, 2003; Mateo, 2012 b). Para la determinación del estado geológico se tuvo en cuenta los procesos geológicos degradantes, que son consecuencia del reforzamiento de los procesos naturales, o constituyen un resultado directo de la acción antrópica (Mateo & Hasdenteufel, 2003; Mateo 2012 b). Para el autor, el estado ambiental del paisaje es el resultado de los mecanismos internos de regulación del paisaje ante la influencia de los elementos externos que pueden ser antrópicos o naturales. El estado ambiental es el resultado de la interrelación entre fuerzas exógenas al sistema y el comportamiento de

los mecanismos internos de autorregulación del paisaje. Si existe un mecanismo de autorregulación de un paisaje, con un estado de funcionamiento adecuado, la respuesta ante fuerzas externas será más favorable que en aquel donde el funcionamiento de los mecanismos de autorregulación interna no lo sea, debido a una fuerte influencia de actividades antrópicas o a fenómenos naturales extremos. Se identifica como procesos que pueden afectar al estado ambiental del paisaje: el desbalance hídrico, la fragmentación del paisaje, la contaminación por vertimiento de residuales líquidos y sólidos, la alteración de la diversidad biológica por la introducción de especies exóticas invasoras, e incendios forestales; entre otros.

En la evaluación del estado ambiental, se usó las categorías siguientes (Mateo, 2007):

- ✓ Favorable. Se conserva la estructura original. No existen problemas ambientales significativos, que deterioren al paisaje. El nivel de los procesos geocológicos tienen un carácter natural y la influencia antrópica es pequeña. Estos paisajes constituyen los núcleos de la estabilidad geocológica y son principalmente paisajes primarios, o naturales, con limitado uso e impacto antrópico.
- ✓ Medianamente favorable. Reflejan pocos cambios en la estructura. Inciden algunos problemas de intensidad leve a moderada, que no alteran el potencial natural y la integridad del paisaje. Son áreas que están asimiladas y utilizadas por el hombre, de tal forma, que el uso de la tierra puede ser sustentado, por varias generaciones. Estas áreas necesitan de manutención y cuidado de bajo costo, para asegurar que continúe en estado sustentable.
- ✓ Desfavorable. Paisajes que se caracterizan por fuertes cambios en la estructura y funcionamiento, de tal manera que no pueden cumplir, como corresponde, las funciones geocológicas. La incidencia de algunos problemas ambientales dan lugar a un descenso significativo de la productividad y conduce a que ésta, probablemente, se pierda en el transcurso de una generación.

Estado ambiental pronosticado. Es el que se estima que se manifieste en los próximos 15 años de acuerdo a la tendencia ambiental que poseen en la actualidad, los problemas geoecológicos que se identificaron, la correspondencia entre el potencial y el ordenamiento territorial aprobado, los programas de desarrollo planificados y la efectividad de los programas de rehabilitación ambiental emprendidos gracias al incremento del programa del inversiones para el medio ambiente que se ejecuta anualmente a través de los planes económicos. Su estimación sigue el mismo modelo conceptual que el del estado ambiental actual.

I.8.4.-Ordenamiento ambiental del humedal Ciénaga de Zapata

En este caso, el objeto de la investigación es un territorio donde predominan los paisajes de humedales. El propósito es conformar un modelo conceptual para el ordenamiento ambiental (Anexo 4), lo que se alcanza con el cumplimiento de las tareas siguientes:

1. Aplicación del enfoque geoecológico, para la distinción y caracterización de los paisajes.
2. Caracterización socioeconómica del territorio objeto de análisis.
3. Determinación de la capacidad de gestión ambiental y régimen de uso.
4. Zonificación funcional del territorio objeto de estudio.
5. Propuesta de política ambiental para el ordenamiento y lineamientos generales y específicos por unidad de paisaje.

La descripción de las etapas del proceso de ordenamiento ambiental se detalla a continuación:

1.- Etapa de preparación

Aquí se realizan todas aquellas actividades y tareas que permitirán ejecutar el ordenamiento ambiental que son: la selección y formación del personal que participará; la captación de la información relevante para la investigación (para establecer los marcos conceptual, jurídico, experimental y contextual necesarios), la determinación y adquisición de la tecnología necesaria para el almacenamiento y procesamiento de la información; el establecimiento del presupuesto, el cronograma, y las condiciones para el trabajo.

2.- Etapa de evaluación y diagnóstico

Se procede a ubicar el territorio objeto de ordenamiento ambiental, y se caracteriza este tanto por su sistema natural, como socioeconómico. Ello facilita identificar sus potencialidades y precisar el estado en que se encuentra. Aquí se genera información de base para elaborar diferentes propuestas, de acuerdo al contexto ambiental, económico y político. Se cumple estos objetivos mediante la ejecución de las siguientes tareas:

- **Caracterización poliestructural:** Permite conocer la organización del paisaje, refleja la organización sistémica de sus elementos funcionales y las regularidades que determinan su morfología y su integridad. Se identifica y describe las estructuras morfolitogénica, la hidroclimatogénica y la biopedogénica.
- **Caracterización dinámico-funcional:** Facilita el conocimiento de las principales características de los procesos que rigen la génesis del paisaje, los tipos, las categorías funcionales, y los servicios ambientales que ellos brindan.
- **Diagnóstico y evaluación ambiental:** Identifica las actividades que constituyen las principales presiones; los problemas que se generan; los potenciales y la relación entre éstos y el ordenamiento territorial aprobado; el tipo de gestión que se implementa, así como la evaluación del estado ambiental.
- **Determinación de potenciales del paisaje y régimen de uso:** Se parte de la caracterización geoecológica efectuada previamente, que permite entender sus posibilidades naturales para el desarrollo de ciertos usos y actividades en un contexto económico-social dado. El potencial del paisaje se define como la medida del cumplimiento de las funciones socioeconómicas por parte de los paisajes, lo que refleja, el grado de su posible participación en la satisfacción de las diferentes necesidades de la sociedad. Depende sus propiedades naturales, y de las direcciones y formas de utilización (Preobrazhenski, 1982). Las condiciones de la dinámica, estructura y

funcionamiento de los paisajes, le confieren propiedades propias, que constituyen factores que facilitan o no el desarrollo de determinadas actividades socioeconómicas.

En este modelo, se evalúa aquellos potenciales característicos de los paisajes de humedales.

- **Potencial hídrico:** es una característica propia de los paisajes de humedales, que indiscutiblemente ayuda a valorar la función del paisaje desde la perspectiva de la calidad y disponibilidad de agua (Perkins & Jawitz, 2010). La valoración del potencial hídrico se consideró al integrar el potencial de agua superficial y el de agua subterránea. El potencial hídrico superficial está determinado por la cantidad y calidad de las fuentes de agua. Estos dos criterios son determinantes al iniciar el proceso de planificación, y pueden condicionar el desarrollo de actividades económicas y sociales.

Para su evaluación se estableció las siguientes categorías:

- ✓ **Bajo:** Inexistencia de cuencas superficiales y subterráneas bien determinadas: baja disponibilidad de agua y mala calidad, por elevada conductividad eléctrica, presencia de cloruros, o sólidos disueltos.
- ✓ **Medio:** Cuencas superficiales no reguladas con disponibilidad de agua que en calidad y cantidad, pueden ser de uso agrícola, turístico, acuícola, con disponibilidad de volúmenes de agua entre 5 y 10 litros/seg., que puede ser utilizada para el consumo humano y agropecuario.
- ✓ **Alto:** Existencia de una cuenca hidrológica superficial, regulada o subterránea, con disponibilidad que supera los 15 litros/seg. de agua potable, suficiente para diversos usos: agrícola, pecuario, turístico, recreativo, acuícola y humano.
- **Potencial forestal:** Los humedales brindan un potencial forestal importante, el aprovechamiento que se haga de este potencial debe ser a través de lineamientos de manejo que permitan su sostenibilidad. A partir de la naturaleza y condición del bosque es posible determinar la orientación económica que se le puede dar, es decir, las clases

de capacidad de uso. Los criterios técnicos utilizados aquí para la definición de las clases de capacidad de uso forestal, están determinados por la evaluación que tiene como fuente las siguientes categorías:

- ✓ Bajo: Existencia de gran fragmentación de los bosques por el exceso de explotación, lo que ha traído como resultado que se reduzca el valor de las especies forestales.
 - ✓ Medio: Posee especies para usos forestales y áreas con nuevas plantaciones, aunque existe un nivel de fragmentación del bosque por la explotación forestal.
 - ✓ Alto: Existencia, en cantidad y calidad, de especies forestales adecuadas para la explotación forestal.
- Potencial turístico: El humedal en su conjunto posee áreas con un alto potencial turístico. En su valoración se toma en cuenta la existencia de áreas con alta diversidad biológica y geográfica; valores socioculturales y naturales, como son las zonas de pesca, las costas, las formas cárnicas, los monumentos destacados, las playas, etc.

Para su evaluación se establecieron las siguientes categorías:

- ✓ Bajo: Existencia de valores naturales y un estado ambiental favorable para el desarrollo de productos de turismo de naturaleza, pero de difícil acceso, e inexistencia de infraestructura, lo que hace muy complejo el desarrollo de esos productos.
- ✓ Medio: existencia de áreas con valores naturales, paisajísticos, faunísticos y limitada existencia de cuerpos de agua; presentan algunos problemas ambientales derivados de la introducción de especies exóticas invasoras que requieren ser manejadas y restauradas para su mejor aprovechamiento y explotación.
- ✓ Alto: Existencia de áreas con excelentes valores de la biodiversidad, geodiversidad y valores históricos, en lugares con posibilidades reales de

desarrollar diferentes modalidades turísticas. Requieren, en algunos sitios, acciones de restauración y manejo para el desarrollo óptimo de las actividades.

- **Potencial agropecuario:** Los humedales tienen limitados potenciales agropecuarios, debido a las particularidades de sus suelos y a su baja aptitud para los cultivos y el desarrollo ganadero. Por esas razones se analizaron aquellas características que constituyen factores limitantes de los suelos, como la capacidad real de producción, la erosión, la saturación, la profundidad, el drenaje, la rocosidad, la pedregosidad, la pendiente, y la salinización; ya que su análisis integrado posibilita hacer una adecuada valoración. Para su evaluación, se tomaron en consideración los tipos de suelo con algún potencial para la actividad agropecuaria y disponibilidad de agua y se establecen las categorías siguientes:

- ✓ **Bajo:** Suelos con alta pedregosidad en la llanura cársica; existencia de salinización del manto subterráneo; intensos procesos cársicos; suelos con baja profundidad efectiva (menor de 25 cm), baja fertilidad natural; alta pedregosidad y rocosidad, poca humificación y limitaciones de agua por cantidad y calidad (salinidad).
- ✓ **Medio:** Suelos ferralíticos rojos y ferralíticos amarillentos lixiviados, en algunos sectores, con mal drenaje, y posibilidades de utilización de agua; suelos con profundidades entre 25 y 60 cm, aunque existen sectores con alguna pedregosidad y rocosidad, que son factibles con acciones de manejo.
- ✓ **Alto:** Suelos ferralíticos rojos y ferralíticos amarillentos lixiviados, sin limitaciones apreciables y buenas condiciones, profundidad superior a 60 cm, buen contenido de materia orgánica, y buena disponibilidad de agua.

- **Potencial acuícola:** Uno de los productos que brindan los humedales es la producción de peces, tanto de agua dulce, como aquellos provenientes de la zona marina, por la cantidad de nutrientes que los humedales generan, y que posibilitan que muchas especies marinas, en momentos críticos de su desarrollo, utilicen los humedales

costero-marinos y fluviales como hábitat. Es por ello que se identifica como una de las fuentes de trabajo y de vida las posibilidades de desarrollo de la actividad acuícola, en los diferentes espejos de agua del humedal. Se tomó como atributos principales para la evaluación y la existencia de espejos de agua que, en dependencia de la cantidad y calidad, permitan el desarrollo de la actividad sin afectaciones a las poblaciones autóctonas del humedal.

Se estableció las categorías siguientes:

- ✓ Bajo. La existencia de espejos de agua con muy baja disponibilidad, en calidad y cantidad, solo utilizables en los períodos de mayor pluviosidad.
- ✓ Medio. La existencia de espejos de agua con disponibilidad durante todo el año, y reposición no permanente en los períodos de seca, lo que impide que la actividad acuícola pueda desarrollarse de manera permanente.
- ✓ Alto: Existencia de espejos de agua y canales, con disponibilidad de agua en calidad y cantidad todo el año, con reposición de agua suficiente que permite condiciones adecuadas para el desarrollo permanente de la actividad acuícola, sin afectaciones para las especies que se destinen al cultivo.
- Potencial de conservación: Los humedales constituyen, en su conjunto, un patrimonio natural extraordinario, que hace que ellos ostenten categorías honoríficas internacionales de conservación o de áreas bajo categorías de manejo de áreas protegidas, lo que facilita que los valores que brindan estén en calidad y cantidad suficientes para permitir su pleno disfrute por la sociedad.

Se estableció las siguientes categorías:

- ✓ Bajo: Paisajes con valores medios y bajos de taxones de interés, para la flora y la fauna, y de geodiversidad, y pocos servicios ambientales identificados. Poseen áreas muy degradadas y fragmentadas por la actividad humana y necesitan acciones de restauración.

- ✓ Medio: Paisajes con valores altos y medios de taxones de interés para la flora y la fauna, y geodiversidad; que prestan servicios ambientales a la sociedad y a la misma naturaleza. Presentan áreas con impactos puntuales que requiere de acciones de restauración para elevar su valor.
- ✓ Alto: Paisajes con gran valor de taxones de interés, para la flora y la fauna, geodiversidad, y servicios ambientales significativos en un estado adecuado de conservación. Se hace necesario perfeccionar la efectividad del manejo de estos paisajes, dentro del sistema de áreas protegidas, para preservar sus valores.
- Potencial regulador-soporte: Constituye la propiedad que posee el paisaje de cumplir con las funciones de regulación y soporte que son vitales para facilitar satisfactoriamente, no solo la actividad del hombre como especie biológica, sino también la del propio paisaje como sistema natural. Esta definición no ha sido bien comprendida por aquellos que no consideran al paisaje en su totalidad como un sistema, y ello les impide percibir su potencial como una propiedad emergente.

En este punto se distingue aquellas funciones que cumplen los paisajes que son más difíciles de percibir y valorar en su justa medida por la sociedad, pero que revisten una importancia vital en el contexto ambiental, por lo que deben ser conocidos y considerados, porque de ellos depende, también, la sostenibilidad del desarrollo.

Los paisajes ofrecen propiedades reguladoras y de soporte, entre las que se encuentran: retención y aporte de nutrientes, control de inundaciones, protección contra huracanes, regulación del clima local, sumidero de carbono, protector de la línea de costa, etc., importantes para el mantenimiento del funcionamiento y el equilibrio de las interrelaciones no solo entre los paisajes de humedales, sino también con los paisajes vecinos con los cuales interactúan. De ahí entonces la importancia de este potencial en la estabilidad ambiental no solo local, sino también regional.

Para su evaluación se estableció las siguientes categorías:

- ✓ Bajo: Se identifica de dos a tres servicios ambientales, debido a las características geocológicas propias del paisaje ó a procesos de degradación provocados por la actividad humana que afectan la estructura y el funcionamiento del paisaje y les impide ofrecer variados servicios ambientales.
- ✓ Medio: Se identifica tres o cuatro servicios ambientales debido a, tanto a las características geocológicas del paisaje, como a la influencia de procesos de degradación ambiental naturales o antrópicos, que afectan, de una manera u otra, la estructura y funcionamiento del paisaje, pero sus mecanismos de regulación interna permiten que no se comprometa su funcionamiento general.
- ✓ Alto: Se identifica más de cinco servicios ambientales, aunque pueden existir procesos de degradación, sus mecanismos de regulación interna permiten que no se comprometa la estructura y su funcionamiento general.
- Régimen de uso: Es el conjunto de reglas, medidas y normas de utilización que constituye uno de los instrumentos fundamentales de la gestión del paisaje y depende del estado ambiental del paisaje. El establecimiento del régimen, su observancia y control de la utilización (en plazos de extracción de sustancias, en la observación de las normas y las cargas periódicamente, de las medidas y de los plazos de aplicación de las medidas de mejoramiento etc.), constituyen base fundamental para la sostenibilidad de las actividades económicas que se ejecutan en el paisaje y, por consecuencia, de su protección.

Es muy importante la atención al régimen de uso, sobre todo en paisajes jóvenes e inestables desde el punto de vista geocológico, es decir, paisajes con baja estabilidad natural, donde su evolución no ha permitido el desarrollo avanzado de la pedogénesis, ya que la intensidad de los flujos de energía-sustancia dificulta la formación de los suelos y de la cobertura vegetal. Se consideró el uso como: intensivo, semi intensivo y extensivo o bajo, de acuerdo a las características geocológicas propias de la unidad de

paisaje evaluada.

- **Caracterización socioeconómica:** Consiste en el estudio de los procesos socioculturales, sociodemográficos y socioeconómicos que tienen lugar en el territorio. Es necesario realizar un análisis de las características principales de cada uno de ellos, al ser los responsables de la utilización y modelado del espacio, y de determinar la manera en que se implementa el modelo de ordenamiento ambiental.

La integralidad del análisis se garantiza al tenerse en cuenta las condiciones para la producción, formación y reproducción de la fuerza de trabajo, así como otros aspectos sociales y culturales que ocurren en estos lugares.

- **Determinación de la capacidad de gestión ambiental:** Se realiza a partir de los resultados de las inspecciones estatales ambientales desarrolladas, donde se evalúa el desempeño ambiental de las organizaciones, así como el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y los resultados de la evaluación de la efectividad del manejo en las áreas protegidas. En estas últimas, mediante el uso de indicadores y la participación de los principales actores en su administración y manejo, se evalúa los principales aspectos que rigen los procesos de planificación, administración, manejo, protección, educación, para un determinado periodo de tiempo, de la efectividad en el manejo del área. Todo lo anterior ayuda a visualizar las fortalezas y debilidades de las organizaciones del territorio para enfrentar la implementación del modelo propuesto. Se caracteriza el desempeño ambiental de las unidades organizativas de producción y servicios clave que gerencian las principales actividades presentes en el territorio, mediante la evaluación del cumplimiento de la legislación ambiental vigente, y con la implantación de sistemas de gestión y control, que poseen indicadores claros y sencillos. Esta información ha sido aportada por la Unidad de Medio Ambiente de la Delegación Territorial del CITMA en Matanzas, lo que, durante varios años ha desarrollado las inspecciones estatales

ambientales, y otras actividades, dirigidas a controlar la implementación de la legislación ambiental aprobada y a evaluar el desempeño y los resultados principales.

Para su evaluación se estableció las siguientes categorías:

- ✓ Muy bajo: No posee programa ambiental, ni personal que atienda la temática, la que se atiende de manera reactiva y, en el mejor de los casos, solo ocurre bajo la presión del cumplimiento de las medidas emanadas de la inspección estatal ambiental. Cuyo cumplimiento está por debajo del 40%. Los indicadores de su desempeño ambiental son muy bajos y la efectividad del manejo en el caso de las áreas protegidas, se encuentra por debajo del 40 %.
- ✓ Bajo: No posee programa ambiental, ni personal que atienda la temática, la atención a la temática ambiental es reactiva y solo ocurre bajo la presión del cumplimiento de las medidas emanadas de la inspección estatal ambiental, cuyo cumplimiento se encuentra entre 50 y 70 %, los indicadores de su desempeño ambiental son bajos y la efectividad del manejo en el caso de las áreas protegidas se encuentra entre un 40 y 50 %.
- ✓ Medio: Posee un sistema, o programa ambiental, para la mitigación de los principales problemas ambientales que genera la entidad y tiene seguimiento por la alta dirección, la problemática ambiental no es sistemática y es atendida por un especialista, que tiene otras responsabilidades. Posee un desempeño ambiental aceptable, el cumplimiento de la inspección estatal ambiental se encuentra entre un 70 y 80 %, y la efectividad del manejo, en el caso de las áreas protegidas se encuentra entre un 60 y 70 %.
- ✓ Alto: Posee un sistema o programa que permite dar seguimiento a la problemática ambiental. Cuentan con una herramienta de la alta dirección de la organización para el mejoramiento continuo de su desempeño ambiental, y cumple por encima del 80 % las medidas correspondientes a la inspección estatal ambiental y la

efectividad del manejo en el caso de las áreas protegidas se encuentra por encima del 70 %.

3.- Etapa propositiva

Con la información obtenida en la etapa de evaluación y diagnóstico, se procede a realizar las propuestas de uso, según las potencialidades que tiene el territorio y de acuerdo a lineamientos, normas y regulaciones del marco legal ambiental vigente. Este objetivo se logra con el cumplimiento de las tareas siguientes:

- Zonificación funcional: Se determina áreas con potencial para el desarrollo de diferentes actividades económicas y de conservación que pueden ser tomadas en consideración en el ordenamiento territorial y, en consecuencia, utilizadas en el sistema productivo del territorio.
- Definición de las políticas y lineamientos generales y específicos para la formulación y desarrollo del modelo de ordenamiento ambiental: En correspondencia con todo lo anterior, se define las políticas de utilización del espacio y los lineamientos generales y específicos para cada una de las unidades del paisaje donde se conceptualizan premisas y restricciones a cumplir en cada uno de los escenarios.

4.- Etapa de perfeccionamiento del modelo

Esta etapa permite mejorar de manera paulatina los resultados obtenidos y establece el sistema de seguimiento de los procesos naturales y las actividades socioeconómicas. Se ejecuta las evaluaciones e investigaciones dirigidas a lograr nuevos conocimientos que posibilitarán el mejoramiento continuo del modelo propuesto. En esto es muy importante el establecimiento e implementación de un sistema de monitoreo basado en indicadores ambientales seleccionados para el territorio y la efectividad de las actividades económicas, todo lo cual deberá aportar los insumos necesarios para tomar acciones que faciliten el mejoramiento continuo del modelo.

