

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN FUNCIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS TERRESTRES DESDE LA PERSPECTIVA DEL PAISAJE¹

METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR FUNCTIONAL ZONING OF TERRESTRIAL NATURAL AREAS PROTECTED FROM THE LANDSCAPE PERSPECTIVE

Adonis Maikel RAMÓN PUEBLA^{2,5}; Eduardo SALINAS CHÁVEZ³;
Carlos LORENZO MARTÍN⁴

RESUMEN – La división de un área natural protegida en zonas de manejo es un proceso arduo y complejo, para lo cual es necesario un sistema de evaluación y clasificación de la superficie del territorio en cuestión que permita el reconocimiento en el terreno de los sitios donde se llevarán a cabo las acciones para la protección y el manejo de los valores y recursos del área. El presente trabajo propone una guía metodológica que describe, analiza y privilegia como soporte teórico-metodológico la Geoecología de los Paisajes como vía para llegar a la propuesta de zonificación funcional de un Área Natural Protegida terrestre, partiendo de la delimitación, clasificación y cartografía de las unidades de paisaje con el empleo de los Sistemas de Información Geográfica; el análisis de algunas de las propiedades sistémicas de los paisajes y el cálculo de indicadores como naturalidad, heterogeneidad, peligro, estabilidad y sensibilidad entre otros, así como la evaluación de los potenciales y los conflictos de uso como parte del diagnóstico, permitirá realizar la propuesta de zonificación funcional con una visión integral del territorio y determinar para cada zona y subzona las acciones a desarrollar para mitigar los impactos, atenuar o eliminar las amenazas, mejorar la salud de los objetos de conservación y proteger los valores en cada una de las áreas identificadas con problemas.

Palabras claves: zonificación funcional; zonas de manejo; sistema de información geográfica; indicadores de paisajes.

ABSTRACT – The division of a protected natural area in managed territories is a difficult and complex process for which an assessment and classification system of the surface of the territory, allowing the recognition of the places, where actions to protect the manage values and the resources of the area will be carried out, is necessary. This paper proposes a methodological guide, describes, assesses and favors, as a theoretical and methodological medium, the Geoecology of Landscapes as a means to reach the functional zoning proposal of a terrestrial protected area from defining, classifying and mapping landscape units with the use of GIS; the analysis of some of the systemic properties of landscapes and the calculation of indicators such as naturalness, diversity, danger, stability and sensitivity, among others, as well as the evaluation of the potentials and the use conflicts as part of the diagnosis to carry out the functional zoning proposal with a comprehensive approach of the territory and determine the steps to be taken to mitigate impacts, reduce or eliminate threats, improve the health of the objects of preservation and protect the values in every zone and sub-zone.

Keywords: functional zoning; managed areas; GIS; landscape indicators.

¹ Recibido para análisis em 30.01.13. Aceito para publicação em 12.05.13.

² Órgano de Montaña Sierra Maestra, Calle Gral. Rabí s/n, Reparto Arevalos, Guisa, Granma, Cuba. omsm@granma.inf.cu

³ Universidad de la Habana, Facultad de Geografía, Calle L No. 353, Vedado, Habana 4, La Habana, Cuba. esalinas@geo.uh.cu

⁴ Centro Nacional de Áreas Protegidas, Calle 18-A No. 4114 e/ Avenida 41, Playa, La Habana, Cuba. carlos@cnap.cu

⁵ Autor para correspondência: Adonis Maikel Ramón Puebla – omsm@granma.inf.cu

1 INTRODUCCIÓN

La fase principal de la planificación de las Áreas Naturales Protegidas se corresponde con la zonificación funcional de las mismas. Su finalidad no es otra que la ordenación del territorio mediante zonas y/o subzonas que se identifican con la aplicación de determinados criterios, y que se adoptan como base para definir el grado y el de tipo de intervención que garantizará el cumplimiento de los objetivos de protección en cada Área Natural protegida.