I.9.- Conclusiones parciales

El análisis conceptual en torno a los humedales, ha permitido conformar una secuencia metodológica para el estudio de los mismos con enfoque paisajístico y su ordenamiento ambiental con la aplicación del enfoque geoecológico, que es novedoso para este tipo de paisaje.

El marco teórico para la aplicación del enfoque geoecológico en el estudio de los humedales, constituye una vía idónea para lograr el carácter holístico de la investigación, así como definir los conceptos paisaje y territorio, que son fundamentales para la propuesta de un modelo conceptual de ordenamiento ambiental.

El uso de los sensores remotos, los SIG y las técnicas de clasificación orientadas, como herramientas para la cartografía de los paisajes de humedales, constituyen aspectos clave para incrementar el nivel de conocimiento y el uso racional de éstos.

El modelo de ordenamiento ambiental con enfoque geoecológico, propuesto, aplica, por primera vez, información de los servicios ambientales y de la capacidad de gestión ambiental y posee potencialidades que pueden ser aplicadas también a otros tipos de paisajes. En el modelo se aplica herramientas mediante las cuales se garantiza su mejoramiento continuo, con el monitoreo sistemático de sus resultados.

CAPITULO II. CLASIFICACIÓN, CARTOGRAFÍA Y CARACTERIZACIÓN GEOECOLÓGICA DE LOS PAISAJES DE HUMEDALES DE LA PROVINCIA DE MATANZAS

En este capítulo, se propone una clasificación de los humedales de la provincia de Matanzas, a partir de la identificación y la caracterización geocológica de los paisajes. Estos resultados constituyen una contribución al conocimiento del funcionamiento general de los humedales y al uso de esta información en aras de garantizar su conservación y uso sostenible, mediante su ordenamiento ambiental y la aplicación de políticas adecuadas de gestión. De esta forma, los resultados que se presenta en este capítulo son: la clasificación y cartografía de los paisajes de humedales, su diagnóstico geocológico y la aplicación de un modelo de ordenamiento ambiental para los paisajes de humedales.

II.1.- Descripción general de la provincia de Matanzas. Clasificación, cartografía y regionalización de los paisajes de humedales

La provincia de Matanzas limita al norte con el estrecho de la Florida; al oeste con la provincia Mayabeque y la ensenada de la Broa; al noreste con la provincia de Villa Clara; al sureste con la provincia de Cienfuegos y al sur con el Mar Caribe. Su área total es de 11 803,02 km², con la inclusión de los cayos septentrionales y meridionales. Por tanto, Matanzas abarca 10,7% del territorio nacional y ocupa el segundo lugar por su superficie entre todas las provincias cubanas (CITMA, 2012).

Desde el punto de vista físico-geográfico, forma parte del Distrito Habana-Matanzas. Como la mayor parte del archipiélago cubano, se caracteriza por el predominio de los paisajes de llanuras, la amplitud superficial de las rocas carbonatadas, la débil diferenciación latitudinal y la presencia dominante de un régimen bioclimático tropical estacionalmente húmedo, en el que el tipo zonal de vegetación corresponde a los bosques semidecíduos mesófilos, muy degradados por diversas actividades humanas (Cabrera, 1996).

II.1.1.- Clasificación de los humedales. Tipología de los paisajes de humedales

Sobre la base del conocimiento de los paisajes de la provincia, se ha propuesto una clasificación que, en esencia, identifica los paisajes de humedales, como sistemas naturales repetibles, caracterizados por la unidad dialéctica de sus componentes (Alfonso & Dipotet, 2009). Los índices diagnósticos definidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Índices usados para la clasificación de humedales de la provincia de Matanzas. Fuente: Elaborado por el autor.

Niveles taxonómicos	Naturaleza	Morfo-estructura	Genesis	Condiciones climáticas	Régimen de inundación	Suelo	Relieve	Formación vegetal	Especie vegetal dominantes
Clases	X								
Tipos		X	X	X					
Grupos		X	X		X	X	X	X	
Especies		X	X		X	X	X	X	X

En esta clasificación de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas se proponen dos clases y seis tipos que son:

Clases

- Naturales
- Transformados

Tipos

- Humedales en llanuras marinas con clima cálido y poco lluvioso, donde la dinámica de los sedimentos está vinculados al régimen de las mareas y las corrientes, procesos naturales vitales en su formación y desarrollo.
- Humedales en llanuras lacuno palustres, desarrolladas en depresiones tectónicas con clima muy cálido e invierno notable, y medianamente lluvioso, en que predomina la acumulación de agua y sedimentos de origen biogénicos.

- Humedales en llanuras semipantanosas transicionales, con clima cálido, poco a medianamente lluvioso, localizadas entre las llanuras cársicas interiores y llanuras marinas con depósitos lacuno-palustres en depresiones tectónicas, lo que condicionan los flujos de agua y sedimentos hacia los paisajes ubicados en las áreas contiguas más bajas.
- Humedales en llanuras fluviales y deltaicas, con predominio de clima muy cálido e invierno notable y medianamente lluvioso, en los que la combinación de los procesos fluviales y marinos contribuyen al aporte y distribución de sedimentos.
- Humedales en llanuras marinas litorales y sublitorales cársico acumulativos, con clima cálido e invierno notable, poco a medianamente lluvioso, que son el resultado de procesos de disolución cársica, donde ocurren procesos secundarios de empantanamiento.
- Humedales transformados. Estos han evolucionado a partir de paisajes naturales con una fuerte influencia humana. Pueden localizarse en llanuras marinas litorales y sublitorales, llanuras fluvio marinas, llanuras cársicas o llanuras denudativas interiores. Constituyen el resultado de la creación, por parte de la sociedad para beneficio propio, de áreas que ofrecen de manera intensiva, algunos de los servicios ambientales que brindan los paisajes de humedales naturales.

II.1.2.- Cartografía de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas

Para la cartografía de estos paisajes se utilizó el ArcGis 10.0, combinado con el método de clasificación orientada a objeto como se explicó en el capítulo I, con el que se obtuvo el mapa de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas (anexo 6). El análisis de este mapa arroja que los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas, cubren un área aproximada de 4247,18 km², que representan 35,98 % de la superficie provincial. Su distribución se muestra en el anexo 5.

Se obtuvo, además, el mapa de funcionamiento de estos paisajes, de acuerdo a las categorías de estructuras funcionales y las relaciones de intercambio energético-materiales (Mateo, 2011) y que se muestra en el Anexo 8, así como los mapas de los servicios ambientales (Anexos 9, 10,11 y 12) según la propuesta de la Convención Ramsar y del estado ambiental (Anexo 13), por lo que se aporta un soporte cartográfico que profundiza no solo en el análisis espacial de los humedales, sino que también les apoya su reconocimiento e inserción en el contexto socioeconómico de la provincia.

II.1.3.- Regionalización de los paisajes de humedales

Mediante un análisis de la unidad espacial-funcional y de las relaciones horizontales, los paisajes pueden ser integrados o desagregados en forma de módulos mayores o menores. Este análisis conduce siempre a la determinación de regiones, subregiones y otros geocomplejos individuales, irrepetibles en espacio y tiempo (Cabrera, 1996). Se ubica las subregiones dentro de los límites de alguna región específica y se distingue por el dominio de determinadas combinaciones de tipos y grupos de paisajes. Por lo general, se desarrolla las subregiones sobre un mismo complejo geomorfológico y fundamento litológico y, en ellas, se presenta asociaciones específicas de agrupaciones y tipos de suelos, de formaciones vegetales y de sus modificaciones antropogénicas.

En el caso de Matanzas el método empleado se basa en la determinación de la combinación espacial de las unidades tipológicas. Conforme a ello, se puede distinguir en el territorio cinco regiones principales (Anexo 14):

- 1.- Litoral Noroccidental (Bacunayagua-Boca de Camarioca), dividido en las subregiones Bacunayagua, Yumurí, San Juan, Canímar, Maya y Boca de Camarioca.
- 2.- Litoral Nororiental (Cárdenas – Martí) dividido en las subregiones Hicacos, Cárdenas, y Ciénaga de Majagüillar.
- 3.- Cayería Norte (Sector occidental del Archipiélago Sabana Camagüey), dividida en las subregiones archipiélago Sabana occidental y archipiélago Sabana oriental.

- 4.- Ciénaga de Zapata, dividida en las subregiones Ciénaga Occidental y Ciénaga Oriental.
- 5.- Cayería Sur. Dividida en las subregiones: cayo "Ernest Thaelman" y cayería "Diego Pérez".
- 6.- Llanura Central, dividida en las subregiones: llanura Unión-Perico y llanura Colón.

Esta regionalización paisajística se muestra en el Anexo 7. Las regiones litoral Norte, Noroeste, Cayería Norte, Zapata y Cayería Sur, que se han identificado, son claramente correlacionables con propuestas anteriores (Cabrera, 1996).

En la región Litoral Noroccidental, donde se aprecia el predominio de los paisajes de humedales fluviales, desarrollados en llanuras fluvio-marinas acumulativas pantanosas, valles erosivo-acumulativos y depresiones cársicas costeras y fluvio-marinas. Todos ellos alternan sobre depósitos aluviales, marinos y carbonatados. La presencia de asentamientos e industrias, entre los que se incluye la ciudad capital, Matanzas: genera problemas de contaminación asociados al deficiente manejo de residuales sólidos y líquidos, y al desarrollo de actividades agropecuarias y de subsistencia como la producción de carbón. Esta última actividad ha afectado la vegetación natural y ha traído consigo cambios significativos en la estructura y funcionamiento original de los paisajes.

La región Litoral Nororiental está formada por paisajes de humedales con llanuras litorales y sublitorales pantanosas sobre depósitos palustres, palustres marinos, areno-arcillosos y arcillo-arenosos; con predominio de suelos hidromórficos (histosoles) que van de frecuente a estacionalmente inundados, cubiertos con manglares, herbazales de ciénaga, saladares y bosques de ciénaga. Esta zona ha estado afectada por el turismo, la prospección y extracción de petróleo y las actividades agropecuaria y salinera.

La región Cayería Norte, formada por paisajes de humedales sobre llanuras pantanosas insulares sobre depósitos palustres y biogénicos, con predominio de suelos hidromórficos de permanente a frecuentemente inundados; cubiertos fundamentalmente por manglares, saladares y herbazales de ciénaga. La actividad que constituye una amenaza potencial, es el turismo, la pesca y caza furtiva.

En la región Ciénaga de Zapata, se aprecia el predominio de superficies pantanosas o semipantanosas sobre depósitos biogénicos y palustres en algunos casos, sobre rocas carbonatadas correspondientes a la formación Jaimanitas, con procesos cárscicos notables y diferentes asociaciones de tipos de vegetación de humedales. Son paisajes jóvenes, sobre todo, los que se encuentran en los litorales y en la llanura fluvio-marina sobre depósitos biogénicos y palustres, en comparación con los que se ubican en los paisajes de humedales en llanura lacuno-palustres en depresiones tectónicas con grandes espesores de turba, los humedales en llanuras semipantanosas, transicionales y los localizados en la llanura litoral e interior sobre depósitos carbonatados y biogénicos, donde existe mayor desarrollo de los procesos de pedogénesis. Esta zona ha estado afectada por la actividad forestal, el turismo, la acuicultura. Son notables las afectaciones relacionadas con la introducción de especies de flora y fauna invasoras exóticas.

La región Cayería Sur, formada por paisajes de humedales sobre llanuras pantanosas insulares, sobre depósitos palustres con predominio de suelos hidromórficos de permanente a frecuentemente inundados, cubiertos fundamentalmente por manglares, saladares y herbazales de ciénaga. La actividad que constituye una amenaza potencial es el turismo y en algunos casos, son significativas las afectaciones relacionadas con la introducción de especies invasoras de flora exótica como la *Casuarina equisetifolia* (Alfonso, 2013; CITMA, 2012; CITMA-Ciénaga de Zapata, 2013; CITMA, 2013).

La región Llanura Central, sobre rocas carbonatadas y complejos carbonatados terrígenos, con suelos ferralíticos rojos profundos y medianamente profundos, cubiertos por cultivos y vegetación secundaria. En ella se localiza humedales transformados, que constituyen parches dentro de la llanura, representados en su totalidad por embalses, presas y micropresas que cumplen funciones de aporte de agua, recarga de acuíferos y producción acuícola. Son paisajes inestables y sus principales presiones y amenazas están asociadas a la contaminación generada por los residuales líquidos sin tratar, provenientes de la actividad agropecuaria y la producción azucarera, así como la proliferación de especies exóticas.

II.2.- Análisis paisajístico de los humedales de la provincia de Matanzas

El análisis paisajístico de los humedales de Matanzas, tuvo como base a la poliestructura de los paisajes (Anexo 7). Esta caracterización ayuda al entendimiento de como la estructura influye en el funcionamiento y dinámica de los humedales, por ejemplo, para algunos tipos de paisajes de humedales, en la época lluviosa se incrementa la producción de biomasa y la descomposición de la materia orgánica que sobre depósitos biogénicos palustres reducen el pH y provocan la elevación de la agresividad del agua, por lo que se produce la carsificación de las rocas subyacentes de una forma particularmente intensa, lo que favorece, la ampliación del propio proceso de empantanamiento en la superficie.

La mayoría de estos paisajes de humedales actúan como áreas de retardamiento de las corrientes fluviales y de los movimientos de la marea. También son colectores del escurrimiento superficial y subterráneo. Frente a la ocurrencia de las precipitaciones funcionan como colectores de agua y sedimentos. El proceso de descomposición de la materia orgánica genera nutrientes y con el incremento de los niveles de agua, son emitidos a paisajes vecinos y favorecen la productividad biológica. La vegetación aquí es capaz de digerir metales pesados y contaminantes orgánicos, confiriéndole también un carácter depurador, y su posibilidad de disminuir la velocidad del flujo le confiere la capacidad de controlar, o retardar las inundaciones.

El proceso de acumulación de sedimentos en estas tranquilas aguas disminuye algo su turbiedad, lo que favorece la disponibilidad de oxígeno y la vida de numerosos organismos, aunque el incremento rápido de materia orgánica y de su descomposición puede causar situaciones de digestión anaeróbica, para lo cual la fauna acuática presente en estos lugares han desarrollado niveles de adaptación impresionantes.

La influencia de estos paisajes “sobre humedecidos” en el ciclo hidrológico y la estabilidad del clima tienen importancia no sólo local sino para todo el territorio que los circunda (Cabrera, 1996; Alfonso, Moya & Dipotet, 2010). Este interesante funcionamiento natural de los paisajes

de humedales contribuye a su riqueza florística y faunística. La vida de muchos de estos organismos está íntimamente ligada a los cambios en el nivel de las aguas. (Cabrera 1996; Ramsar 2007)

En las superficies transicionales, con bosques semidecíduos de humedad fluctuante y bosques de ciénaga, los humedales funcionan bajo la influencia determinante del clima local, que puede caracterizarse como muy cálido, a cálido, y de medianamente lluviosos, a lluviosos, con inviernos que pueden llegar a notables, con pequeña oscilación térmica y se distinguen ante todo, por la intensidad del proceso fotosintético gracias al cual el manto vegetal es denso y permanente. Durante la época más cálida y lluviosa del año, se produce una copiosa caída de hojas, flores y frutos, debido al incremento de la productividad primaria del bosque. En este tiempo, en que el paisaje está más inundado, la actividad microbiana en el suelo disminuye y se aprecia cierta diferencia en la producción de biomasa del paisaje que parece ser mayor y más concentrada. A finales del invierno seco y con inundación mínima la actividad microbiana del suelo descompone con mayor intensidad la hojarasca y garantiza mayor incorporación de nutrientes al sistema y los procesos pedogénicos también se aceleran. Aquí los procesos biológicos de mayor productividad se corresponden con la elevación local del calor y la humedad, manifestándose, de igual manera, en los restantes procesos naturales (Sánchez, 1995; Cabrera 1996) para funcionar estos como paisajes de humedales de tránsito.

El flujo de energía y de sustancias en el sentido horizontal es aún mayor y más influyente que el que se produce en el sentido vertical. Este flujo horizontal da lugar a procesos alogénicos en el funcionamiento geocológico de los paisajes, que pueden crear tendencias opuestas a las que originan los propios procesos internos (Cabrera 1996).

Como parte del análisis ambiental, se identifica las amenazas, que se entienden como las actividades que ejercen presión sobre los mecanismos de regulación interna natural de los paisajes, que pueden desencadenar los problemas geocológicos, que desarticulan la estructura y el funcionamiento de los geosistemas naturales. Esta situación dificulta el cumplimiento de

las funciones socio-económicas y ambientales de los paisajes, por lo que se toma en consideración la tendencia de estos problemas y de su comportamiento, y las acciones de carácter regulatorio y de rehabilitación ambiental que se ejecuta, o se planifica su ejecución en los próximos años.

En cada caso, se analiza las respuestas de ordenamiento y la política de gestión económica actual que se ha implementado para cada uno de los paisajes de humedales, hasta la fecha. En tal sentido, es abordada, la correspondencia entre el potencial del paisaje y el ordenamiento territorial actual. Culmina este análisis con el estado ambiental del paisaje, es decir, la influencia de los procesos antropogénicos en la estructura, funcionamiento y dinámica de los paisajes y lo pronosticado, de acuerdo a la tendencia mostrada por la problemática.

Para el análisis estructural, dinámico funcional y ambiental se toma como base el nivel taxonómico de los grupos de paisajes de humedales, tal y como sigue:

I. Humedales en llanura marina pantanosa muy baja (0-1metros de altura) sobre depósitos palustres-biogénicos con predominio de suelos hidromórficos (Histosoles) de permanente a temporalmente inundados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga y saladar:

Constituyen, desde el punto de vista estructural, una llanura pantanosa muy baja (0-1metro de altura) sobre depósitos palustres y biogénicos, con régimen hídrico que va, de permanente a temporalmente inundado con clima cálido y poco lluvioso. Los suelos predominantes son los hidromórficos, aunque en algunas partes son poco desarrollados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga y saladar.

El análisis dinámico funcional de estos paisajes permite reconocer que los procesos que han dominado en la formación y funcionamiento de este tipo de paisaje están, directamente vinculados a procesos costeros de acumulación de sedimentos y salinización, donde el régimen de marea y las corrientes marinas han tenido, y tienen, un rol fundamental. Son paisajes productores emisores y colectores, porque reciben energía, sustancia e información provenientes, tanto del mar, como del interior de los cayos; que se procesa en el interior de sus

paisajes y se aporta parcialmente a los paisajes marinos en forma de nutrientes, que constituyen la base del sustento de múltiples poblaciones de especies, en los diferentes estadios de su desarrollo. No obstante, también constituyen áreas colectoras pues, aunque aportan sustancias, en realidad su mayor actividad es coleccionar materia, energía e información.

Los resultados de la aplicación del análisis ambiental facilitan el reconocimiento de los servicios ambientales que generan estos paisajes que son: de aprovisionamiento, regulación, culturales y soporte. Las principales amenazas, tanto antrópicas como naturales, son aquellas vinculadas a la caza furtiva y afectaciones a variaciones de los procesos sedimentológicos litorales y a la vegetación litoral derivada, por la magnitud de los fenómenos meteorológicos extremos y por la elevación del nivel del mar. Su principal amenaza es el turismo, que aunque no tiene un desarrollo de construcciones permanentes, sí recibe una elevada carga de turistas por día, que generan afectaciones de diferentes magnitudes según la opción turística que se desarrolle. La caza de jutías y aves, y la fauna introducida, como el perro jíbaro, de una manera u otra trae afectaciones muy puntuales a la fauna terrestre. El problema ambiental que se observa es la afectación a la biodiversidad por problemas derivados de las amenazas mencionadas, y por el paso de fuertes huracanes, dada su incidencia con una tendencia decreciente en el funcionamiento del paisaje. Aunque su nivel de degradación es bajo, su estructura y funcionamiento han sufrido alteraciones en zonas muy puntuales, sobre todo, en aquellas donde la salud y el estado de la vegetación de manglar no son satisfactorios, aunque no hay interferencia en la generación de los servicios ambientales de estos geosistemas. La correspondencia entre el potencial del paisaje y el ordenamiento territorial aprobado es adecuada y su estado ambiental es favorable. Se pronostica que, en los próximos años, se mantenga el estado favorable en las condiciones del paisaje, si se toma en consideración la elevación del cumplimiento de las regulaciones ambientales en las actividades económicas, y el de las acciones de rehabilitación ambiental que se ha planificado para los años venideros.

II. Humedales en llanuras litorales y sublitorales pantanosas e interiores baja entre uno y dos metros de altura) sobre depósitos palustres, palustres marinos y arena arcillosos y arcillo arenosos con predominio de suelos hidromórficos costeros (Histosoles), frecuentemente inundados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga, saladar y bosques de ciénaga:

Constituyen, desde el punto de vista estructural, una llanura baja (1-2 m) sobre depósitos palustres, biogénicos y carbonatados, con un régimen hídrico de temporal a poco inundado y un clima cálido y poco lluvioso. Suelos hidromórficos, y, en parte, poco desarrollados y vertisuelos, con manglar, herbazal de ciénaga, saladar y bosques de ciénaga.

El análisis dinámico funcional de estos paisajes permite reconocer que los procesos que rigen el funcionamiento de los humedales son: los de acumulación de materia orgánica, sedimentos, empantanamiento, intensa salinización en partes y formación de costras salinas. Son paisajes tipo colectores, aunque también funciona el tipo productor emisor.

Estos paisajes generan servicios ambientales: de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte. Las amenazas antropogénicas fundamentales son la: prospección y extracción de petróleo, explotación de sal, actividad forestal y actividad urbana; y aquellas que se produce por la influencia de asentamientos humanos y por el turismo. Las problemáticas geoecológicas identificadas son la contaminación por el vertimiento de residuales líquidos y sólidos y la afectación a la biodiversidad por fragmentación y pérdida de hábitat. La tendencia de estas problemáticas es decreciente, debido a las acciones que se ejecuta, en la actualidad, en el mejoramiento de los sistemas de tratamiento, con el fin de reducir la carga contaminante dispuesta y las acciones de rehabilitación ambiental de la vegetación costera, así como en la preservación del drenaje natural del terreno. La correspondencia entre el potencial del paisaje y el ordenamiento territorial aprobado es adecuada, pero el mal funcionamiento de las actividades con el incumplimiento de los lineamientos y de las políticas indicadas en ese ordenamiento, han provocado la existencia de impactos en zonas como el norte de la ciudad de Cárdenas y Martí. En este último municipio, han existido afectaciones por haber sido categorizadas áreas de

herbazal de ciénaga en el ordenamiento forestal, con categoría forestal, lo que impide que el manejo que se ejecuta sea el adecuado. El estado ambiental en general, es medianamente favorable y se pronostica que muestre un estado favorable en el futuro con el perfeccionamiento de la política ambiental en la extracción de petróleo y la aplicación de un programa de adaptación al cambio climático.

III. Humedales sobre llanuras pantanosas entre 2 y 3 metros en grandes depresiones tectónicas (en bloque graben) sobre depósitos biogénicos y suelos hidromórficos estacionalmente inundados cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga y en parte bosques de ciénaga:

Constituyen desde el punto de vista estructural, una llanura pantanosa baja entre 2 y 3 metros de altura, sobre depósitos cuaternarios biogénicos, con régimen hidrológico que va de temporalmente a poco inundado, con clima muy cálido e invierno notable, medianamente lluvioso y suelos hidromórficos cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga y en parte por bosques de ciénaga. Los procesos que juegan el rol fundamental son la acumulación y el empantanamiento. Son paisajes de tipo colector, aunque funciona en momentos como paisaje productor-emisor de tránsito.

Estos paisajes brindan una amplia gama de servicios ambientales como aprovisionamiento, regulación, cultural y de soporte. Las amenazas fundamentales son la caza y pesca furtiva, el turismo y los incendios forestales y rurales. Los problemas geoecológicos que se identifica son: la introducción de especies exóticas invasoras, la afectación a la biodiversidad, la alteración del régimen hídrico; y tienen tendencia decreciente. La correspondencia entre el ordenamiento territorial propuesto, y el potencial, es adecuada, su estado ambiental es favorable y se pronostica que en los próximos años, se mantenga el estado ambiental actual, pues la efectividad de los resultados, en el manejo de los problemas identificados, será mayor que en el presente.

IV. Humedales en llanuras marinas pantanosas en grandes depresiones tectónicas en bloque horst, entre 2 y 3 metros de altura, sobre depósitos biogénicos y palustres con suelos

hidromórficos, de estacionalmente inundados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga y bosque de ciénaga típico:

Constituye, desde el punto de vista estructural, una llanura pantanosa baja (3-4 m. de altura) sobre depósitos biogénicos y palustres, en parte carbonatados. El régimen hidrológico es estacionalmente inundado, con clima muy cálido, invierno notable y medianamente lluvioso; con suelos hidromórficos y vertisuelos cubiertos por: manglar, herbazal de ciénaga y bosque de ciénaga típico.

Se reconoce que los procesos fundamentales que rigen este paisaje son: la acumulación de materia orgánica y sedimentos, y el empantanamiento estacional. Son paisajes de tipo colector, aunque en partes y momentos, funcionan como paisajes productor-emisor de tránsito.

Brindan variados servicios ambientales como aprovisionamiento, regulación, cultural y soporte. Sus principales amenazas son la caza furtiva, la pesca, los incendios, el turismo, la acuicultura, la producción de arroz, la regulación hídrica aguas arriba y su canalización. Los principales problemas geocológicos que presenta son la introducción de especies exóticas invasoras, la afectación a la biodiversidad por los incendios, y la alteración del régimen hídrico; con una tendencia decreciente de la problemática por el mejoramiento de los programas de manejo. La correspondencia entre el potencial y el uso actual es adecuada y su estado ambiental general es favorable. Se pronostica que ese estado mantenga su comportamiento en los próximos años.

V. Humedales en llanuras pantanosas muy baja de 0 a 2 metros de altura sobre depósitos biogénicos y palustres, en partes abrasivo acumulativas, muy bajas y aplanadas, con predominio de suelos hidromórficos y poco evolucionados, estacionalmente inundados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga, saladares y bosques de ciénaga típico:

Constituyen, desde el punto de vista estructural, una llanura muy baja, de 0 a 2 metros de altura sobre depósitos biogénicos y palustres, en parte carbonatados, con régimen hídrico temporalmente inundado; con clima muy cálido e invierno notable, medianamente lluvioso, y

suelos hidromórficos y poco evolucionados sobre manglar, herbazal de ciénaga, saladares y bosques de ciénaga.

Los procesos fundamentales que rigen este paisaje son: el empantanamiento y la acumulación de materia orgánica y sedimentos. Son paisajes de tipo colector, aunque en partes y momentos funcionan como productor-emisor y de tránsito. Brindan variados servicios ambientales de aprovisionamiento, regulación y soporte. Las principales amenazas son la caza furtiva y los incendios y no se identifica problemas geocológicos. El potencial se corresponde con el ordenamiento actual, con estado ambiental favorable, y se pronostica que mantenga este comportamiento ambiental.

VI. Humedales sobre superficies cársicas pantanosas bajas y aplanadas de 0 a 3 metros de altura, con la existencia de formas abrasivo acumulativas cársicas y predominio de suelos hidromórficos, poco evolucionados que van desde estacional a ocasionalmente inundados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga, saladares y bosques de ciénaga.

Constituyen, desde el punto de vista estructural, llanuras muy bajas, a bajas, de 0 a 3 metros de altura, sobre depósitos cuaternarios biogénicos y en partes carbonatados. Poseen régimen hidrológico desde temporalmente hasta poco inundados y clima muy cálido e invierno notable, medianamente lluvioso. Sus suelos son hidromórficos cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga, saladares y bosque de ciénaga típico.

El análisis dinámico funcional de estos paisajes, permite reconocer que los procesos fundamentales que rigen este paisaje son: la acumulación y el empantanamiento. La función geocológica principal es la producción de componentes, soporte y otros factores de paisajes. Son paisajes de tipo colector, aunque, en parte y momentos, funcionan como productores-emisores.

Brindan variados servicios ambientales de aprovisionamiento, regulación y soporte. Las principales amenazas son la caza furtiva, el turismo y los incendios. No se identifica problemas geocológicos significativos y su tendencia es decreciente. La correspondencia entre el

ordenamiento territorial aprobado y su potencial es adecuada. Su estado ambiental es favorable y se pronostica que se mantenga sin cambio en los próximos años.

VII. Humedales en llanuras pantanosas y semipantanosas transicionales de entre 2 a 4 metros de altura sobre depósitos arcillosos y rocas carbonatadas de formaciones transgresivas marinas, con predominio de suelo húmico calcimórfico, en pequeñas partes ferralíticos e hidromórficos, de temporal a ocasionalmente inundados con vegetación de ciénaga típica y ciénaga bajo:

Constituyen, desde el punto de vista estructural, una llanura baja entre 2 y 4 metros de altura, sobre depósitos carbonatados y biogénicos. El régimen es estacionalmente inundado, con clima cálido, de poco a medianamente lluvioso. Sus suelos son hidromórficos e húmicos calcimórficos, vertisuelos y, en pequeñas áreas, ferralíticos en algunos sitios de contactos con la llanura cársica central; con bosques semicaducifolios de humedad fluctuante, de ciénaga típico y ciénaga bajo.

Los procesos fundamentales que rigen este paisaje son: el empantanamiento y la producción de nutrientes. Su función geoecológica es la producción de componentes. Constituyen paisajes productores–transmisores y funcionan como paisajes de tránsito, pues a través de ellos fluye la sustancia, la energía y la información que proviene de ellos o de paisajes que están ubicados en niveles hipsométricos más altos y que están interconectados funcionalmente.

Estos paisajes brindan servicios ambientales de: aprovisionamiento, regulación, culturales y soporte. Las amenazas fundamentales son las actividades: de extracción de sal, de prospección y extracción de petróleo, de producción agropecuaria y la actividad forestal, por la tala ilícita y los incendios forestales y rurales. Las afectaciones ambientales que se identifica están en la cobertura boscosa, la introducción de especies de flora exóticas invasoras; la alteración del régimen hídrico y la contaminación por el vertimiento de residuales líquidos; y tienen tendencia decreciente. En algunas partes no se corresponde su potencial con el ordenamiento territorial actual y su estado ambiental es medianamente favorable. Se pronostica que el estado ambiental mejore, hasta comportándose favorablemente.

VIII. Humedales en llanuras fluvio-marinas acumulativas-pantanosas y en valles fluviales erosivo-acumulativos, sobre depósitos recientes biogénicos y aluvio-marinos, con predominio de suelos hidromórficos, oscuros plásticos, aluviales de permanente a temporalmente inundados con vegetación manglar, herbazal de ciénaga, bosque degradado y vegetación secundaria.

Constituyen, desde el punto de vista estructural, una llanura extremadamente baja, entre 0 a 2 metros de altura, sobre depósitos biogénicos. Su régimen hídrico fluctúa desde permanente a temporalmente inundado; su clima es muy cálido e invierno notable y medianamente lluvioso.

Los suelos son hidromórficos, cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga, bosque degradado y vegetación secundaria.

Los procesos fundamentales que rigen este paisaje son: los procesos fluviales y marinos de acumulación y transporte de sedimentos. Constituyen paisajes colectores, emisores y de tránsito, pues colectan los flujos de materia y energía que llegan proveniente de la cuenca, atraviesan estos paisajes, y llegan a la zona costera. Brindan servicios ambientales de: aprovisionamiento, regulación, culturales y soporte y las principales amenazas son el turismo, la pesca, la caza furtiva, la actividad agropecuaria, la urbanización, la introducción de especies exóticas y los incendios forestales y rurales. Los problemas geoecológicos identificados son afectación a la biodiversidad, la contaminación, la afectación a la cobertura boscosa y la degradación de los suelos, con una tendencia de estable, al decrecimiento.

El ordenamiento territorial aprobado se corresponde con el uso actual que es la conservación y el agropecuario en la mayoría de los casos, pero el incumplimiento de la legislación ambiental vigente hace que, en áreas puntuales, aparezcan los mencionados procesos de degradación. El estado ambiental es favorable en las cuencas de los ríos Hatiguanico y Canímar, pero en aquellos paisajes cercanos a las urbanizaciones, como Yumurí, San Juan, y Camarioca, son desfavorables. Se pronostica que se mantenga el mismo estado en los próximos años, en las cuencas de estado favorable, en la actualidad, y que se comporten de manera medianamente

favorable, en aquellas cuencas que están cerca de las urbanizaciones y donde se desarrolla la actividad agropecuaria.

IX. Humedales sobre llanuras marinas litorales, sublitorales e interiores en depresiones cársicas y grietas longitudinales alargadas, sobre depósitos palustres, biogénicos y carbonatados, con suelos hidromórficos, húmicos calcimórfico, poco evolucionados, que van de permanente a temporalmente inundados con vegetación de manglares, herbazal de ciénaga, bosque de ciénaga y vegetación secundaria.

Constituyen, desde el punto de vista estructural, superficies pantanosas y semipantanosas sobre llanura cársica de 3 a 6 metros de altura sobre depósitos palustres, biogénicos, carbonatados y carbonatados terrígenos. Su régimen hídrico va desde permanente, hasta temporalmente inundad. Su clima es cálido con invierno notable, de poco a medianamente lluvioso. Sus suelos son hidromórficos, húmicos calcimórficos y poco evolucionados; cubiertos por manglares, herbazal de ciénaga, bosque de ciénaga y vegetación secundaria.

El proceso fundamental que rige en este paisaje es la acumulación de sedimentos. Son paisajes de tipo colector. Brindan servicios ambientales de: aprovisionamiento, regulación, culturales, y de soporte. Las amenazas principales son la actividad turística, la actividad porcina conveniada y la acuicultura. La problemática geoecológica identificada es una ligera contaminación en áreas muy puntuales y la alteración de la biodiversidad, por la introducción de especies exóticas invasoras. Esta problemática tiene tendencia al decrecimiento. Existe correspondencia adecuada entre el potencial y el ordenamiento actual. Su estado ambiental es favorable y se pronostica se mantenga.

X. Humedales antropogénicos sobre diversos tipos de llanuras, valles y depresiones sobre suelos hidromórficos, antrosoles y ferralíticos, donde la estructura vertical del paisaje ha sido alterada con vegetación de herbazal de ciénaga, vegetación secundaria y en partes sin cubierta vegetal.

Se desarrollan en diversos tipos de llanura, entre 5 y 40 metros de altura, y también en valles fluviales, sobre depósitos biogénicos o palustres, carbonatados y complejos carbonatados terrígenos, con predominio de suelos ferralíticos, hidromórficos, vertisuelos y antrosolos cubiertos por herbazal de ciénaga, vegetación secundaria y, en partes, sin vegetación alguna.

El análisis dinámico funcional de estos paisajes permite reconocer que los procesos fundamentales que rigen estos paisajes son: el almacenamiento y/o producción de insumos o servicios necesarios para las actividades socio económicas. En general, son paisajes de tipo colector-emisor.

Estos paisajes brindan servicios ambientales de aprovisionamiento, regulación y, en menor proporción culturales y sus principales amenazas están asociadas a la falta de mantenimiento de estos sistemas. Las problemáticas identificadas son: la introducción de especies exóticas invasoras, la deforestación, la erosión de taludes y la contaminación; con tendencia entre la estabilidad y el decrecimiento. El estado ambiental actual es desfavorable y se pronostica que para los próximos años, este estado cambie a medianamente desfavorable.

En sentido general, los paisajes de humedales en la provincia de Matanzas constituyen paisajes fundamentalmente colectores, aunque también existen productores, de tránsito y emisores. Los principales servicios ambientales que ofrecen los paisajes de humedales, en el territorio se resumen a continuación:

a.- De aprovisionamiento (Anexo 9), particularmente en los humedales marinos, los que soportan la alimentación de múltiples poblaciones de especies marinas, facilitan la producción pesquera y la producción de especies terrestres y la extracción de sal. Los humedales estructurales y fluviales viabilizan la producción de arroz y el desarrollo de la acuicultura. En el caso de las superficies semipantanosas transicionales, las llanuras litorales y sublitorales, así como las superficies fluviomarinas con manglares y bosques de ciénaga; generan un potencial melífero y forestal de importancia.

b.- De regulación (Anexo 10), los paisajes de llanuras litorales con manglares, disipan la energía del oleaje, de la acción de las mareas y de las corrientes marinas. Estos facilitan la deposición de sedimentos, procesos que protegen de la erosión marina a la línea de costa. Las superficies fluviomarinas con manglares evitan la erosión de las riberas de los ríos y evitan el azolvamiento de sus cauces, Estos paisajes, junto con aquellos humedales con presencia de herbazales de ciénaga, facilitan la purificación de las aguas, pues estas plantas tienen la capacidad de digerir la materia orgánica y metales pesados. Es muy importante el rol de protector contra tormentas de las llanuras litorales y sublitorales con manglares y los humedales en llanuras semipantanosas transicionales con bosques de ciénaga, cuya cubierta vegetal, reducen las afectaciones por fuertes vientos. Los humedales marinos fluviales y aquellos ubicados en llanuras lacuno-palustres, en depresiones con vegetación de herbazal de ciénaga; retardan las inundaciones debido, fundamentalmente, al efecto de obstaculización que realiza la vegetación de herbazal de ciénaga sobre el flujo de agua. Los humedales, en llanuras litorales y sublitorales, con procesos de disolución cársica y de acumulación de sedimentos; facilitan el suministro de agua. Todos los paisajes de humedales arbolados y con herbazal de ciénaga constituyen eficientes sumideros de carbono. Las extensiones de humedales marinos, fluviales y los ubicados en llanuras lacuno-palustres, en depresiones tectónicas con vegetación de herbazales de ciénaga, que se encuentran estacionalmente inundados; ayudan a la regulación regional del clima y aportan humedad que influye en los flujos climáticos que favorecen las precipitaciones.

c.- Culturales (Anexo 11), que están principalmente relacionados con la belleza escénica de estos paisajes, sobre todo los marinos, así como con los significativos valores y la especialización de la biodiversidad que albergan; lo que los convierten en sitios muy convenientes para el desarrollo de ofertas de turismo de naturaleza y para el desarrollo de investigaciones científicas.

d.- De soporte (Anexo 12), relacionados con aquellos paisajes de humedales marinos, fluviales y con las llanuras lacuno-plaustres, en depresiones tectónicas, cubiertos por manglares y herbazal de ciénaga, donde se retiene mucha materia orgánica, parte de la cual se convierte en nutrientes, mientras que otra parte sirve de alimento a múltiples formas de flora y fauna y, el resto, entra a formar parte del proceso de formación de suelos. De igual forma los paisajes humedales marinos, fluviales, estructurales cubiertos por manglares, herbazales de ciénaga y bosques de ciénaga; y las llanuras semipantanosas transicionales con bosques de ciénaga, que facilitan el ciclo de los nutrientes y la formación de suelos.

II.3.- Análisis de la evolución ambiental de los paisajes de humedales en la provincia de Matanzas

El análisis paisajístico de los humedales de la provincia de Matanzas, en el que se ha considerado su estado ambiental, está condicionado por la existencia de diferentes modelos de desarrollo, adoptados durante cientos de años. Estos modelos han influenciado sobre los paisajes y éstos han evolucionado de diferentes maneras, de acuerdo a sus características internas. De esta forma, el estado ambiental está íntimamente relacionado, no solo con las características de los paisajes, sino también con la evolución de los contextos históricos, socioeconómicos y políticos, con esquemas particulares que, en el caso concreto de la provincia de Matanzas se describe como sigue:

Modelo colonial (antes del año 1900)

En el período colonial, la asimilación del paisaje en la provincia de Matanzas fue, fundamentalmente, agrícola, con predominio del cultivo de la caña de azúcar y de su procesamiento en ingenios y trapiches, sobre todo en la llanura roja central.

Los paisajes de humedales no fueron incorporados en el proceso de desarrollo, ya que siempre fueron percibidos como lugares inhóspitos, solo como proveedores de madera como combustible para los ingenios azucareros, además de la caza y pesca que como actividades de subsistencia, desarrollaban las comunidades locales.

En la zona norte, se inicia la asimilación progresiva del territorio para el asentamiento de la Ciudad de Cárdenas que se desarrolló precisamente en una zona de humedales costeros marinos, al igual que en la península de Hicacos, donde se ubica Varadero que, hasta esa fecha fue un pueblo de pescadores. En el Sur, en la región Ciénaga de Zapata, se localiza asentamientos humanos bien dispersos, en los sitios más altos. Estos núcleos de población, en algunos casos, en situaciones bien precarias de hábitat, comunicación y de servicios; tenían una alta dependencia de los recursos naturales de estos paisajes para su subsistencia.

Modelo neocolonial (desde 1900 hasta el 1958)

Durante el período de la seudorepública, estos paisajes estaban prácticamente olvidados, fueron vistos como áreas insalubres, no contaban con esquemas de desarrollo claros y, en ellos, se asentaba una población muy pobre, cuyo modelo de vida estaba centrado en la producción de carbón, la pesca y la caza, para su subsistencia. No obstante, existieron intereses de desarrollo, en estos sitios, relacionados con la ampliación de áreas residenciales y núcleos poblacionales, en zonas de humedales costeros del Norte de la provincia, como la ciudad de Cárdenas y la península de Hicacos; asociados, en este caso, al desarrollo incipiente del turismo y de las facilidades asociadas a éste, como el desarrollo vial y de marinas.

En el Sur, en la Ciénaga de Zapata, se extraía, fundamentalmente, madera y se producía carbón. Al no existir un desarrollo vial, estos productos se extraían por el mar, a través de los canales que se construyeron para facilitar la transportación. Estas fueron las primeras acciones que facilitaron el escurrimiento del agua del humedal hacia el mar, aunque existieron iniciativas de algunos lugareños de construir sistemas de compuertas que sirvieran para manejar los niveles del agua en época de sequía, para facilitar la circulación a través de éstos y el ferrocarril, que unía al central “Australia” con la Bahía de Cochinos. Estos canales, que aceleraron el escurrimiento del humedal y la construcción de la vía férrea, fueron acciones que fragmentaron los paisajes y trajeron consigo las primeras modificaciones del funcionamiento geocológico

del humedal, al impedir el mantenimiento natural de los regímenes de inundación y escurrimiento del agua.

Hubo también interés en desecar la ciénaga para la producción de arroz y caña de azúcar y, desde la década del '30, se identificó potenciales energéticos en Zapata, por la presencia de turba (Petrova, 2007). Iniciativas que afortunadamente, no progresaron. Durante este período, se valoró atravesar la provincia de Matanzas y unir el mar Caribe con el estrecho de la Florida, lo que se llamó "Proyecto Cuba", para facilitar el paso de buques desde Suramérica y provenientes del Pacífico que atravesaran el canal de Panamá; proyecto millonario con un carácter meramente económico, político y entreguista, que se trató de desarrollar durante la seudorepública, para la ganancia de unos pocos y que la opinión crítica y oportuna del pueblo evitó. La ejecución de este proyecto hubiera causado enormes problemas ambientales y a la economía local, por la afectación directa por la salinización de los acuíferos cársicos subterráneos.