Este proceso según Gerhartz et al. (2007) requiere la representación cartográfica de las zonas de manejo, que permita el reconocimiento en el terreno de los sitios donde se llevarán a cabo las acciones para la protección y el manejo de los valores y recursos. Para ello es necesario establecer unidades espaciales, evaluar su vocación para los distintos tipos de uso de acuerdo con la categoría de manejo y establecer un sistema de clasificación de la superficie del área natural protegida, que regule dichos usos y establezca las acciones permitidas y necesarias en cada una de las zonas definidas.

Esto implica, adoptar un criterio de delimitación de las entidades espaciales que representen sistemas ecológicos cartografiados a una escala adecuada, de manera que induzcan el establecimiento de zonas donde la naturaleza de los atributos centrales de la unidad, dígame formaciones geológicas superficiales, relieve, vegetación, fauna y regímenes térmicos y de humedad, entre otros, condicionan relaciones y procesos físicos y biológicos propios del área considerada.

Para definir estas unidades espaciales, se utiliza el paisaje, que como concepto científico, es aportado por la Geografía Física Compleja y se refiere a un tipo particular de sistema material, que está constituido de componentes geográficos intercondicionados e interrelacionados en su distribución, desarrollándose en el tiempo, como parte del todo (Mateo, 2008).

Asumiendo en esta guía al paisaje como una porción del territorio donde existe un cierto nivel de organización del conjunto de componentes y factores actuantes en el ambiente local, que pueden ser integralmente estudiadas y cartografiadas con diferentes grados de abstracción, según el nivel

de percepción utilizado en el estudio, que ofrece la posibilidad de proporcionar las bases técnicas adecuadas para la planificación del uso de la tierra (Bastian y Steinhardt 2002, 2006; Busquets y Cortina, 2009; Naveh y Lieberman, 2001).

Definida la unidad de paisaje como unidad espacial para la zonificación funcional de las áreas naturales protegidas, se adopta entonces el procedimiento metodológico de la planificación ambiental tomado de Mateo (2002) con las etapas a seguir enfocadas a la organización de las tareas a ejecutar durante el proceso de zonificación funcional, dividido en las fases siguientes.

2 ESTUDIO DE LA ORGANIZACIÓN PAISAJÍSTICA

Parte de la clasificación y la taxonomía de las estructuras paisajísticas, esta puede centrarse en la descripción inicial del mismo con vistas a su posterior interpretación, o bien enfocarse directamente a la valoración de su calidad o fragilidad dejando implícita su descripción. El objetivo primordial es la obtención de una tipificación del territorio según su paisaje, que permita utilizar los mapas resultantes como herramienta en la gestión del territorio (Acevedo, 1996; Salinas, 2007).

La misma se realiza atendiendo a factores como las dimensiones del territorio y su relación con la escala de trabajo, y al propio comportamiento de los componentes naturales, cabe señalar, que la importancia relativa de cada componente puede variar de un caso de estudio a otro, razón por la cual se puede plantear que no existe una regla absoluta para confeccionar un mapa de paisajes. Como tampoco, existe una regla que defina lo que se puede hacer mediante el uso de los Sistemas de Información Geográfica – SIG (Salinas y Quintela, 2001; Bocco et al., 2009; Pereira, et al., 2011).

A continuación se presenta en la Figura 1 el procedimiento metodológico a seguir, con los pasos necesarios resumidos en la Tabla 1, para obtener el mapa de unidades de paisajes de un territorio a escalas medias y grandes, parte esencial de la presente guía, pues constituye la base a partir de la cual se propone realizar la zonificación funcional de un área natural protegida. Una explicación más detallada y completa del proceso puede consultarse en Ramón y Salinas (2012).