Este modelo de desarrollo estuvo caracterizado por la inexistencia de un sistema de gobierno que pudiera dirigir, de manera adecuada, los procesos de asimilación progresiva de los territorios y sus recursos naturales presentes, y el uso de estas áreas estaba muy relacionado con intereses del mercado y con el manejo de influencias del capital económico y político.

Modelo inicio de la Revolución cubana (desde 1959 hasta el 1970)

La premisa de la Revolución cubana es que "... es una Revolución de los humildes, con los humildes y para los humildes...." (Castro, F., 1961) por tanto, se trató de hacer muchas cosas para cumplir con el programa del Moncada (Castro, F., 2007), y se acometió múltiples programas de desarrollo, sin un conocimiento previo del funcionamiento natural de los paisajes. No existían profesionales dedicados a la protección ambiental y los paisajes, su estructura y dinámica eran desconocidos, aunque sí existían algunas publicaciones de personalidades que habían desarrollado estudios y observaciones de la Ciénaga de Zapata, sobre todo, con un enfoque biológico.

En este período, se ejecutó programas para la construcción de viviendas y carreteras. En Zapata, comenzó los estudios para la desecación de la ciénaga, con el interés de producir alimentos provenientes de la agricultura, que fueron conducidos por la firma Netherlands Engineering Consultans (NEDECO, 1959), que trajeron consigo la construcción de varios polders, en la Ciénaga de Zapata, en su porción norte oriental, otros en la parte norte central y en el Canal de Soplillar, y también se comenzó a monitorear el aporte superficial a la Ciénaga Oriental de Zapata. En el norte, comenzó la prospección y extracción de petróleo, en el año 1966, en áreas de los humedales. En los paisajes de humedales en llanuras marinas litorales sobre depósitos palustres biogénicos, y en las cayerías del Norte y del Sur, se introdujo, con fines productivos y para la defensa del país, la que, por desconocimiento, después resultó especie invasora la *Casuarina equisetifolia* y en la región Ciénaga de Zapata se introdujo la *Melaleuca quinquenervia*, con fines ornamentales, en la Laguna del Tesoro, ambas provenientes de Australia.

Comenzó un incipiente proceso de degradación ambiental, tanto en los paisajes de humedales de las regiones Litorales Noroccidental, Nororiental y Cayería Norte; y en menor medida en la Ciénaga de Zapata, donde en realidad no existían problemas de contaminación, pero sí de alteración de los patrones dinámico funcionales asociados a los procesos hídricos. Al cumplir este componente un rol esencial en el funcionamiento geocológico de paisajes, tan frágiles, éstos comenzaron a ser más vulnerables ante factores externos.

Entre Hicacos y la Ciénaga de Majagüillar al Norte, el desarrollo petrolero ocurre sin la introducción de la dimensión ambiental, pues la industria del ramo, que asesoraba a la joven industria cubana, no tenía una cultura ambiental desarrollada y, por tanto, las afectaciones a los humedales fueron significativas, sobre todo aquellas relacionadas con el relleno de áreas de inundación y con la interrupción del escurrimiento natural, así como la contaminación por sustancias relacionadas con el proceso productivo, aspectos estos que, de una manera u otra, afectaron la cobertura boscosa y su fauna asociada.

En este período, se inicia la organización de un sistema de Planificación Física a través del cual se dispuso de un marco legal, que, con su implementación, permite el ordenamiento del contexto espacial y que pretende un análisis más integral del desarrollo territorial y urbano, tanto a otras entidades estatales que manejaban: el desarrollo forestal, el agropecuario, los recursos hídricos, el turismo, la prospección y extracción de recursos energéticos; y otros.

Modelo de auge del desarrollo de la Revolución (desde 1971 hasta el 1991)

En esta etapa, Cuba, que poseía excelentes relaciones de intercambio con los países socialistas de Europa Oriental principalmente con la Unión Soviética e insertada en el Consejo de Ayuda Mutua Económica; dispone de un modelo de intercambio justo de tecnologías y recursos, que aprovecha para su desarrollo económico.

Durante este período, hay incremento en la prospección y producción de petróleo en los humedales marinos del Norte, se construyó asentamientos poblacionales y se amplió el desarrollo agropecuario. Se afectó las áreas de manglares y se produjo la desaparición, casi completa, de la cobertura boscosa en áreas de los humedales en la llanura semipantanosas transicional del Norte, en función del desarrollo de planes pecuarios en el municipio de Martí. En este mismo escenario, en zonas de humedales de origen marino, cubiertos por herbazales de ciénaga, fueron afectados por la siembra sistemática de especies forestales como la casuarina y el ocuje, con muy bajo éxito reproductivo, durante varios años.

En la región Ciénaga de Zapata, no fue tan drástica la afectación que estuvo relacionada, fundamentalmente, con el desarrollo pecuario y del arroz, en áreas de humedales en la llanura lacuno-palustre en depresión tectónica y la llanura semipantanosas transicional de la porción septentrional.

El crecimiento económico del país, sobre todo de su industria azucarera, la producción tabacalera, que junto a la industria de la construcción, demandaban un volumen muy importante de madera, hizo que del humedal Ciénaga de Zapata, en aquellas zonas con mejores posibilidades de acceso, se extrajera una gran cantidad de maderas con la utilización de

tecnologías atrasadas, que exceden la productividad natural del recurso, cuando no se aplica los manejos silviculturales adecuados que aseguren la sostenibilidad del uso del recurso. Por otro lado, la demanda de carbón hizo intensificar su producción, para la cual se utilizó también volúmenes importantes de madera, con su correspondiente impacto en la cobertura boscosa, lo que incrementó su fragmentación, y la afectación a la fauna asociada y, por tanto, en el funcionamiento geoecológico.

Con la implementación del programa hidráulico en el país, entre los años 62-85, fundamentalmente, en el humedal Ciénaga de Zapata se construyó varias obras hidráulicas, como: una derivadora, canales magistrales, rectificaciones de los ríos y arroyos, puentes, extensos sistemas de drenaje y no poca cantidad de pozos de explotación. Estos proyectos y obras respondían a un objetivo específico, pero ninguno contaba con los estudios de impacto ambiental necesarios para conocer los efectos que producirían estas obras. La ausencia de estos estudios, con enfoque intersectorial e interdisciplinario, la insuficiente caracterización hídrica, y el desconocimiento del funcionamiento integral, así como su mal manejo y, en muchos casos, su sobreexplotación; ocasionaron numerosos problemas ambientales (Petrova, 2007).

Durante el período se perfeccionó el ordenamiento territorial, se fortaleció el aparato de Planificación Física y comenzaron a ejecutarse planes directores de los municipios o en áreas especiales de desarrollo, donde se empezó a introducir elementos de la protección del medio ambiente, a partir de ya contar la provincia con profesionales jóvenes graduados por la Revolución, provenientes del sistema de Educación Superior, con conocimientos suficientes para introducir los conceptos de protección ambiental en los proyectos de desarrollo. Desde los inicios de la década de los 80s, se institucionalizó la Protección del Medio Ambiente a través de la Comisión Provincial Para la Protección y Uso Racional de los Recursos Naturales (COMARNA), que con personal de la Academia de Ciencias y desde el Gobierno Provincial, comenzó a implementar la política ambiental en la provincia y se inician las propuestas al Comité Ejecutivo del gobierno de la provincia de Matanzas para la aprobación de las áreas

protegidas. En estas propuestas las áreas de humedales cubren espacios importantes. Se aprobó la Ley 33 de Protección del Medio Ambiente. Todos estos aspectos que de una manera u otra ayudan a considerar todos estos elementos y los sectores de la economía comienzan, aunque de manera muy incipiente y más bien reactiva que proactiva, a incorporar estos aspectos en sus actuaciones.

Modelo del Período Especial (desde 1992 hasta 2011)

Período crucial para la supervivencia de la Revolución cubana, pues, al desaparecer la URSS y el campo socialista, Cuba pierde el 85 % de sus importaciones, existe un estancamiento del desarrollo económico, aunque se logra mantener las principales conquistas e indicadores sociales.

En el año 1992 tiene lugar la Cumbre de la Tierra, en Río de Janeiro, Brasil. Se inicia un proceso de crisis económica. El país, en los primeros momentos, se vio obligado a adoptar medidas urgentes de ahorro, de distribución de alimentos y de otros recursos básicos para la población mediante cuotas mínimas. No existía recursos financieros para la adquisición de combustible a precios similares a los que se adquiriría de la URSS, y existía déficit de alimentos. Se incrementa la indisciplina social, la población aledaña a zonas de humedales se ve obligada a extraer madera de estos sitios, a hacer carbón, a incrementar la caza y la pesca, incluso de especies prohibidas por la legislación ambiental cubana vigente.

Se limita apreciablemente los recursos estatales para la implementación de la política ambiental, construcción de sistemas de tratamiento de residuales, recogida y disposición de residuos sólidos urbanos, actividad de mantenimiento de las obras hidráulicas, etc. Se saliniza áreas costeras, por la sobreexplotación de los recursos hídricos y se produce afectaciones a la producción de arroz. Se originan procesos de degradación ambiental en áreas de manglares, cercanos a asentamientos humanos urbanos utilizados para la producción de carbón. Los paisajes de humedales, que siempre fueron percibidos como áreas insalubres, en algunos casos, se rellenaron para evitar algunas enfermedades transmitidas por vectores. Creció, también, la

afectación a la biodiversidad por el incremento de incendios forestales, lo que se conjugó con la fragmentación del paisaje, debido a los métodos que fueron utilizados para el control de incendios. Se alcanzó valores extremos de los desequilibrios en el funcionamiento hídrico de los humedales, sequías más severas e inundaciones más extensas y prolongadas, especialmente en Ciénaga de Zapata, por el no mantenimiento a las obras hidráulicas, por un lado, y por la inejecución de las obras que podían minimizar el desequilibrio, unido al impacto de la sequía meteorológica. Es notable la proliferación de las especies exóticas en aquellas áreas donde existen desequilibrios del paisaje.

El perfeccionamiento del sistema ambiental cubano tiene lugar con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente en el 1994. Se puso en vigor la Ley 81 de Protección del Medio Ambiente, en el 1997, y la de Estrategia Ambiental Nacional. Se elaboró la legislación complementaria y la ejecución exitosa de proyectos de colaboración internacional, financiados con fondos de Naciones Unidas. Entre los, impactos positivos de la ejecución, se puede mencionar el fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Aunque los estudios de variabilidad y cambio climáticos se desarrollaba, desde los 90s, en la primera y segunda mitad de la primera década del siglo XXI, se intensificaron, con la Primera Comunicación de Cuba a la Convención Marco de Cambio Climático, en el 2001, y la Segunda Comunicación en el 2012, las cuales aportan información valiosa sobre vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático.

Actualización del modelo de socialismo cubano (a partir del 2012)

Esta etapa comprende desde la realización del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba y la aprobación de los Lineamientos del modelo de desarrollo económico y social del socialismo cubano, sobre bases sostenibles, hasta el presente. En ella, se adopta decisiones cruciales referidas a la conservación de los recursos forestales en la Ciénaga de Zapata, se perfecciona las acciones de rehabilitación ambiental de estos paisajes en áreas petroleras, y se ejecuta proyectos ingenieros para mantener los niveles de humedecimiento de Zapata, con vistas a reducir las

áreas afectadas por incendios forestales. Se perfecciona el control y el manejo de las especies exóticas invasoras como la *Claria gariepinus*, *Casuarina equisetifolia*, y el marabú, con reducción de sus poblaciones en el humedal, aunque se incrementan las áreas infectadas por *Melaleuca quinquenervia*.

En este período, hay un perfeccionamiento del sistema de gobierno, dándole especial importancia a la planificación y ejecución del plan de la economía, la evaluación ambiental de las inversiones, la implementación de acciones para el enfrentamiento a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático, aspectos que sirven de base para la actualización de los planes de ordenamiento territorial y para una gestión ambiental integrada.

Este análisis de la evolución histórica de la asimilación y alteración ambiental de los paisajes de humedales, y la disponibilidad de mejores modelos de gobierno, influyen, directa e indirectamente en el estado de los humedales, posibilita conocer la naturaleza de los cambios y justifican que el estado ambiental actual de estos paisajes (Anexo 13) sea medianamente favorable.

Humedales en estado desfavorable, o medianamente desfavorable solamente se considera los marinos del Norte, en áreas en la península de Hicacos, en Cárdenas y en Martí, los fluviales en llanuras fluviales y fluvio-marinas, principalmente en las cuencas urbanas, como Yumurí y San Juan, algunas zonas de los humedales en llanuras transicionales semipantanosas sobre depósitos arcillosos y rocas carbonatadas en la zona de Martí, están asociadas a la actividad petrolera y agropecuaria. Los que están al Sur de la Autopista Nacional, en la península de Zapata y en su sector oriental, tanto al Sur de la llanura cársica interior de Matanzas, como al Norte del eje cársico central; están influidos por la actividad forestal y agropecuaria. En ellos, los procesos de degradación son altos y en algunos casos llegan a afectar radicalmente la estructura vertical del paisaje.

Este análisis integrado de la información proveniente de la cartografía de los paisajes de humedales y del uso del suelo, posibilitó identificar como principales problemas geoecológicos:

- Erosión de la línea costera, principalmente, en la llanura pantanosa insular y las llanuras litorales y sublitorales pantanosas, en zonas donde el estado y la salud del manglar no son adecuados.
- Alteración del régimen hídrico, fundamentalmente en la región de la Ciénaga de Zapata, en los humedales estructurales y fluviales y, en menor magnitud en las llanuras sublitorales pantanosas del Norte en la Ciénaga de Majagüillar.
- Alteración de la biodiversidad por introducción de especies exóticas invasoras, fragmentación de los paisajes, e incendios forestales, fundamentalmente, en la región de Zapata en los humedales estructurales, fluviales y estructuro-cársicos, y en la llanura pantanosa insular de la región perteneciente a la Cayería Norte, y las llanuras litorales y sublitorales pantanosas del Litoral Norte Oriental de la provincia.
- Contaminación por residuos sólidos y líquidos orgánicos, en la llanuras litorales y sublitorales pantanosas del Litoral Norte Occidental y Norte Oriental; aunque en los cársicos del interior de Zapata y los estructuro cársicos que limitan con la llanura cársica de Matanzas, de la región de Zapata, se produce vertimientos de menor magnitud.

II.4.- Conclusiones parciales

La clasificación genética de los paisajes de los humedales que se propone, es aplicable al contexto físico geográfico de la provincia y posiblemente del país. Está sustentada en las particularidades estructurales y dinámico funcionales, lo que facilita su expresión cartográfica.

La integración de los análisis geocológico y ambiental, mediante la caracterización poliestructural y dinámico funcional de los paisajes de humedales; facilita el estudio y conocimiento de su funcionamiento geocológico y la identificación de los servicios ambientales, junto con la información sobre las presiones, los problemas geocológicos, la tendencia, y la relación entre el ordenamiento territorial aprobado con el potencial del paisaje, el estado ambiental actual y el prospectivo.

Se ha logrado por primera vez la cartografía de los paisajes de humedales de una provincia cubana, en este caso Matanzas, lugar donde estos paisajes tienen un desarrollo espacial significativo, si se toma en consideración que su área supera el 35 % de la superficie provincial. La aplicación del enfoque geoecológico permite obtener, también por primera vez, para el país un mapa del funcionamiento geoecológico de los humedales, su estado ambiental y sus servicios ambientales. A partir del análisis tipológico los paisajes de humedales de la provincia, se presenta también la propuesta y la regionalización de los paisajes de humedales en el territorio provincial, la cual fue cartografiada, también, a escala 1:100 000.

A partir de la caracterización de la evolución de la asimilación económica de estos paisajes desde el siglo XIX, hasta la actualidad, se obtiene una explicación que permite conocer y evaluar el por qué de los cambios en el ambiente, así como su estado ambiental actual.

CAPITULO III ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA CIÉNAGA DE ZAPATA

En este capítulo se presenta un caso de estudio en que se desarrolla un modelo de ordenamiento ambiental con enfoque geoecológico para paisajes de humedales. El objeto de estudio, en este caso la región Ciénaga de Zapata, es un territorio grande, rico, inaccesible en muchas partes, pleno de interrogantes y dudas sobre el complejo funcionamiento de sus unidades geoecológicas.

Para el ordenamiento de la Ciénaga de Zapata existen diversas propuestas que constituyen antecedentes para este capítulo de la tesis. Sin embargo, lo que distingue a la presente contribución es que, el aspecto ambiental se encuentra visto desde una dimensión geoecológica espacial y se asume como el punto de partida para la proposición del modelo de ordenamiento ambiental.

III.1.- Caracterización de las unidades geoecológicas como base del ordenamiento

El modelo de ordenamiento ambiental parte del análisis de los paisajes físico geográficos de Ciénaga de Zapata, plasmados en el mapa a escala 1:100 000 que se presenta en el anexo 15. Para su confección se utilizó diferentes mapas de paisajes naturales existentes (Cabrera, 1996;

IGT, 2005; CITMA-Ciénaga de Zapata, 2013), otros mapas temáticos, las imágenes Landsat 7. Los SIGs jugaron un rol decisivo y permitieron dar un salto de calidad en los resultados obtenidos.

El mapa de paisajes realizado por el ICGC-Academia de Ciencias, a escala 1:100 000 y dirigido por el Dr. Alfredo Cabrera Hernández, en el momento de su publicación constituyó un hito, este ya que aportó un volumen apreciable de información. No obstante, esta contribución no logró precisiones con la vegetación, en la subregión Ciénaga Occidental, específicamente en algunas áreas de manglares, herbazales de ciénaga y matorrales.

El mapa de paisajes obtenido mejora a los anteriores en el grado de detalle y en la diferenciación de nuevas unidades de paisaje, que no habían logrado sus antecesores. Ello ha sido posible por el resultado de la interpretación de las imágenes de satélite y por el uso de la clasificación orientada a objeto en la diferenciación de nuevas unidades y por la integración de la información de los mapas temáticos disponibles, donde el mapa de vegetación, de Estrada y colaboradores (2013), aportó información detallada que garantizó un mayor nivel de diferenciación, lo que posibilitó definir 43 unidades de paisajes.

Un análisis geocológico de los paisajes de humedales se realizó en el capítulo II, en el cual se incluyó los de Ciénaga de Zapata, pero al formular la propuesta de ordenamiento se incluye otros paisajes, que no son humedales, pero son necesarios para realizar un adecuado ejercicio de este tipo.

Entre los paisajes de la Ciénaga de Zapata, que no constituyen paisajes de humedales pero que de manera funcional se encuentran muy interconectados con éstos, se encuentra los de la llanura cársica de Ciénaga de Zapata, que desde el punto de vista morfogenético es una llanura abrasivo-acumulativo carsificada en partes, con débiles procesos de empantanamiento, de entre 2 y 6 m de altitud, sobre depósitos cuaternarios palustres, complejo carbonatado y carbonatado terrígeno, con un régimen de humedecimiento de ocasionalmente inundado y clima cálido e invierno notable, poco a medianamente lluvioso, con suelos que pueden ser ferralíticos

amarillentos, rendzinas rojas y negras, poco desarrollados, con bosque semideciduo y bosque subperennifolio mesófilo, en parte, cubiertos por yanal, junco fino o vegetación secundaria.

Los procesos fundamentales que rigen estos paisajes son: débil carsificación y acumulación de sedimentos en las microformas del relieve. Son paisajes productores-emisores y funcionan también como paisajes de tránsito.

Estos paisajes brindan servicios ambientales de aprovisionamiento, regulación, culturales y, en menor medida de soporte. Sus principales amenazas son la actividad forestal, el turismo y la introducción de especies exóticas invasoras. El problema geoecológico identificado es la afectación a la biodiversidad, con tendencia decreciente, y la erosión costera, con manifestaciones de incremento. El potencial identificado para los paisajes se corresponde con el ordenamiento territorial actual. La gestión que se realiza en el paisaje está relacionada con la actividad forestal, el turismo y la conservación. El estado ambiental actual es medianamente favorable y se pronostica que, en el futuro, se torne favorable si se tiene en cuenta el mejoramiento de la efectividad en el manejo y control de las especies exóticas invasoras, el ordenamiento de la zona costera y el cambio de la actividad forestal a actividad de conservación; decisión está que ha sido ya tomada y se ejecuta paulatinamente.

III.2.- Diagnóstico ambiental de los paisajes

El diagnóstico ambiental de los paisajes consistió en evaluar sus potencialidades a partir de la caracterización de sus principales atributos, e identificar particularidades y propiedades, que son tomadas en consideración como insumo fundamental para el análisis geoecológico de los paisajes del humedal (Anexo 16).

III.2.1.- Potencial de los paisajes

Las condiciones de dinámica, estructura y funcionamiento de los paisajes, le confieren propiedades que constituyen factores que facilitan, o no, el desarrollo de determinadas actividades económicas y sociales.

Potencial hídrico

Constituye un atributo distintivo de la región Ciénaga de Zapata del que depende su funcionamiento, con 599,54 km² de áreas con potencial de uso hídrico en diferentes categorías (Anexo 17), fundamentalmente ubicadas en paisajes de humedales: en llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas, ubicados, en la subregión Ciénaga Oriental; en llanuras transicionales semipantanosas; en llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas; en llanuras fluvio marinas ubicadas en la subregión Ciénaga Occidental de Zapata. En la zona sur de la subregión Ciénaga Occidental, se requiere de estudios hidrológicos detallados.

Potencial forestal

Existe un alto potencial forestal que favorece su uso racional (anexo 18). Existen 1 104,26 km², con áreas potenciales para la silvicultura. Los mejores potenciales se localizan en la subregión Occidental de Zapata, en paisajes del eje cársico central, sobre depósitos carbonatados y biogénicos y en los paisajes de humedales, en la llanura semipantanosas transicional. Potenciales menores se localizan en los paisajes del eje cársico central, en la zona correspondiente a la subregión Ciénaga Oriental.

Potencial acuícola

Es otro de los servicios que ofrecen los paisajes de humedales. Contribuyen al soporte alimentario de la población y para el consumo del turismo. La Ciénaga de Zapata posee 156,14 km² de paisajes de humedales con este tipo de potencial (anexo 19). Los mayores potenciales se localizan en la subregión Ciénaga Oriental, principalmente, en los paisajes de humedales que se desarrollan sobre llanuras lacuno-palustres, en depresiones tectónicas y lagunas en depresiones interiores y canales. No se evaluó las depresiones cársicas largas y estrechas de la llanura cársica central, donde existe ictiofauna autóctona amenazada, que debe ser conservada.

Potencial agropecuario

La Ciénaga de Zapata, posee un potencial limitado de este tipo con 325,53 km². Sus principales valores se localizan en paisajes de humedales sobre llanura semipantanosas transicional al norte de la subregión Ciénaga Occidental, y es mucho más limitado en la llanura cársica de Zapata y en la zona oriental (anexo 20).

Potencial de conservación

En Zapata, se identifica 4 367, 65 km² con potencial de conservación (anexo 21), ubicados principalmente en los paisajes de humedales de la subregión Ciénaga Occidental de Zapata. En la subregión Ciénaga Oriental, se ubica potenciales más limitados de conservación. Zapata ostenta diversas categorías de manejo como Parque Nacional, Refugio de Fauna, Elemento Natural Destacado, Área Protegida de Recursos Manejados, así como reconocimientos internacionales como Reserva de la Biosfera y Sitio Ramsar (CNAP, 2010).

Potencial Regulador-Soporte

La Ciénaga de Zapata posee un alto potencial regulador-soporte (Anexo 22), ofrece casi la totalidad de los servicios ambientales debido a las características geoecológicas de los paisajes ya descritos y a su funcionamiento. El área de paisajes en los cuales se ofrece servicios ambientales de regulación-soporte es de 4 256,07 km², en la subregión Ciénaga Occidental, y en los paisajes de humedales en llanuras lacuno-palustres sobre depresión tectónica, y paisajes de humedales en llanuras semipantanosas transicionales de la subregión Ciénaga Oriental. Mientras, 703,38 km² del Humedal corresponde a paisajes que, al menos ofrecen algunos servicios de regulación-soporte entre medio y bajo.

Potencial turístico

Existe aquí 1 664,28 km² con potenciales para el desarrollo de diferentes modalidades de turismo (anexo 23), distribuidos prácticamente en toda la región, en paisajes de humedales sobre llanuras marinas costeras, humedales sobre llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas, llanuras marinas litorales, sublitorales e interiores con diferentes procesos de disolución cársica, llanuras fluvio-marinas y llanuras semipantanosas transicionales, que tienen

un desarrollo particular en la subregión Ciénaga Occidental, Este potencial existe en otros paisajes, que no son de humedales, como la Llanura cársica de la Ciénaga de Zapata, que está ubicada principalmente en la subregión Ciénaga Oriental y que están relacionados con la oferta de sol y playa, y el turismo de naturaleza (Empresa Forestal Integral Ciénaga de Zapata, 2012; Consultores, S. A, 2009).

III.2.2.- Estado ambiental de los paisajes

La actividad antropogénica ha generado modificaciones en los componentes del paisaje que han alterado su funcionamiento, lo que se refleja, finalmente, en el estado ambiental de la región Ciénaga de Zapata. Sin restarle importancia a otros problemas presentes, se seleccionó, los más significativos por el rol que desempeñan, tanto en su funcionamiento geocológico, como en su influencia en los servicios ambientales identificados. Estos problemas son: la alteración del régimen hídrico, la afectación a la biodiversidad y la erosión costera (Alfonso, Moya, Menéndez & Jiménez, 2013).

Alteración del régimen hídrico.

En las décadas de los 60s y 70s, el humedal fue sometido a fuertes transformaciones antrópicas relacionadas con el régimen hídrico. En la Ciénaga Oriental se construyó grandes sistemas de drenaje, como el canal Soplillar y obras hidrotécnicas, como la derivadora Hanábana; que provocó la descarga rápida al mar y la disminución del aporte de agua hacia el humedal (ICGC, 1993; Garea & Fernández, 2009; Petrova, 2007). Otras acciones, que tuvieron un impacto negativo en el régimen hídrico en Zapata, son: el desarrollo de planes de cultivos varios y de cítricos, aspectos estos que contribuyeron al incremento de la explotación del agua en las áreas adyacentes a este territorio (ICGC – ACC, 1993; Petrova, 2007).

No se concluyó algunas infraestructuras que estaban contempladas en los proyectos y a las construidas no se les efectuó el mantenimiento que este tipo de sistema demanda (CITMA Ciénaga de Zapata, 2008); lo que causó afectaciones en el patrón hídrico por la falta de regulación.

En los últimos años, se observó el aumento de la altura de las inundaciones al paso de los eventos hidrometeorológicos extremos y, por consecuencia, el incremento de las áreas afectadas y de los daños económicos; lo que se debe a la rectificación de las vías fluviales y a la construcción de canales (Petrova, 2007).

El desbalance hídrico y la disminución del humedecimiento de los paisajes de humedales, acrecentados con la reducción de las precipitaciones (Alfonso & Moya, 2013), son elementos importantes que actúan desfavorablemente sobre los paisajes y trae aparejado el incremento de su vulnerabilidad ante la ocurrencia de incendios (CITMA-Ciénaga de Zapata, 2008; CMP, 2014; Flores, 2011).

La alteración del régimen hídrico trae como consecuencia que se vea afectado el ecoturismo, como servicio cultural, por los bajos niveles de agua y la imposibilidad de efectuar el transporte acuático de manera permanente (Garea & Fernández, 2009; Petrova, 2007; CITMA-Ciénaga de Zapata, 2008).

En la Ciénaga de Zapata, la humedad del suelo y las variables climáticas facilitan, en gran medida, la susceptibilidad de la vegetación a la inflamabilidad. Históricamente la mayor parte de los incendios ocurría en los herbazales de ciénaga, dominados por la cortadera (*Cladium jamaicensis*), que requiere del fuego para mantener una estructura abierta (CITMA-Ciénaga de Zapata, 2008). Sin embargo, en los últimos años, las condiciones de sequía en la región y el daño provocado por los huracanes a la vegetación boscosa, por el derribo de árboles y ramas que constituyen material combustible, propician una mayor probabilidad de ocurrencia de incendios, lo que facilita importantes afectaciones a la biodiversidad, fundamentalmente al hábitat de la fauna asociada y produce cuantiosas pérdidas económicas en el sector forestal, que es uno de los renglones económicos principales del Municipio (CITMA-Ciénaga de Zapata, 2008).

Todo lo anterior trae consigo un impacto negativo en la calidad de los servicios ambientales que prestan los paisajes. Los servicios de aprovisionamiento disminuyen, debido a que en las áreas

afectadas se encuentra la producción de madera, miel y otros productos del bosque. También los servicios de regulación resultan alterados, al disminuir la capacidad del humedal de ser sumidero de carbono, y de influir en la temperatura del aire y en la precipitación local y regional. Se reduce también la capacidad de controlar las inundaciones, porque la afectación del herbazal de ciénaga imposibilita la creación de obstáculos que retengan y/o retarden el paso del agua, en momentos de grandes precipitaciones. Por otro lado, las rectificaciones, las construcciones de canales de drenaje y la obra hidráulica, construidas en la parte inferior del río Hanábana con cota mal concebida; facilitan la aceleración del escurrimiento superficial. 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 de la vertiente sur están abiertas al pantano y al mar. Debido a este comportamiento, se altera además, la recarga del acuífero y la generación de biomasa y nutrientes, lo que provoca afectaciones en la producción pesquera en la ensenada de la Broa y el golfo de Batabanó (Garea & Fernández, 2009; Petrova, 2007; CITMA-Ciénaga de Zapata, 2008; Flores, 2011).

Los servicios culturales también se afecta al disminuir la belleza escénica y, por tanto, la calidad del potencial para el desarrollo del turismo. En los servicios de soporte, se afecta el ciclo de nutrientes y la formación de suelos. Este servicio es muy perturbado por el incremento de la temperatura por el fuego y, por consiguiente, por la afectación de la actividad microbiana los suelos.

De igual manera los servicios de soporte se afecta también en el medio dulceacuícola, por la alteración de la calidad del agua y su afectación al hábitat acuático, donde aparecen procesos de eutrofización, con zonas importantes ocupadas por *Myriophyllum pinnatum*, que limitan el desarrollo de la fauna y flora acuática autóctona (CITMA-Ciénaga de Zapata, 2012), situación que llega en algunos momentos, a una reducción drástica del O₂ en el agua, en horas de la noche; debido a que la flora acuática a estas horas, en ausencia de la radiación solar, consume

oxígeno, situación que se complica por el gran volumen de biomasa de esta especie acuática (Garea & Fernández, 2009; Petrova, 2007) lo que altera el ciclo de nutrientes y, por tanto, se produce los desequilibrios descritos.

Por último, es necesario destacar que el bienestar humano también se afecta por el aumento de la salinidad en las fuentes de abasto lo que causa la aparición de enfermedades renales y la hipertensión arterial (ICGC-ACC, 1993; CITMA- Zapata, 2008).

La afectación de la biodiversidad está relacionada con la fragmentación y deterioro de los hábitats naturales, lo que se ha producido por la construcción de la infraestructura vial y técnico-productiva, realizada sin el conocimiento adecuado del funcionamiento de los paisajes naturales: la introducción de especies exóticas para fines ornamentales y productivos; y el manejo inadecuado de los recursos naturales. Estas acciones alteran la composición y estructura de los paisajes y generan desequilibrios en su funcionamiento y, por tanto, de su biodiversidad. Esta afectación tiene en el humedal un impacto concreto y se le concede alta prioridad a su gestión y control, por la significación nacional e internacional que la biodiversidad alberga.

La influencia de esta problemática sobre el bienestar humano se refleja en la afectación a la producción forestal por la reducción de madera de calidad, y en los segmentos de actividades de ecoturismo, como la pesca deportiva en el sistema fluvial, en algunos momentos, por la disminución cualitativa y cuantitativa de especies con valor para el desarrollo de la actividad turística. También se produce la reducción, en cantidad y calidad, de las fuentes alimentarias provenientes de la fauna autóctona terrestre y marina que se utiliza de forma tradicional por los pobladores locales (Garea & Fernández, 2009).

De esta forma, la protección y seguridad natural que ofrece el paisaje, como servicio regulador, ante los efectos de eventos naturales y antrópicos extremos, tiende a disminuir en relación directa con el deterioro que, debido a las situaciones descritas, sucede en el territorio.

Erosión costera

Existen evidencias muy claras del retroceso de la línea de costa en el litoral abrasivo acumulativo con tramos de playa, con vegetación de costa arenosa y rocosa, fundamentalmente, en la subregión Ciénaga Oriental, y en el sector este de la Ciénaga Occidental y en la región Cayería Sur. En aquellos cayos en cuyas playas se ha introducido la *Casuarina equisetifolia*, se advierte procesos puntuales de erosión. En las áreas de Caletón, Playa Larga, Playa Máquina y Playa Girón, se observa el retroceso de la línea costera, con valores más significativos en la zona de Caletón-Buenaventura. En todos estos casos, las construcciones sobre la duna son el factor más significativo, sin dejar de tener en consideración el incremento del nivel del mar (AMA, 2012).

En este caso, la influencia en los servicios ambientales se relaciona con la alteración en el balance sedimentario que sufre la costa, que hace que ésta retroceda y contribuye a disminuir la capacidad de estos paisajes de atenuar los procesos naturales asociados al oleaje y a la penetración del mar, lo que, unido a que en la mayoría de los casos las dunas no están debidamente cubiertas por vegetación natural, incrementa la vulnerabilidad ante eventos meteorológicos extremos.

Del análisis del estado ambiental de los paisajes de la región Ciénaga de Zapata, resulta evidente el predominio de las categorías favorable a medianamente favorable, tal y como se muestra en el Anexo 24.

El estado favorable, en 2 002,89 km², es característico para las unidades menos impactadas y abarca los paisajes de humedales de la subregión Ciénaga Occidental. Estas áreas brindan servicios ambientales de aprovisionamiento, regulación, culturales y soporte, pero exigen la ejecución de programas de monitoreo sistemático para garantizar el conocimiento de la evolución del estado ambiental y el impacto producido por la acción humana, o eventos extremos

El estado medianamente favorable con 1 629,48km², distingue a las áreas de paisajes de humedales en llanuras marinas, humedales en llanuras fluvio-marinas y humedales sobre

llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas, ubicados en la depresión central de Zapata y también a los humedales sobre llanuras semipantanosas transicionales localizados en las márgenes de la Llanura Cársica de Zapata, y algunos paisajes de humedales en llanura marina interior, con procesos de disolución cársica, ubicados en el interior de la llanura cársica de Zapata, fundamentalmente, en la subregión Ciénaga Oriental. Estas áreas poseen zonas degradadas por la actividad forestal y necesitan acciones de rehabilitación y monitoreo para evaluar la efectividad de la recuperación. Sufren impactos inherentes a la expansión de especies exóticas invasoras vegetales, como la *Melaleuca quinquenervia*, *Casuarina equisetifolia* y *Myriophyllum pinnatum*; y de fauna, como *Claria gariepinus*. Otros problemas presentes son: la afectación a la cobertura boscosa y a las poblaciones de fauna asociadas; por incendios forestales y por la erosión costera.

El estado ambiental desfavorable con 872, 2 km², es característico de los paisajes de humedales, en franja pantanosa transicional, de entre 2 y 4 metros del norte de toda la región de Ciénaga de Zapata, con actividad forestal y agropecuaria, y en los humedales transformados, ubicados principalmente en la subregión Ciénaga Oriental. Estos paisajes proporcionan algunos servicios ambientales como: aprovisionamiento, regulación, culturales, de soporte y, en menor cuantía, de regulación, pero en ellos se localiza problemas de contaminación de aguas superficiales y subterráneas por el vertimiento de residuales líquidos orgánicos con deficiente tratamiento, fragmentación de hábitat, deforestación por incendios y la tala. También se localiza la alteración de la biodiversidad por la presencia de especies exóticas invasoras.

La evaluación compleja de la información sobre el uso actual y el propuesto, a partir del potencial identificado, muestra solo pequeños conflictos en áreas de la región Ciénaga de Zapata, que tienen que ver con el incumplimiento de los lineamientos y restricciones de uso que, en última instancia, se derivan del incumplimiento de la legislación ambiental vigente, pero que, refleja ante todo, el desconocimiento del funcionamiento natural del paisaje. Es necesario considerar, también, la actividad comunal que genera problemas referidos a la

disposición de residuos sólidos, que se vierten por cualquier parte, y a la actividad porcina conveniada, que se desarrolla en algunos sitios extremadamente vulnerables, como las lagunas en depresiones cárnicas longitudinales.

III.3.- Capacidad de gestión ambiental

En el humedal Ciénaga de Zapata, a pesar de los esfuerzos de la Junta Coordinadora del Área Protegida de Recursos Manejados, en torno a la coordinación de acciones, es todavía insuficiente la capacidad de gestión ambiental de las organizaciones presentes en el territorio. La atención de las administraciones de las instituciones y empresas estatales, en relación con la problemática ambiental, es de carácter reactivo, o sea, en respuesta a los resultados de las inspecciones estatales ambientales, y no a la existencia de un sistema o programa de gestión ambiental, debidamente organizado, y atendido por la máxima dirección de las respectivas organizaciones.

Este comportamiento es una amenaza, u obstáculo, al logro de la implementación del modelo de ordenamiento ambiental que se proponga y, por tanto, a la sostenibilidad total en un área tan vulnerable y con valores tan importantes. Esa situación hace muy difícil la protección y el aprovechamiento racional de los servicios ambientales.

Se muestra los resultados de esta evaluación en el anexo 25, y el análisis de la distribución espacial de este indicador se resume a continuación:

Valor alto: Con 2 995, 27 km², fundamentalmente, en paisajes de humedales de la subregión Ciénaga Occidental y en algunos sitios de la subregión Ciénaga Oriental, donde se localiza áreas bajo categorías de conservación, atendidas por la unidad del Parque Nacional Ciénaga de Zapata, con un adecuado nivel de efectividad en el manejo. Ello incluye otros paisajes que no son humedales, sino superficies abrasivas acumulativas carsificadas, pero que tienen estrecha relación horizontal con los humedales y ostentan la categoría de Elemento Natural Destacado, todas bajo administración de la Empresa Forestal Integral Ciénaga de Zapata.

Valor medio: Con 26,42 km², fundamentalmente, en la superficie abrasivo-acumulativa carsificada, ubicada en la Llanura Cárstica de Zapata; y en paisajes de humedales, en llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas; y paisajes de humedales en llanuras semipantanosas transicionales, tanto de la subregión Ciénaga Occidental como en la Ciénaga Oriental, donde se desarrolla la actividad forestal y el turismo, y que están cercanas a áreas de conservación, contexto este que obliga a estas actividades a una atención diferenciada. Igualmente sucede, en el litoral abrasivo acumulativo con tramos de playa, con vegetación de costa arenosa y rocosa, sobre suelos muy poco evolucionados; atendidos fundamentalmente por entidades turísticas. En la gestión de estos paisajes, aunque en menor expresión, participa la entidad de Servicios Comunales, organización que tiene serios problemas para la ejecución de su actividad fundamental, principalmente la limpieza de las áreas de los asentamientos humanos y, las de su periferia.

Valor bajo: Con 982.54 km², que se presenta principalmente en los paisajes de humedales en llanuras lacuno-palustres, en depresiones tectónicas; y los humedales en la llanura semipantanosas transicional que bordea la llanura cárstica interior, de la subregión Ciénaga Oriental, donde las unidades organizativas que manejan los recursos naturales pertenecen al turismo, la forestal, la acuicultura y la actividad agropecuaria.

Valor muy bajo: Con 944,82 km², fundamentalmente en los humedales en llanuras semipantanosas transicionales ubicadas al norte de toda la región de Ciénaga de Zapata, donde se desarrolla la actividad forestal y la agropecuaria.

III.4.- Propuesta de ordenamiento ambiental, lineamientos y restricciones para el uso

La propuesta de Ordenamiento Ambiental considera, en primer lugar, al potencial de conservación que tiene el territorio, refrendado por las categorías internacionales que ostenta, como Reserva de la Biosfera y Sitio Ramsar, así como por las categorías de manejo Parque Nacional, Refugio de Fauna, y Elemento Natural Destacado; y se evidencian en los análisis realizados en cuanto a rasgos estructuro-funcionales, potencialidades, estado ambiental y

servicios ambientales, que justifican que en este gran humedal se debe privilegiar su vocación de conservación, junto al uso racional de sus recursos naturales y servicios ambientales.

De acuerdo con ello, se establece los lineamientos generales (Anexo 26), las restricciones y el régimen de uso para las diferentes actividades en cada unidad de paisaje identificada. Los lineamientos generales para el uso definen las acciones que, de manera general, se debe realizar para llevar a cabo la propuesta de ordenamiento ambiental, donde se articula integralmente, la conservación y el aprovechamiento.

La región Ciénaga de Zapata, es susceptible de ser afectada por diversos tipos de eventos que pueden desencadenar desastres naturales. Las inundaciones por penetraciones del mar e intensas lluvias, así como los incendios forestales y las intensas sequias, constituyen los peligros principales (CSAM, 2009; CMP, 2014).

Las afectaciones por inundaciones, por penetraciones del mar y por intensas lluvias; se puede apreciar, fundamentalmente, en las zonas interiores más bajas, y en los litorales bajos, situaciones que generan incomunicación de los asentamientos humanos, y pérdidas económicas fundamentalmente.

Las áreas cubiertas por herbazales y las de potencial forestal son comúnmente las más afectadas por los incendios que afectan al hábitat y, de acuerdo a su intensidad, pueden incluso afectar de manera severa los suelos y de ahí incrementar el tiempo de recuperación del bosque y la biodiversidad asociada a este (AMA, 2007; CSAM, 2009; CMP, 2014).

Las restricciones resumidas en el anexo 27, se ha evaluado de manera particular para cada especie de paisaje, y se basa en las regulaciones ambientales derivadas de la definición de áreas protegidas, de acuerdo a la categoría de manejo aprobada y/o categoría internacional otorgada.

III.4.1.- Uso funcional propuesto

Con la información anterior, se realizó la propuesta del uso (Anexo 28), la cual debe ser utilizada como insumo básico en el ordenamiento territorial, que tiene a su cargo la entidad de planificación física territorial.

El uso funcional, en sus diversas combinaciones, para las diferentes unidades de paisaje, se sintetiza de la siguiente manera:

- Acuícola, con 17, 94 km², fundamentalmente en los paisajes de humedales transformados, en el área llamada T y en el canal magistral Australia, donde existe la posibilidad de la producción acuícola extensiva de manera controlada, con énfasis en la reintroducción de las especies autóctonas, al tiempo que se controla y maneja las exóticas e invasoras.
- Conservación, con 1451,6 km², en los paisajes de humedales en llanuras fluvio-marinas, humedales en llanuras marinas, humedales en llanuras marinas sobre depresiones tectónicas, y en humedales en llanuras pantanosas abrasivo-acumulativas de la subregión Ciénaga Occidental, y en paisajes de humedales en superficies transicionales pantanosas y semipantanosas; en los cuales se localiza los bosques de ciénaga que están categorizados actualmente como bosques productores, que bordean el eje cársico central de la Ciénaga de Zapata, tanto en la subregión Ciénaga Occidental, como en la Ciénaga Oriental, que se propone pasen a la categoría de bosques protectores, por la función geocológica que éstos desempeñan.
- Hídrico, conservación y turismo con 591, 44 km², en los paisajes de humedales en llanuras lacuno-palustres, en depresiones tectónicas de la Ciénaga Oriental, donde existen potenciales para el uso de fuentes subterráneas para el desarrollo agropecuario y también los cursos de agua para su uso turístico. Es especialmente importante que para las características propias de este paisaje, debido a las conexiones funcionales que existe entre las subregiones Ciénaga Occidental y Ciénaga Oriental, partes de éste deben tener un grado de protección, si se tiene en cuenta los efectos que tendría para la subregión Ciénaga Occidental las acciones de mal manejo que se efectúa en la subregión Ciénaga Oriental, tanto de sobreexplotación del recurso, como de vertimiento de residuales u obstrucción de los drenajes naturales.
- Conservación y turismo, con 1656, 28 km², en paisajes de humedales, en llanuras fluvio-marinas, llanuras marinas costeras e insulares, llanura lacuno-palustre en depresiones tectónicas, ubicados en la subregión Ciénaga Occidental y en la región Cayería Sur, y en

superficie abrasivo-acumulativa carsificada en la subregión Ciénaga Oriental, donde se localiza el sistema espeleolacustre.

- Turismo y conservación con 29, 20 km², en los paisajes litorales de la Ciénaga Oriental, donde se localiza, en la actualidad, las instalaciones turísticas y la actividad de buceo, áreas que, por sus valores para el turismo, y lo vulnerables que son, deben ser conservadas.
- Turismo, acuícola e hídrico, con 8, 10 km², en lagunas humedales en llanuras lacuno-palustres sobre bloque hórstico, en la subregión Ciénaga Oriental.
- Acuícola, agropecuario, turismo y conservación, con 130, 10 km², en los paisajes de humedales en llanura lacuno-palustres sobre depresiones tectónicas, y en humedales transformados fundamentalmente en la subregión Ciénaga Oriental, donde existen potencialidades para el desarrollo arrocero y la producción extensiva de peces, con énfasis en la reintroducción de especies autóctonas y de híbridos que no puedan reproducirse en el medio natural y que puedan desarrollarse con éxito. De igual forma, en la zona de los canales Hanábana, hay potencialidades para el ecoturismo en una zona con la categoría de manejo de área protegida.
- Forestal, con 550, 99 km², ubicados en la Llanura Cársica de Zapata, tanto en la subregión Ciénaga Occidental como en la Ciénaga Oriental.
- Forestal y agropecuario, con 325, 53 km², localizados en paisajes de la Llanura Cársica Central en la subregión Ciénaga Oriental y en áreas de paisajes de humedales en la llanura semipantanosas transicionales del norte de la región Ciénaga de Zapata.

III.4.2.-Régimen de uso

Los paisajes pantanosos son, desde el punto de vista geocológico, generalmente, paisajes inestables y vulnerables (Sánchez, 1995; Cabrera, 1996, Alfonso y Dipotet 2005, Acevedo 2011). En el humedal Ciénaga de Zapata, ésta es la regla, por lo que la propuesta que se hace enfatiza el régimen extensivo o bajo.

De acuerdo a ello, las actividades de turismo de naturaleza que se desarrolle en los paisajes marinos, estructurales y fluviales, se recomienda que se realice con un régimen de extensivo y bajo, de acuerdo a la capacidad de carga calculada y conciliada con la autoridad ambiental. Se debe limitar la infraestructura, y el uso de equipos de transporte, disponer de tecnología amigable con el medio ambiente, evitar disturbios por: ruidos, fragmentación del paisaje, emisión de residuos, etc. y, evitar afectaciones a la dinámica y el funcionamiento del paisaje.

En el caso de las actividades forestales y del ecoturismo que se realiza en la Llanura Cárstica Central de Zapata. Se recomienda que se haga bajo un régimen de uso semi intensivo, por las implicaciones ambientales que tienen, tanto al sistema espeleolacustre, como al macizo boscoso, para la integridad de toda la Ciénaga de Zapata. De igual manera, la actividad turística que se realiza en el litoral, relacionada con las ofertas de sol y playa, no debe tener un carácter intensivo, por lo vulnerables que son estos sistemas y la poca factibilidad que desde el punto de vista técnico y económico tienen la rehabilitación de estas playas, en las cuales, se debe aplicar acciones de demolición de instalaciones inadecuadamente ubicadas en zona costera, con el objetivo de restaurar y proteger la integridad de este franja.

Las actividades de acuicultura, por las características propias del humedal, deben desarrollarse de forma extensiva para evitar desequilibrios en el paisaje, por el incremento de nutrientes en el medio acuático, como los que ya ocurren en la Ciénaga Oriental donde existe un crecimiento desmesurado de la especie acuática *Miryophilum pinnatum*, que dificulta incluso la navegación en esos lugares y provoca notable reducción de los espacios utilizables para el turismo y la acuicultura.

La actividad agropecuaria en el interior de Zapata debe realizarse también de manera semi intensiva, ya que para que esa actividad no existe grandes potenciales de suelo, ni de agua de calidad, por lo que el incremento de la presión sobre el recurso tierra solo traerá la aparición, o el incremento, de los procesos de degradación ambiental.

Esta actividad sólo podrá realizarse, con carácter intensivo, al norte del humedal, en áreas que por sus características y por la situación ambiental desfavorable que poseen, están obligadas a la realización de acciones de manejo sostenible de tierra para poder mantener los procesos de producción en niveles estables.

III.4.3.-Políticas ambientales para el ordenamiento propuesto

La política ambiental que parte de los potenciales y del estado de cada unidad de paisaje, establece lineamientos y acciones específicas que responden directamente al control o mitigación de los problemas, conflictos, riesgos, incumplimientos legales y estados desfavorables de las unidades de paisaje; en la búsqueda de un acercamiento a un mejor escenario estratégico.

La política ambiental para el ordenamiento ambiental garantiza, que, se logre un efectivo nivel de implementación del modelo presentado, y propende a una mejor distribución de las actividades, tal y como se muestra en el anexo 29, y que se sintetiza como sigue:

- Conservación, con 1007, 32 km², fundamentalmente en los paisajes de humedales en llanura lacuno palustres en depresiones tectónica, en la subregión Ciénaga Occidental, que son parte del Parque Nacional Ciénaga de Zapata, y algunos paisajes de humedales, en superficies transicionales pantanosas y semipantanosas, que bordean la Llanura Cársica Central de la Ciénaga de Zapata; categorizados como áreas de bosques productores, pero, que como se ha mencionado antes por la función geoecológica que desempeñan, deben ser protegidos.
- Conservación y restauración, con 639, 82 km², en humedales de llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas de la subregión Ciénaga Occidental, con presencia de especies exóticas invasoras que deben ser erradicadas o, al menos, manejadas, para impedir su extensión. En la actualidad, poseen categoría de manejo, forman parte del Parque Nacional Ciénaga de Zapata, aprobado por el Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros.
- Conservación y aprovechamiento, con 1226, 06 km², principalmente paisajes de humedales en llanuras marinas costeras, humedales en llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas,

humedales en depresiones cársicas en llanuras marinas litorales y sublitorales, en las subregiones Ciénaga Occidental, Ciénaga Oriental de Zapata y la región Cayería Sur, los cuales tienen potencial para la conservación y para el desarrollo del turismo de naturaleza y forman parte del Parque Nacional Ciénaga de Zapata; donde se destaca por su importancia, Las Salinas, partes de la Cayería Sur, y el sector San Lázaro.

- Aprovechamiento, conservación y restauración, con 620, 64 km², en partes de los paisajes de humedales en llanuras fluvio-marinas, humedales en llanuras marinas, humedales en llanuras marinas lacuno-palustres en depresiones tectónicas, humedales en llanuras semipantanosas transicionales; de la subregión Ciénaga Occidental, en los cuales hay potencial para el desarrollo del turismo de naturaleza. También en los humedales de llanuras fluvio-marinas y en los humedales en llanuras lacuno-palustres sobre depresiones tectónicas, tanto de la subregión Ciénaga Oriental como en la Ciénaga Occidental, donde hay que ejecutar acciones de restauración para eliminar la *Claria gariepinus*, el *Myriophyllum pinnatum* y la *Casuarina equisetifolia*. Los humedales en llanuras fluvio-marinas y los humedales en llanuras marinas, poseen categoría de Parque Nacional. También en la Llanura Cársica Central de Zapata, pero en la subregión Ciénaga Oriental se encuentra el sistema espeleolacustre, en el que existe potencial para el desarrollo del turismo de naturaleza, y posee categoría de manejo de Elemento Natural Destacado.

- Aprovechamiento y restauración, con 1032,66 km², fundamentalmente en los paisajes de la Llanura Cársica Central, ubicada, tanto en la subregiones Ciénaga Occidental como en la Ciénaga Oriental y en los humedales, en llanuras semipantanosas transicionales del norte de la región de Ciénaga de Zapata, son aptos para el desarrollo de la actividad forestal, el turismo y, en menor grado la actividad agropecuaria. En los paisajes de humedales en llanuras lacuno-palustres en depresiones tectónicas, fundamentalmente de la subregión Ciénaga Oriental, se propone desarrollar actividad acuícola, producción de arroz y, en algunas partes, turismo.

Es importante en toda la región Ciénaga de Zapata, de acciones de restauración de bosques, afectados por los incendios forestales; de manejo y control de especies exóticas invasoras, y de reducción de la contaminación por residuales líquidos.

En la región Ciénaga de Zapata, predomina la categoría de conservación, lo que se corresponde con las características de estos paisajes de humedales y en particular los servicios ambientales que prestan.

Las áreas de aprovechamiento, que coinciden con conservación y restauración, están relacionadas con zonas con potenciales para el turismo de naturaleza y, el resto, lo forman humedales en superficies transicionales pantanosas y semipantanosas que tienen potencial forestal, pero por la naturaleza de los servicios ambientales que brindan, se propone que sean restaurados y pasen a régimen de conservación.

Las áreas donde coinciden la conservación y la restauración están ubicadas, principalmente, en los paisajes de humedales insulares, donde existen problemas de mortandad del mangle y de introducción de especies exóticas invasoras.

III.5.- Conclusiones parciales

Cabe enfatizar que la propuesta de ordenamiento ambiental con enfoque geocológico obtenido, prioriza en lo fundamental, las actividades de conservación, lo que garantiza el uso sostenible de los paisajes de la Ciénaga de Zapata y la preservación de los servicios ambientales identificados, mientras que el aprovechamiento propuesto está dado, principalmente, para actividades forestales y de turismo de naturaleza, y para actividades acuícolas y agropecuarias, todas en régimen bajo o extensivo.

Un aspecto muy importante a tener presente es la baja capacidad de gestión ambiental. El desempeño ambiental y el cumplimiento de la legislación ambiental de las organizaciones es bajo, lo que se refleja en que los resultados de la inspección estatal ambiental en el territorio, que no supera el 50%. Esta debilidad puede influir de manera directa, en la implementación del

modelo de ordenamiento ambiental sugerido y en la meta de alcanzar la sostenibilidad del desarrollo.

CONCLUSIONES

1.- A partir del problema científico identificado, esta tesis valida la hipótesis planteada sobre la conveniencia de aplicar el enfoque geoecológico como base para el ordenamiento y manejo de los paisajes de humedales, por su potencialidad para sistematizar el conocimiento de su estructura y dinámica-funcional, lo que posibilita contar con una herramienta eficiente y efectiva para la gestión ambiental en las escalas territorial y local, tal como requieren las políticas de desarrollo.

2.- La clasificación de los paisajes de humedales obtenida, es aplicable al contexto físico geográfico de la provincia y, posiblemente, del país, pues mantiene la coherencia con la génesis de estos en el archipiélago cubano e, incluso, en otros ámbitos similares, y se sustenta en las peculiaridades estructurales y dinámico-funcionales de este tipo de paisaje, lo que facilitó su cartografía.

3.- En la provincia de Matanzas, los paisajes de humedales tienen un desarrollo espacial significativo, si se toma en consideración que su área supera el 35 % de la superficie provincial con una baja asimilación antropogénica y un estado ambiental medianamente favorable, debido a que sus características físico-geográficas limitan su uso. Ello confiere al territorio una alta fragilidad natural y vulnerabilidad, ante los impactos ambientales asociados a las actividades humanas.

4.- La integración de los análisis geoecológico y ambiental permite obtener información esencial para la toma de decisiones fundamentadas desde el punto de vista científico, pues conjuga el conocimiento de la estructura, el funcionamiento y los servicios ambientales que ofrecen los paisajes de humedales, con las presiones, problemas ambientales, tendencias, relación ordenamiento territorial aprobado-potencial del paisaje las políticas de gestión adoptadas y el estado ambiental, elementos imprescindibles, pero frecuentemente no integrados, plenamente, por su falta de disponibilidad de forma clara y cartografiada.

5.- Ha sido desarrollado un modelo conceptual para el ordenamiento ambiental, con enfoque geoecológico, aplicado en la Ciénaga de Zapata y que en condiciones similares al escenario a donde se desarrolló esta investigación, pudiera ser generalizado en otros contextos y procesos análogos, lo que le aporta universalidad a la proposición. Se establece la prioridad en los usos y actividades para la conservación, de acuerdo a los valores y servicios ambientales identificados, mientras que la política de aprovechamiento se conceptualiza con un régimen de uso bajo, o semiintensivo. La baja capacidad de gestión ambiental de las unidades organizativas que gerencian el manejo de los recursos naturales en el humedal, puede constituir un freno en la adopción e implementación del modelo obtenido.

RECOMENDACIONES

1. Es impostergable la necesidad de continuar los estudios y cartografía de los servicios ambientales que prestan los humedales, mediante la aplicación de técnicas más modernas de clasificación orientada a objeto y la valoración económica de estos paisajes para la toma de decisiones. Se debe tener en cuenta el rol regulador que juegan los humedales en el sistema ambiental. En la actualidad se refuerza su importancia, ante los efectos de la variabilidad y cambio climático.
2. Proseguir los estudios y cartografía de la capacidad de gestión de las organizaciones que operan en estos y otros paisajes, pues ayudaría a reconocer las debilidades y fortalezas de los diferentes territorios, organismos, entidades o sectores de la economía para la atención a la actividad de protección ambiental en el país.
3. Los resultados de esta investigación deben ser la base para continuar la interrelación con entidades y organismos cuyas funciones estén relacionadas con la gestión ambiental en estos tipos de paisaje y con el ordenamiento territorial como: Dirección Provincial de Planificación Física (DPPF), Centro Nacional de Áreas Protegidas (CNAP), Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas y Dirección de Medio Ambiente, entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acevedo, P. (1996). Analisis de los paisajes insulares del Archipiélago Sabana Camaguey. Tesis presentada para optar por el grado de doctor en ciencias geograficas no publicada, Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana, Habana.Cuba.
2. Acevedo, P. (2011). Análisis de la potencialidad a la recuperación natural de los paisajes de Playas del Este. Trabajo no publicado. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana, La Habana, Cuba, pág. 2-9.
3. Agencia de Medio Ambiente. (2007). Estudio de impacto ambiental del incendio de grandes proporciones Las Minas - San Lázaro - Los Arroyones en el Humedal Ciénaga de Zapata. En CD Memorias del Simposio Internacional de Humedales "Humedales 2007". Unidad de Medio Ambiente. CITMA-Matanzas.
4. Agencia de Medio Ambiente. (2009). Lineamientos Metodológicos para los Estudios Técnicos de Ordenamiento Ambiental en Cuba. Trabajo no publicado. Ciudad de La Habana.
5. Agencia de Medio Ambiente. (2012). Resultados del macroproyecto sobre el enfrentamiento a los efectos del cambio climático en el archipiélago cubano. Trabajo no publicado. CITMA. La Habana.
6. Akumu, C., Pathirana, S., Baban, S., & Bucher, D. (2011). Examining the potential impacts of sea level rise on coastal wetlands in north-eastern NSW, Australia. *Coastal Conservation*, (15), 15-22.
7. Alfonso, A. (2012.). Ordenamiento Ambiental y Capacidad de Gestión Ambiental, Instrumentos de apoyo a la Gobernanza Costera. Caso del Humedal Ciénaga de Zapata, Cuba. Ponencia presentada en Primer Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Zonas Costeras. Cadiz. España.
8. Alfonso, A. (2012.). Ordenamiento Ambiental y Capacidad de Gestión Ambiental, Instrumentos de apoyo a la Gobernanza Costera. Caso del Humedal Ciénaga de Zapata, Cuba. Ponencia presentada en Primer Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Zonas Costeras. Cadiz. España.
9. Alfonso, A., & Dipotet, P. (1995). Desarrollo Comunitario en la Ciénaga de Zapata. En A. Alfonso y M. Gutierrez,(Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de Humedales. "Humedales 94".(21-27). La Habana. Cuba. Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3
10. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2007)a. Modelo conceptual para el desarrollo sostenible en los humedales. Reporte de investigación. Instituto de Cibernética, Matemática y Física. CITMA. La Habana. Cuba. ISSN 0138-8916.
11. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2007)b. Perfeccionamiento del conocimiento de los humedales. Caso de estudio Humedal Ciénaga de Zapata, Cuba. Reporte de investigación. Instituto de Cibernética, Matemática y Física, CITMA. La Habana, Cuba. ISSN 0138-8916.

12. Alfonso, A., Cronenberg, F., & Martín, G. (2012). Cartografía de los paisajes de humedales de la Provincia de Matanzas, usando técnicas de clasificación orientada a objeto. Trabajo no publicado. Unidad de Medio Ambiente, Matanzas. Cuba.
13. Alfonso, A., Moya, B., Menéndez, M., Caballero, L., & Jiménez, J. (2013). Propuesta preliminar de Estrategia de Adaptación al Cambio Climático con participación comunitaria para el humedal Ciénaga de Zapata. Cuba. Memorias IX Conferencia Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (p. 138). La Habana, Cuba: Sello editorial AMA.
14. Alfonso, A., Moya, V., & Dipotet, P. (2010). Impacto de impacto global medio ambiental en los humedales. Caso Ciénaga de Zapata, Cuba. Matanzas, Cuba. En CD Taller Nacional de Humedales. Zapata 2010. Unidad de Medio Ambiente. Matanzas. Cuba.
15. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2009). Propuesta de Clasificación de los humedales de la Provincia de Matanza. En CD de Memorias del VIII Simposio Internacional de sobre Manejo de Humedales, "Humedales 2009". Unidad de Medio Ambiente de Matanzas. Matanzas, Cuba.
16. Anne-Gaelle E., C. W., & Leathwick, R. (2011). Applying systematic conservation planning principles to palustrine and inland saline wetlands of New Zealand. *Wetlands*, (56), 142–16.
17. Barbier, E. B. (1997). Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores. Gland, Suiza: Oficina de la Convención Ramsar.
18. Berlanga–Robles, A. C., Ruiz–Luna, A., & Lanza Espino, G. (2008). Esquema de clasificación de los humedales de México. *Investigaciones Geograficas*, versión impresa ISSN 0188-4611.
19. Bo, F., Zhen-hong, X., & Zhong-li, W. (2010). Improved Back-Propagation Neural Network in Ecological Vulnerability Assessment of Zhalong Wetland. Sixth International Conference on Natural Computation (ICNC 2010). China.
20. Bowen, W. M., Johnson, A. C., Egbert, L. S., & Klopfenstein, T. S. (2010). GIS-based Approach to Identify and Map Playa Wetlands on the High Plains, Kansas, USA. *Wetlands*, 30:675–684.
21. Bravo, J., & Windevoxhel, N. J. (1997). Manual para la identificación y clasificación de humedales en Costa Rica. (Primera edición). San José, Costa Rica: UICN/ORMA–MINAE, Embajada Real de los Países Bajos.
22. Brooks, R., Brinson, M., Havens, K., Hershner, C., Rheinhardt, R., Wardrop, D., y otros. (2011). Proposed Hydrogeomorphic Classification for Wetlands of the Mid-Atlantic Region, USA. (S. O. Scientists, Ed.), *Wetlands*, (31), 207–219.
23. Cabrera, J. A. (1996). Los paisajes de Matanzas (Cuba): Una concepción de sistemas para la estrategia de sostenibilidad geoecológica. Tesis presentada en opción del grado de doctor en ciencias geográficas. No publicada. Facultad de Geografía, La Habana.

24. Cabrera, J. A., Soto, E. & García, O. (1995) Ecología y paisaje de los humedales de Matanzas, Cuba: Una concepción de sistema para el diseño del desarrollo sostenible. Memorias del II Simposio Internacional de Humedales. "Humedales 94". (176-180). La Habana, Cuba. Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3
25. Cañas, D. (2011). Diagnóstico Ambiental del Municipio de Martí. Tesis presentada para obtener el grado de Máster en Gestión Ambiental, No publicada. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Facultad de Química, Matanzas. Cuba.
26. Cariveau, B., Pavlacky Jr, C. D., Bishop, A., & LaGrange, G. T. (2011). Effects of Surrounding Land use on Playa Inundation following Intense Rainfall. *Wetlands*, (31), 65–73.
27. Carter, J. W., Brett, W., Glenn, R., Guntenspergen, R., Voldseth, A., Bruce, M., y otros. (2010). Prairie Wetland Complexes as Landscape Functional Units in a Changing Climate. *American In. BioScience*, 60 (2), 128-140.
28. Castro, F. (2007). La historia me absolverá. Quinta reimpresión, Instituto Cubano del Libro, Editorial de Ciencias Sociales.
29. Castro, F. Discurso pronunciado por Fidel Castro Ruz, Presidente de la República de Cuba, en las honras fúnebres de las víctimas del bombardeo. Recuperado el 4 de Febrero de 2014, de www.cubadebate.cu
30. Chi, X., Sheng, S., Wen, Z., Lijuan, C., & Maosong, L. (2010). Characterizing wetland change at landscape scale in Jiangsu Province, China. Springer Science + Business Media.
31. CITMA- Ciénaga de Zapata. (2013). Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata para la Reserva de la Biosfera. Trabajo no publicado Organo del CITMA Ciénaga de Zapata, Matanzas. Cuba.
32. CITMA. (2012). Estrategia Ambiental de la Provincia de Matanzas, ciclo 2012-2016. Trabajo no publicado. Unidad de Medio Ambiente de Matanzas, Matanzas.
33. CITMA-Ciénaga de Zapata. (2008). Informe al Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros sobre la situación ambiental de la Ciénaga de Zapata, con vistas a que fuera aprobada como Cuenca Hidrográfica de Interés Nacional. CITMA. 50 pp.
34. CITMA-Ciénaga de Zapata. (2012). Especies exóticas invasoras en Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata. CITMA-Matanzas, Trabajo presentado en Taller de Lecciones Aprendidas del Proyecto PNUD-GEF "Manejo y control de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables de Cuba. Cienfuegos, Cuba.
35. CMP. (2014). Estudio de Peligros, Vulnerabilidad y Riesgos por Incendios Forestales y Rurales. Trabajo no publicado. Centro Meteorologico Provincial, CITMA, Grupo Cientifico, Matanzas. Cuba.
36. CNAP. (2007). Plan de sistema de áreas protegidas de la República de Cuba, Periodo 2008-2012. La Habana, Cuba: Editorial Academia.

37. CNAP. (2010). Áreas importantes para la conservación de las aves en Cuba. La Habana, Cuba: Editorial Academia.
38. Consultores, S.A, T. y colaboradores. (2009). Guía Técnica, Manejo y Comercialización de Productos para el turismo sostenible en la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata. Trabajo no publicado. Cubanacan Ciénaga de Zapata. Cuba.
39. Cowardin, L. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the U.S., U.S. Fish and Wild Life Service, Washington DC. USA.
40. CRC. (2013). Managing our Coastal Wetlands: Walking the Talk of Concerted Action. Centre Resources Coastal. Rodhe Islands University. USA:USAID.
41. Cronenberg, F. (2012). Classificação e cartografia das Unidades da Paisagem da Serra do Mar no Estado do Rio de Janeiro – subsidio para o estudo do estado de conservação ambiental na região. Trabajo no publicado. Instituto de Geociencias, Universidad Federal Fluminense, Departamento de Geografia Física, Rio de Janeiro, Brasil.
42. CSAM. (2009)a. Estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgos de inundaciones por fuertes lluvias. Trabajo no publicado. Division de Gestión Ambiental. Varadero. Matanzas. Cuba.
43. CSAM. (2009)b. Estudios de peligros, vulnerabilidad y riesgos de inundaciones por penetraciones del Mar, Trabajo no publicado. Division de Gestión Ambiental. Varadero. Matanzas. Cuba.
44. Davidson, I. V. (1999). Review of wetland inventory information in North America. In: F. C. Spiers (Ed.), Global Review of Wetland Resources and Priorities for Wetland Inventory (p. 1–34). Camberra, Australia: Supervising Scientist Report 144.
45. Diákonov, K. I. (2008). La escuela geográfica paisajística. En N. Kasimov, Las escuelas científicas geográficas de la Universidad de Moscú, Moscú, Rusia: Casa Editorial Gorodiets.
46. Diákonov, K., Kasimov, N., Koroshev, A., & Kushlin, A. (2007). Landscape Analysis for Sustainable Development: Theory and applications of Lanscape Science in Russia. (Diakonov, K.N., N.S.Kasimov, A.V.Koroshev, & A.V.Kushlin, Edits.). Moscow. Rusia: Alex Publishers.
47. Domínguez, A. (2002). Los Paisajes Físico Geográficos de la Provincia de Santis Spiritus. Tesis presentada en opcion al grado de Doctor en Ciencias Geográficas. Trabajo no publicado. Facultad de Geografia de la Universidad de la Habana. La Habana. Cuba.
48. Empresa Forestal Integral Ciénaga de Zapata. (2012). Plan de Manejo 2013 – 2017. Elemento Natural Destacado “Sistema Espeleolacustre de Zapata”. Trabajo no publicado. Empresa Nacional para la Protección de la Flora y la Fauna, Unidad de Áreas Protegidas, Ciénaga de Zapata. Matanzas. Cuba.
49. Engle, V. (2011). Estimating the Provision of Ecosystem Services by Gulf of Mexico Coastal Wetlands. *Wetlands* (31), 179–193.

50. Estrada, E. R., Martín, G., Martínez, F., Rodríguez, H., Capote, R., I., R. A., y otros. (2013). Mapa (BD-SIG) de vegetación natural y seminatural de Cuba v.1 sobre LANDSAT ETM 7SLC-OFF GAP FILLED, CIRCA 2011. IX Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (p. 943). La Habana, Cuba: Sello editorial AMA.
51. Flores, C., Bounds, L., & Ruby, E. (2011). Does Prescribed Fire Benefit Wetland Vegetation? (U. Government, Ed.) *Wetlands* (31), 35–44.
52. Franke, J., Becker, M., Menz, G., Misana, S., Mwita, E., & Nienkemper, P. (2009). Aerial Imagery for Monitoring Land Use in East African Wetland Ecosystems. *IGARSS, IEEE*, 288 - 291.
53. Frohn, C. R., Reif, M., Lane, C., & Autrey, B. (2009). Satellite Remote Sensing Of Isolated Wetlands Using Object-Oriented Classification Of Landsat-7 Data. (U. S. The Society of Wetland Scientists, Ed.) *Wetlands*, 29 (3), 931–941.
54. Frohn, C., Reif, M., Lane, C., & Autrey, B. (2010). Mapping isolated wetlands in a karst landscape: GIS and remote sensing methods. *GIScience and Remote Sensing* (doi:10.2747/1548-1603.46.2.187), (46):187–211.
55. Garea, B., & Fernández, L. (2009). Evaluación de las interrelaciones. Importancia para la toma de decisiones. Capítulo 4. En *GEO Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano*. La Habana. Cuba
56. Gedan, K. B., Matthew, L., Wolanski, E., Barbier, E., & Silliman, B. (2011). The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: answering recent challenges to the paradigm. *Climatic Change*, (106), 7–29.
57. Gong, P., Niu, Z., Cheng, X., Zhao, K., D., Z., & J., G. (2010.). China's wetland change (1990–2000) determined by remote sensing science. *Science China. Earth Science*, (53), 1036–1042.
58. Grapentine, L. j., & Kowalski, P. K. (2010). Georeferencing Large-Scale Aerial Photographsof a Great Lakes Coastal Wetland: a Modified Photogrammetric Method. *Wetlands*, (30), 369–374.
59. Gu, L., Wang, X., Gong, Z., Wang, J., & Xu, H. (2010). Landscape Monitoring and Dynamic Evolution of Wetland Resources in Beijing. Forestry Beijing Forestry University of China, Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education College. China.
60. Gustavson, K., & Kennedy, E. (2010). Approaching Wetland Valuation in Canada. *Wetlands*, (30), 1065–1076.
61. Haesbaert, R. (2010). Dilemas da região e da regionalização na Geografia Contemporânea. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil.
62. Hui, W., & Baoshan, Y. (2010). A Review of Ecological Effect about Artificial Restoration of Degraded Wetland Dong Kaikai. 2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology. IEEE. China.

63. ICGC. (1993). Estudio Geográfico integral de la Ciénaga de Zapata. La Habana: ICGC-ACC.
64. Ignatov, E. I. (2004). Morfosistemas Costeros. Moscú-Smolensk, Russia: Madzhenta.
65. IGT. (2005). Propuesta de Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Ciénaga de Zapata. Trabajo no publicado. Instituto de Geografía Tropical. La Habana. Cuba
66. IGT. (2006). Propuesta de Plan de Manejo de la Parque Nacional Ciénaga de Zapata. Trabajo no publicado. Instituto de Geografía Tropical. La Habana. Cuba
67. IGT. (2013). Modelo de Ordenamiento Ambiental. Caso de Estudio Municipio Yaguajay. Trabajo no publicado. Instituto de Geografía Tropical. La Habana. Cuba.
68. IPCC. (2007). Climate change, impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of IPCC. IPCC.
69. IPCC. (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK, and New York, USA: Cambridge University Press.
70. Keddy, P. (2005). Wetland ecology. Principles and conservation. Cambridge: Cambridge University. USA.
71. Lane, R. C.& D'Amico, E.(2010) Calculating the Ecosystem Service of Water Storage in Isolated Wetlands using LiDAR in North Central Florida. USA. Wetlands, 30:967-977.
72. Lima, A. (2006). Zoneamento Ecológico – Econômico. A luz dos direitos socioambientais. ABDR, Juruá Editora, Curitiba, Brasil. 287 pp
73. Lisio, A. (1996). Evaluación Ambiental de la ciudad en el Caribe insular. En Los retos de la cooperación ambiental: el caso del Caribe. Caracas, Venezuela: Editorial Nueva Sociedad.
74. Mateo, J. (2002). Planificación Ambiental. En: Maestría en Geografía, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.Universidad de La Habana, Fac. Geografía, La Habana. Cuba.
75. Mateo, J. (2007). Aportes a la formulación de una Teoría Geográfica de la sostenibilidad ambiental. Tesis para la obtención del Grado de Doctor en Ciencias, Trabajo no publicado.Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana, La Habana. Cuba.
76. Mateo, J. (2008). Planificación Ambiental. Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana. La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
77. Mateo, J. (2011). Paisajes Naturales. Geografía de los Paisajes (Vol. I). La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela.
78. Mateo, J. (2012)a. La dimensión espacial del desarrollo sostenible: una visión desde América Latina. La Habana. Cuba: Editorial Universidad de la Habana.

79. Mateo, J. (2012)b. La planificación y gestión ambiental como base para el ordenamiento territorial. Facultad de Geografía. Universidad de la Habana, La Habana, Cuba: Editorial Universidad de la Habana.
80. Mateo, J., & Da Silva, E. (2013). Planejamento e gestão ambiental. Subsídios da Geoeecología das paisagens da teoria geossistêmica. Fortaleza, Brasil: Edições UFC.
81. Mateo, J., & Hasdenteufel, P. (2003). Informe sobre el deliverie 13 del Proyecto CAESAR. Trabajo no publicado. Facultad de Geografía de la Universidad de la Habana, La Habana. Cuba.
82. Midwood, J., & Chow-Fraser, P. (2010). Mapping Floating and Emergent Aquatic Vegetation in Coastal Wetlands of Eastern Georgian Bay, Lake Huron, Canadá. *Wetlands* (30), págs. 1141–11522.
83. Mitsch, W., & Gosselink, J. (2007.). *Wetlands* (4th ed.). Hoboken, New York, USA: John Wiley.
84. MMA. (2011). Diseño del inventario nacional de humedales y el seguimiento ambiental. Ministerio de Medio Ambiente, Centro de Ecología Aplicada, Santiago, Chile.
85. NEDECO, (1959). Proyecto preliminar. Reclamación de la Ciénaga de Zapata. Habana-Ciénaga. Informe inédito. Archivos de la EIPI - INRH. Colón.
86. O'Farrell, P., Reyers, B., Le Maitre, D., Milton, S., Egoh, B., Maherry, A., y otros. (2010). Multi-functional landscapes in semi-arid environments: implications for biodiversity and ecosystem services. *Landscape Ecology* (doi: 10.1007/s10980010-9495-9),(p.15).
87. Opdam, P., & Luque, S. J. (2009). Changing landscapes to accommodate for climate change impacts: a call for landscape ecology. *Landscape Ecology*, (24), 715–721 :Springer Science.
88. Ortega, P. M. (2011). Aplicaciones de la Teledetección y SIG en la caracterización de humedales en la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda. Tesis para optar por el grado de Máster en Tecnologías de la Información Geográfica, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia, Madrid.
89. Pattanayak, K. S., Wunder, S., & Ferraro, J. P. (2010). Show Me the Money: Do Payments Supply Environmental Services in Developing Countries? *Review of Environmental Economics and Policy* (Vol. IV). Oxford, United Kindong: Oxford University.
90. Perkins, B. D., & Jawitz, W. (2010). Wetland-Groundwater Interactions in Subtropical Depressional Wetlands. *Wetlands*, (30), 997–1006.
91. Petrova, V. (2007). Manejo de recursos hídricos del humedal Ciénaga de Zapata. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Técnicas. Trabajo no publicado. Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río. Cuba
92. Planos, E; Vega, R y A Guevara, Editores (2013). Impacto del Cambio climático y Medidas de Adaptación en Cuba. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente. Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, Cuba, 430 pp.

93. Preobrazhenskii, V., Aleksandrova, T., Daneva, M., Haase, G., & Drosh, I. (1982). Protección de los paisajes. Diccionario interpretativo. Moscú, Unión Soviética: Editorial "Progress".
94. Priego, A., Bocco, G., Mendoza, M., & Garrido, A. (2008.). Propuesta para la generación Semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos. Instituto Nacional de Ecología.Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.México.
95. Priego,A.& Bocco,G.(2011). Propuesta de Clasificación de Humedales de la Costa del Golfo de México a las escalas 1:25 000-1:50 000. Trabajo no publicado. Instituto Nacional de Ecología.Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. Morelia. Michoacan. México.
96. Priego-Santander, A. (2004). Relación entre la Heterogeneidad Geocológica y la Biodiversidad en Ecosistemas Costeros Tropicales. Tesis presentada en opcion al grado de Doctor en Ciencias Geograficas. Trabajo no publicado, Instituto de Ecología, Xalapa,Veracruz, Mexico.
97. Ramón, A., Salinas, E., & Acevedo, P. (2012). Modelo de ordenamiento ambiental desde la perspectiva del paisaje. Una propuesta para la Cuenca alta del río Cauto. Cuba. España: Editorial Académica Española.
98. Ramón, A., Salinas, E., & Remond, R. (2009). Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba. Geografía y Sistemas de Información Geográfica,(1), 95-108.
99. Ramsar. (2006). Manual de la Convención Ramsar, 4ta edición. Recuperado el 4 de noviembre de 2010, de www.ramsar.org.
- 100.Ramsar. (2007). Manual de restauración de humedales mediterráneos, Plan Medtwet. Recuperado el 4 de noviembre de 2010, de www.ramsar.org.
- 101.Ramsar. (2011)a. Valores líquidos de Ramsar – 40 años de la Convención sobre los humedales. Recuperado el 2 de febrero de 2012, de www.ramsar.org.
- 102.Ramsar. (2011)b. Wetland Ecosystem Services, an introduction. Gland, Suiza: Convencion Ramsar.
- 103.Rijling, A. (1999). La Ecología del Paisaje: definición y desarrollo. Revista de la Universidad Estatal de Moscú, (1), 17 - 22.
- 104.Rijling, A. (2009). Estado de la Ecología del Paisaje y perspectivas de su desarrollo. Vestnik MGU.
- 105.Rodríguez, L., Menéndez, L., Guzmán, M., Gonzáles, V., & Gómez, R. (2006). Manglares del archipiélago cubano, estado de conservación actual. En L. Menéndez, & J. M. Guzman (Edits.), Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano. Estudios y experiencias enfocados a su gestión (p. 35-43). Habana, Cuba: Editorial Academia.

106. Rodríguez, P. W., & Souza-Filho, M. (2011). Use of Multi-Sensor Data to Identify and Map Tropical Coastal Wetlands in the Amazon of Northern Brazil. *Wetlands*, (31), 11-23.
107. Romanova, E., Alekseev, B., & Vasilieva, M. (2010). Evaluación Geocológica de los Paisajes en el ejemplo del territorio de Netherlands. *Serie 5 Geografía* , 3-10.
108. Rover, J., Wright, K. C., Euliss, J., Mushet, M. D., & Wylie, K. B. (2011). Classifying the Hydrologic Function of Prairie Potholes with Remote Sensing and GIS. *Wetlands*, (31), 319–327.
109. Rudskii, V., & Sturman, V. I. (2007). *Fundamentos del uso de la Naturaleza*. Moscú, Rusia: Aspent Press.
110. Salabarría, D. (2009). *Gestión Ambiental de Ecosistemas y Manejo de Recursos Naturales*. En CD del Simposio Internacional “Humedales 2009”. Unidad de Medio Ambiente, CITMA-Matanzas. Ciénaga de Zapata, Matanzas, Cuba.
111. Salinas, E. (1991). *Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional en Cuba*. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias, Trabajo no publicado. Universidad de la Habana. Cuba.
112. Salinas, E. (2001). Ordenamiento Ecológico Territorial Estado de Hidalgo. *Periódico Oficial del Estado* , Tomo CXXXIV (14), p. 473.
113. Salinas, E., & Quintela, J. (2001). Paisajes y ordenamiento territorial: obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG. *Revista de Investigación del Bajo Segura* (7), 517-527. México
114. Sánchez, R., & Mateo, J. (2010.). *Problemas ambientales y gestión ambiental de sistemas costeros urbanizados a través de un análisis conjunto comparativo en litorales de la provincia de Ciudad de La Habana, en Cuba y del Norte fluminense en Río de Janeiro*. Proyecto de Investigación CAPE, UFRJ – UH. No publicado, Río de Janeiro, Brasil.
115. Sánchez, R., Mateo, J., & Alfonso, A. (1995). Funcionamiento geocológico de los paisajes de la Ciénaga de Zapata. Ciénaga de Zapata. En: A. Alfonso, & M. Gutiérrez (Ed.), *Memorias del Segundo Simposio Internacional "Humedales 94"*, 162-165. La Habana, Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
116. Semeniuk, V., & Semeniuk, C. A. (1997). "A geomorphic approach to global classification for natural inland wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention — a discussion". *Wetlands Ecology and Management* , (V), 145–158.
117. Sochava, V. B. (1978). *Introducción al estudio de los geosistemas*. Novosibirsk, Unión Soviética: Nauka.
118. Spence, C., Guan, J. X., & Phillips, R. (2011). The Hydrological Functions of a Boreal Wetland. *Wetlands*, (31), 75–85.
119. Stafford, D. J., Horath, M. M., Yetter, P. A., Smith, V. R., & Hine, S. C. (2010). Historical and Contemporary Characteristics and Waterfowl Use of Illinois River Valley Wetlands. *Wetlands*, (30), 565–576.

120. Stringer, E. C., Rains, C. M., Kruse, S., & Whigham, D. (2010). Controls on Water Levels and Salinity in a Barrier Island Mangrove, Indian River Lagoon, Florida. *Wetlands*, (30), 725–734.
121. Timashev, I. (2008). El componente geocológico principal del paisaje terrestre. In: B. R. Alekseev, *El mundo de la Geoecología*, 11 – 20. Moscú: GEOS.
122. Trofimov, V. T. (2009). Paradoxes of Modern Geoecology. *Moscow University Geology Bulletin*, (4), 203–213.
123. Unidad de Medio Ambiente de Matanzas. (2012). Vacíos en la información sobre especies exóticas invasoras en la Provincia de Matanzas. Trabajo presentado en Taller de Lecciones Aprendidas del Proyecto PNUD-GEF “Manejo y control de especies exóticas invasoras en ecosistemas vulnerables de Cuba. Cienfuegos, Cuba.
124. Vila, S. J., Varga, L. D., Llausás, P. A., & Ribas, P. A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Análisis Geográfico*, (48), 151-166.
125. Von Bertalanffy, L. (1976). *Teoría General de Sistemas*. Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil: Voces.
126. Warner, B. G., & Rubec., D. A. (1997). *The Canadian Wetland Classification System*. National Wetlands Working Group, Ontario. Canadá.
127. WRI. (2005). *Millenium Ecosystem Assessment, Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. World Resources Institute. Washington, DC, USA: Island Press.
128. Wu, J. (2006). Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science. *Landscape Ecology*, (21), 1–4.
129. Wu, J. (2010). Landscape of culture and culture of landscape: does landscape ecology need culture? *Landscape Ecology*, (25), 1147–1150.
130. Xu, C., Scheller, R. M., Guneralp, B., & Gertner, G. Z. (2010). Elasticity and loop analyses: tools for understanding forest landscape response to climatic change in spatial dynamic models. *Landscape Ecology*(25), 855–871.
131. Xu, C., Sheng, S., Zhou, W., Cui, L., & Liu, M. (2010). Characterizing wetland change at landscape scale in Jiangsu Province, China. *Environmental Monitoring Assessment*, (5), 845–861.
132. Zhang, C., Liu, J., Robinson, D., Liu, X., Wang, J., & Tong, L. (2011). Factors Influencing Farmers’ Willingness to Participate in the Conversion of Cultivated Land to Wetland Program in Sanjiang National Nature Reserve, China. *Environmental Management*, (47), 107–120.
133. Zhang, J., Ma, K., & Fu, B. (2010). Wetland loss under the impact of agricultural development in the Sanjiang Plain, NE China. *Environment Monitoring Assessment*, (166), 139–148.

134. Zhijun, M., Yinting, C., Bo, L., & C., J. (2010). Managing Wetland Habitats for Waterbirds: An International Perspective. *Wetlands*,(30), 15–27.

BIBLIOGRAFIA

1. Alfonso, A. & Cabrera, A (2007). Casos de implementación del manejo integrado costero en el norte de la provincia de Matanzas, Cuba. En: Ecosistema Sabana- Camagüey. Estado actual, avances y uso sostenible de la biodiversidad. (149-153). La Habana, Cuba: Editorial Academia.
2. Alfonso, A. & Suarez, J. (1995). Potencialidades naturales de la Ciénaga de Zapata para el desarrollo del ecoturismo, modalidades para su explotación y vinculación con las comunidades locales. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94" (34-40). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3
3. Alfonso, A. (2002). Ordenamiento Ambiental y Manejo del Humedal Ciénaga de Zapata. Trabajo no publicado. Proyecto Territorial de I+D, CITMA-Matanzas, Unidad de Medio Ambiente, CITMA-Matanzas. Cuba.
4. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2002). Ordenamiento preliminar y elementos para el manejo de recursos en un territorio con humedales. Caso Ciénaga de Zapata. Reporte de investigación. Instituto de Cibernética Matemática y Física. CITMA. La Habana. Cuba. ISSN 0138-8916.
5. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2002). Sistema productivo de un territorio con humedales. Caso "Ciénaga de Zapata". En Memorias del VII Seminario Internacional de Globalización y Territorio (p. 10). ISBN 9591601832. Camagüey, Cuba. Red Iberoamericana de Investigadores de Globalización y Territorio.
6. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2003). Estudio de humedal como sistema geocológico. Caso Ciénaga de Zapata. Reporte de investigación. Cuba. Instituto de Cibernética, Matemática y Física, CITMA. La Habana. Cuba ISSN 0138-8916
7. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2007). Desarrollo sostenible en humedales. Modelo conceptual. Reporte de investigación. Instituto de Cibernética Matemática y Física. CITMA. La Habana. Cuba. ISSN 0138-8916.
8. Alfonso, A., & Dipotet, P. (2007). Planeación del manejo de zonas costeras. Reporte de investigación. Instituto de Cibernética Matemática y Física. CITMA. La Habana. Cuba. ISSN 0138-8916.
9. Alfonso, A., Musmeci, J., Caille, G., & Cabrera, A. (2013). Gobernanza en zonas costeras. El litoral costero patagónico en la República de Argentina y el litoral costero de la provincia de Matanzas, Cuba. Memorias IX Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo (p. 248). La Habana: Sello editorial AMA.
10. Alfonso, A.; Sánchez, R.; Gutiérrez, M & Rodríguez, L. (1995). Predicción preliminar del impacto ambiental producido por la extracción de turba en el polígono experimental en la Ciénaga de Zapata, Cuba. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94" (77-79). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3

11. Beatly, T. (2009.). *Planning for coastal resilience. Best practices for calamitous times.* Washington, D.C.: Island Press.
12. Bermudez, M. E. (2011). *Diccionario Básico Escolar (Vol. II).* Santiago de Cuba, Cuba: Tercera edición. Editorial Oriente.
13. Bolós, M. (1992) *Clasificación de los paisajes según la escala temporal.* Barcelona, España.
14. Bolós, M.; M. Tura; X. Estruch; R. Pena; J. Ribar y J. Soler. (1992). *Manual de Ciencia del Paisaje. Teoría, Métodos y Aplicaciones.* Barcelona, España: Editorial Masson, S. A.
15. Breen, M., & Begg, G. (1989). *Conservation status of southern African wetlands.* En H. BJ (Ed.), *Biotic diversity in Southern Africa: concepts and conservation (254–263).* Cape Town, Surafrica: Oxford University Press.
16. Brown, G., & Weber, D. (2011). *Public Participation GIS: A new method for national park planning.* *Landscape and Urban Planning (102),* 1–15.
17. Cabrera, J. A. & Alfonso, A. (2013). *Manejo costero integrado en la provincia de Matanzas (Cuba): las lecciones de 11 años y una estrategia para seguir* En: Capítulo “Experiencias y retos del Manejo Costero Integrado a nivel local en Latinoamérica” (Cabrera, J. A. & Conde, D. (Eds.), del Libro “Ciencias marino-costeras en el umbral del siglo XXI: desafíos y retos en Latinoamérica y el Caribe” (en prensa), (26-28).
18. Cabrera, J. A., G. García Montero, O. Rey, P. M. Alcolado, C. Miranda, R. Pérez, J. M. Martínez, D. Salabarría, A. Alfonso, D. Martínez, M. E. Castellanos, A. León y F. Dueñas (2009) *El Manejo integrado costero en Cuba: un camino, grandes retos.* En: Barragán Muñoz, J. M. (Ed.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio.* (91-119). Red IBERMAR (Servicio de Publicaciones del Programa CYTED). Cádiz, España.
19. Cabrera, J.A., Á. Alfonso y D. Martínez (2014). *Evaluación de programas de gestión costera y cambio climático en Matanzas. Contribución desde la Universidad.* Aprobado para su publicación en la Revista Congreso-Universidad, La Habana, Cuba.
20. Cabrera, J.A., A. Alfonso, O. Orellanes, D. Martínez y M. Almeida (2011) *Estrategia para el MIZC en la costa norte de la provincia de Matanzas. Informe Técnico de Proyecto no publicado.* Centro de Servicios Ambientales de Matanzas, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio ambiente. Matanzas, Cuba.
21. Cabrera, J.A., Martínez, D., Rey, O., Cruz, T., Brito, L., Caraballo, Y., Miranda, C., Castellanos, M.E., León, A., Pérez, O., Milanés, C., Arellano, M., Martínez, J.M., Pérez, R., Alfonso Martínez, Á., Dueñas, F. y García Montero, G. (2011). *El Manejo integrado costero en Cuba: propuestas para avanzar hacia una implementación exitosa.* En: Barragán Muñoz, J. M. (Ed.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: propuestas para la acción.* (71-92) Red IBERMAR (Servicio de Publicaciones del Programa CYTED). Cádiz, España.
22. CITMA. (2012). *Efectividad de Manejo de las Áreas Protegidas de la Provincia de Matanzas.* Trabajo no publicado. Unidad de Medio Ambiente de Matanzas, Matanzas.

23. CITMA. (2013). Implementación del proyecto PNUD GEF Evaluación y Control de las Especies exóticas invasoras en el archipiélago Cubano en la provincia de Matanzas. Ponencia presentada en el taller de lecciones aprendidas del proyecto. Diciembre, 2013. Unidad de Medio Ambiente de Matanzas, Matanzas.
24. Dini, J., Cowan, G., & Goodman, P. (2007). South African National Wetland inventory. Proposed Wetland Classification System for South Africa, South African Wetlands, Conservation Program. Recuperado el 4 de noviembre de 2012, de www.ngo.grida.no/soesa/nsoer/resource/wetland/inventory_classif.h.
25. DPPF. (2007). Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio Ciénaga de Zapata. Trabajo no publicado. Dirección Provincial de Planificación Física, Matanzas, Cuba.
26. Dugan, P. (1992). Wetland Conservation: A review of current issues and required action. Cambridge, United Kingdom and Gland, Switzerland: The World Conservation Union.
27. Ehlers, E., & Leser, H. (2002). Geographie heute – für die Welt von morgen. (K. Perthes, Ed.) Gotha und Stuttgart.
28. Facultad de Geografía (2004). Sostenibilidad Espacial y Ambiental de la Provincia de Ciudad de la Habana, Informe no publicado de los Resultados del Proyecto CAESAR. Universidad de la Habana, Ministerio de Educación Superior, Facultad de Geografía. La Habana. Cuba.
29. Finlayson, C. M., & Van der Valk, A. G. (1995). Wetland classification and inventory, A summary. *Vegetation*, 103–124.
30. Finlayson, C. M., Begg, G. W., Howes, J., Davies, J. K., & Lowry, J. A. (2002). Manual for an Inventory of Asian Wetlands, Version 1.0. Kuala Lumpur, Malaysia: Wetlands International Global Series 10.
31. Green, D. L. (2005). Wetland technical manual, wetland classification, The Ecological Services Unit for the Water Environments. Unit of the Department of Land and Water, Conservation, Australia. Recuperado el 5 de febrero de 2014, de www.dlwc.nsw.gov.au/care/wetlands/facts/pdf.
32. Griffin, P. J., Theodose, T., & Dionne, M. (2011). Landscape Patterns of Forb Pannes Across a Northern New England Salt Marsh. *Wetlands*, (31), 25–33.
33. Haesbaert, R. (2004). O mito da des territorialização. Do “Fim dos territórios” as multiterritorialidade. Rio de Janeiro, Brasil: Bertrand Brasil.
34. Haesbaert, R. (2007). Território e multiterritorialidade: um debate. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil: Geographia, Año IX, No.17.
35. Hobson, K., & Niemeyer, S. (2011). Public responses to climate change: The role of deliberation in building capacity for adaptive action. *Global Environmental Change*, (15), 898.

36. Houet, T., Loveland, T. R., Hubert-Moy, L., Gaucherel, C., Napton, D., Barnes, C. A., y otros. (2010). Exploring subtle land use and land cover changes: a framework for future landscape studies. *Landscape Ecology*, (25), 249–266.
37. Jakubowski, R., Casler, D., & Jackson, D. (2010). Landscape Context Predicts Reed Canarygrass Invasion: Implications for Management. *Wetlands*, (30), 685–692.
38. Jenkins, B. R., & Frazier, S. (2010). High-Resolution Remote Sensing of Upland Swamp Boundaries and Vegetation for Baseline Mapping and Monitoring. *Wetlands*, (30), 531–540.
39. Klopfenstein, W., Bowen, M., William, C., Stephen, L., & Scott, T. (2010). A GIS-based Approach to Identify and Map Playa Wetlands on the High Plains, Kansas, USA. *Wetlands* (30), 675–684.
40. Koniak, G., Perevolotsky, A. & Noy-Meir, I. (2011). Modelling dynamics of ecosystem services basket in Mediterranean landscapes: a tool for rational management. *Landscape Ecology*, (26), 109–124
41. Kotze, C., Ellery, W., Rountree, M., Grenfell, M., Marneweck, G., et al. (2009). WET-RehabPlan. Guidelines for planning wetland rehabilitation in South Africa. Pretoria: Wetland Management Series. Water Research Commission Report TT 336/09.
42. Kotze, C., Marneweck, C., Batchelor, A., Lindley, D., & Collins, N. (2009). WET-EcoServices. A Technique for rapidly assessing ecosystem services supplied by wetlands. Pretoria: Water Research Commission report TT 339/09.
43. Kuhman, T. R., Turner, M. G., & Pearson, S. M. (2010). Effects of land-use history and the contemporary landscape on non-native plant invasion at local and regional scales in the forest-dominated southern Appalachians. *Landscape Ecology*, (25), 1433–1445.
44. Labadiño, J. & Alfonso, A. (1995). Propuesta de creación de una unidad de protección del medio ambiente, en la Ciénaga de Zapata, Cuba. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds), *Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94"* (54-61). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3
45. Larousse. (2011). *Diccionario Esencial de Geografía*. México: Ediciones Larousse, S. A. de C.V.
46. Lazrak, E., Mari, J., Benoi, M. (2010). Landscape regularity modelling for environmental challenges in agriculture. *Landscape Ecology*, (25), 169–183
47. Mateo, J., & Alfonso, A. (2010). Uso, transformación y problemas ambientales de los humedales en América Latina. Lecciones para Cuba. Ponencia presentada en el Taller Nacional de Humedales, "Zapata 2010". Unidad de Medio Ambiente. Ciénaga de Zapata. Matanzas. Cuba.
48. Mateo, J., & Hasdenteufel, P. (2004). Ordenamiento Ambiental en territorios urbanos: estudio de caso de la Provincia Ciudad de La Habana. Ponencia presentada en "Geotrop 2004". La Habana: Instituto Geografía Tropical.

49. Mateo, J., Alfonso, A., & Sakamoto, A. (2013). La Sostenibilidad Ambiental de los Pantanos de Cuba. Ponencia presentada en IX Simposio Internacional de Humedales. "Humedales 2013". Unidad de Medio Ambiente CITMA-Matanzas. Ciénaga de Zapata. Cuba
50. Mc Alpine, C., Smith, C., Justin, G., Ryan, L. y otros. (2010). Can a problem-solving approach strengthen landscape ecology's contribution to sustainable landscape planning? *Landscape Ecology*, (25), 1155–1168.
51. McCarthy, B. C. (2010). A global perspective on reforesting landscapes: Reforesting landscapes: Linking pattern & process. (N. N. Southworth, Ed.) New York, New York, USA: Springe.
52. McKinney, R., Charpentier, M. (2009). Extent, properties, and landscape setting of geographically isolated wetlands in urban southern New England watersheds *Wetlands. Ecology Manage*, (17), 331–344
53. Mercer, C., Roff, J. C., and Bard, S. M. (2008). Back to the future: using landscape ecology to understand changing patterns of land use in Canada, and its effects on the sustainability of coastal ecosystems. – *ICES Journal of Marine Science*, (65), 1534–1539.
54. Moya, V. & Sánchez, R. (1995). Estados dinámicos del paisaje en la Ciénaga Occidental de Zapata, Cuba. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), *Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94"* (186-189). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
55. Neiff, J. (2000). El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. In: K. Malvarez AI, *Tópicos sobre grandes humedales sudamericanos* (97–145). Buenos Aires: ORCYT-MAB (UNESCO).
56. Neiff, J. J. (1997). Aspectos conceptuales para la evaluación ambiental de tierras húmedas continentales de América del Sur. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar, *Anais do VIII Seminario Regional de Ecología*, Vol. VIII, São Carlos, Brasil.
57. Neiff, J. J. (2011). Vegetation diversity in a large Neotropical wetland during two different climatic scenarios. *Biodiversity Conservation*, (20), 2007–2025.
58. Niemuth, D. N. (2010). Spatial and Temporal Variation in Wet Area of Wetlands in the Prairie Pothole Region of North Dakota and South Dakota. *Wetland,s* (30), 1053–1064.
59. Noble, G., & Hemens, J. (1978). *Inland Water Ecosystems in South Africa—a Review of Research Needs*. CSIR, South African National Scientific Programmes Report No. 34, Pretoria.
60. Nucci, J. y otros (2010) *Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano. Estudo aplicado ao bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR*. Editores João Carlos Nucci y Oriana Aparecida Fávero Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR.
61. OECD. (1996). *Guidelines for aid agencies for improved conservation and sustainable use of tropical and sub-tropical wetlands*. Paris, France: OECD.

62. Oikonomou, V., Troumbis, Y. A., Dimitrakopoulos, & P, G. (2011). Incorporating Ecosystem Function Concept in Environmental Planning and Decision Making by Means of Multi-Criteria Evaluation: The Case-Study of Kalloni, Lesbos, Greece. *Environmental Management*. Springer Science + Business Media,(47), 77–92.
63. Pearson, D. M., & Gorman, J. T. (2010). Exploring the relevance of a landscape ecological paradigm for sustainable landscapes and livelihoods: A case application from the Northern Territory Australia. *Landscape Ecology*, (25), 1169–1183.
64. Pearson, D., & Mc Alpine, C. (2010). Landscape ecology: an integrated science for sustainability in a changing world. *Landscape Ecology*, (25), 1151–1154.
65. Perea, J. A., Meroño, J., & Aguilera, J. M. (2009). Clasificación orientada a objetos en fotografías aéreas digitales para la discriminación de usos del suelo. *Interciencia versión impresa*, 34 (9).
66. Perera, M. (2011). Resultados de la Inspección Estatal Ambiental en Ciénaga de Zapata. Ponencia presentada en el VIII Simposio Internacional sobre manejo de Humedales “Humedales, 2011”. Unidad de Medio Ambiente CITMA-Matanzas. Ciénaga de Zapata, Cuba.
67. Pinchemel, P. (1985). Aspects géographiques del aménagement d un territoire. En: “Fondements rationnels de l, aménagement du territoire (p. 8 – 31). Paris. Francia.
68. PNUD. (2010) Designing Climate Change Adaptation Initiatives. A Toolkit for Practitioners. UNDP Bureau of Development Policy, p. 62 New York, NY 10017, USA, disponible en www.undp.org/clim.
69. Pollard, S., Kotze, D., & Ferrari, G. (2009). Valuation of the livelihood benefits of structural rehabilitation interventions in the Manalana Wetland. En D. Kotze, W. Ellery, D. Kotze, & W. Ellery (Edits.), WET-Outcome Evaluate. An evaluation of the rehabilitation outcomes at six wetland sites in South Africa. Wetland Management Series.TT 343/09. Pretoria, South Africa: Water Research Commission Report.
70. Ramón, A. (2010). Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso del SIG ArcGIS 9.3. Aplicación al macizo montañoso de la Sierra Maestra, Cuba. Trabajo no publicado. Centro Regional de Enseñanza en Ciencia y Tecnología Espacial para América Latina y El Caribe. Campus México, Ciudad México.
71. Rodríguez, L., Alfonso, A.; Sánchez, R. & Gutiérrez, M. (1995). Estado actual de las funciones ecológicas y socioeconómicas en la Ciénaga de Zapata. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de humedales. “Humedales 94” (100-107). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
72. Rountree, M., Thompson, M., Kotze, D., Batchelor, A., & Marneweck, G. (2009). WET-Prioritize. Guidelines for prioritizing wetlands at national, regional and local scales. Wetland Management Series, 30.

73. Salinas, E. (2006). Los Paisajes como fundamento del ordenamiento ambiental. Experiencias y perspectivas. En I Maestría de Ordenamiento Territorial, Universidad Internacional de Andalucía, Andalucía, España.
74. Salinas, E., & Middleton, J. (1998). Landscape Ecology as a Tool for Sustainable Development in Latin America. (E. Salinas, & J. Middleton, Edits.) Recuperado el 2 de octubre de 2012, de www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html/
75. Sánchez, R. Mateo, J. & Alfonso, A. (1995). Funcionamiento geocológico de los paisajes de la Ciénaga de Zapata. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94" (162-165). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
76. Sánchez, R. Travieso, A; Alfonso, A.; & Gutiérrez, M. (1995). Caracterización geocológica del bosque semidecíduos de humedad fluctuante en la Ciénaga de Zapata. Cuba. Estado actual de las funciones ecológicas y socioeconómicas en la Ciénaga de Zapata. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94" (122-125). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
77. Scott, D., & Jones, T. (1995). Classification and Inventory of wetlands: A global overview. *Vegetation*, (118), 3–16.
78. Seguinot, J. (2005). *Geo Caribe. Ensayos de medio ambiente, cultura y salud en el Caribe contemporáneo*. San Juan, Puerto Rico: Editorial GEO.
79. Semeniuk, V., & Semeniuk, C. (1995). Una aproximación geomorfológica a la clasificación global de humedales continentales. *Vegetation*,(118), 103-124.
80. Sieben, J., Rountree, M., Ellery, N., & Kotze, C. (2011). Hierarchical spatial organization and prioritization of wetlands: a conceptual model for wetland rehabilitation in South Africa. *Wetlands Ecology Manage.*
81. Sifneos, C. J., Herlihy, T. A., Jacobs, D., & Kentula, E. M. (2010). Calibration of the Delaware Rapid Assessment Protocol to a Comprehensive Measure of Wetland Condition. *Wetlands*,(30), 1011–1022.
82. Soto, E.; Fiallo, J. Urquiola, A. & Alfonso, A. (1995). Nuevas localidades de *Ferminia cerverais* (Aves: Troglodytidae) en la Ciénaga de Zapata, Cuba. Aspectos de su hábitat y etología. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94" (200-203). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
83. Spies, A. T., Swanson, J. F., Lach, D., Giesen, W. T., Franklin, F. J., & Johnson, N. K. (2010). Climate change adaptation strategies for federal forests of the Pacific Northwest, USA: Ecological, policy, and socio-economic perspectives. *Landscape Ecology*, (25), 1185–11.
84. Theobald, D. M. (2010). Estimating natural landscape changes from 1992 to 2030 in the conterminous US. *Landscape Ecology*, (25), 999–1011.

85. Travieso, A; Alfonso, A.; Sánchez, R.; Gutiérrez, M. & Nardo, R. (1995). Análisis de las formaciones vegetales en el polígono experimental para la extracción de turba, Ciénaga de Zapata. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), *Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94"* (149-153). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
86. Travieso, A; Alfonso, A.; Sánchez, R.; Gutiérrez, M. & Nardo, R. (1995). Estudio ecológico paisajístico relacionado con la avifauna de "Las Salinas", Ciénaga de Zapata. Cuba. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds), *Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94"* (173-176). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
87. Trofimov, V. (2005). On Ecological Functions of Abiotic Spheres of the Earth. *Geologika*, (2), 59–65.
88. Trofimov, V. (2006). New Theoretical Approach to Determining the Contents and Evolution of Geocology. *Geokologiya*, (2), 216–225.
89. Trofimov, V. (2006). Postulates of New Contents of Geocology, *Yuzhno-Rossiiskii vestn. geologii, geografii i global'noi energii*. Astrakhan: Izdatel'skii dom Astrakhanskii Universitet, (1), 3–25.
90. Underwood, J. (2011). Combining Landscape-Level Conservation Planning and Biodiversity Offset Programs: A Case Study. *Environmental Management*,(47),121–129
91. Vila, M. & Ibañez, I. (2011). Plant invasions in the landscape. *Landscape Ecology* 26:461–472
92. Villena, M.; Niebla, M. & Alfonso, A. (1995). Geoturismo: naturaleza, ciencia y recreación al servicio de la colaboración científica y técnica en la conservación del medio natural en la Ciénaga de Zapata. En A. Alfonso y M. Gutiérrez (Eds.), *Memorias del II Simposio Internacional de humedales. "Humedales 94"* (81-83). La Habana. Cuba: Editorial Academia. ISBN 959-02-0142-3.
93. Vos, C. C. (2010). Spatial planning of a climate adaptation zone for wetland ecosystems. *Landscape Ecology*, (25), 1465–1477.
94. Woodcock, S. T. (2010). Ecosystem Characteristics and Summer Secondary Production in Stormwater Ponds and Reference Wetlands. *Wetlands*,(30), 461–474.
95. Woodcock, S. T., Monaghan, C. M., & Alexander, K. E. (2010). Ecosystem Characteristics and Summer Secondary Production in Stormwater Ponds and Reference Wetlands. *Wetlands*, (30), 461–474.
96. Zetterberg, A., Mörtberg, U. M., & Balfors, B. (2010). Making graph theory operational for landscape ecological assessments planning, and design. *Landscape and Urban Planning*, (95), 181–191.