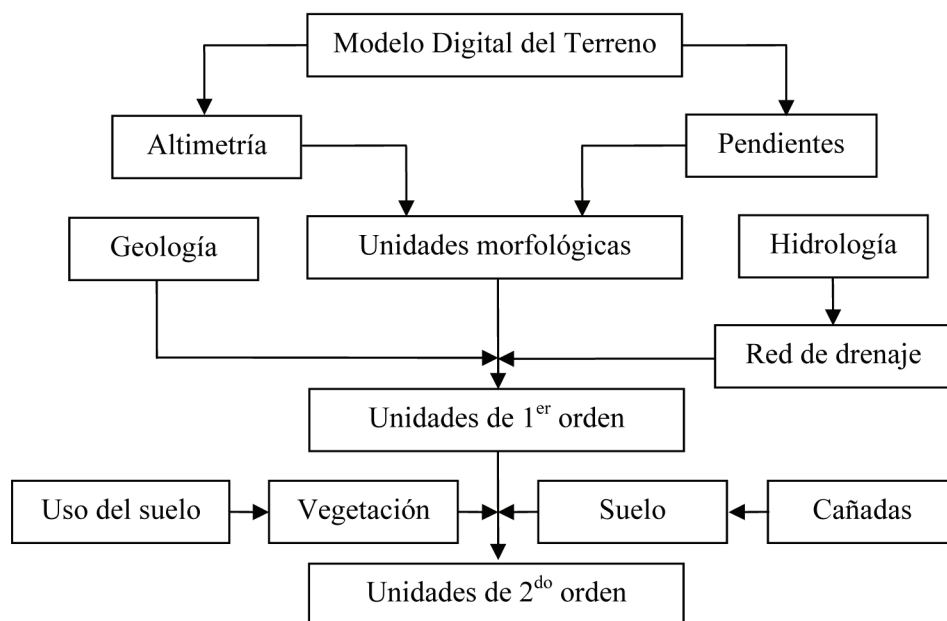


Figura 1. Esquema metodológico para la realización de mapas de paisajes con el uso de los SIG. Fuente: Salinas y Quintela (2001).

Figure 1. Methodological scheme to obtain landscape map with GIS. Source: Salinas and Quintela (2001).

En la Tabla 1 se presentan de forma general las herramientas y la metodología a usar con el ArcGIS Desktop bajo el supuesto de contar con las capas temáticas de unidades del relieve, litología, variables climáticas, tipos de suelos, vegetación y uso del suelo con vistas a la obtención del mapa de unidades del paisaje.

En interés de contar con una escala idónea que permita la planificación espacial a nivel local se propone utilizar en esta guía el enfoque topológico de los paisajes que se basa en la distinción de paisajes de carácter local, formados en la interacción de los componentes naturales y la acción humana, que se caracterizan por poseer rasgos particulares y propios (Mateo, 2008). En las que se pueden apreciar cambios importantes en decenas o centenas de metros, de forma tal que los rasgos individuales pasan a un segundo plano y se hacen más importantes los topológicos, de ahí que sean estudiados desde el punto de vista de la tipología.

Es debido esencialmente a lo anterior, que la alta variabilidad del espacio geográfico generada por la diferenciación geomorfológica, le confiere al mismo una importante connotación ecológica sobre la superficie terrestre. Esta diferenciación espacial se expresa en la existencia de unidades de distinto rango taxonómico.

En este sentido a nivel local (a escalas entre 1:10 000 y 1:100 000) Mateo (2008) propone distinguir cuatro unidades tipológicas: localidades, comarcas, subcomarcas y facies. En la presente metodología, teniendo en cuenta los aspectos enunciados anteriormente se trabajará con unidades de paisajes correspondientes a tres niveles taxonómicos: localidades, comarcas y subcomarcas y se propone establecer antes de su identificación los índices diagnósticos para la definición de cada nivel taxonómico en el área a estudiar, lo que permitirá una mejor delimitación, clasificación y cartografía de dichas unidades.

Tabla 1. Procedimiento para la obtención de las unidades de paisajes con el software ArcGIS Desktop.

Table 1. Process to obtain landscape unit with ArcGIS Desktop.

Paso	Operación	Comando	Observaciones y explicaciones básicas
1.	Superposición del mapa de las unidades morfométricas del relieve con el mapa litológico (tipos de rocas)	Union (Analysis Tools)	En este paso se identifica el material litológico que constituye a las unidades morfométricas del relieve; por ejemplo, alturas medias fuertemente inclinadas, constituidas por basalto, etc.
2.	Generalización espacial por área mínima cartografiable	Eliminate (Management)	Identificación e incorporación a entidades de mayor tamaño, de las entidades entre 2 y 4 mm ² en el papel, para mejorar la legibilidad del mapa, tratando de no modificar sustancialmente los límites de las unidades morfométricas
3.	Superposición del mapa del punto 2 con el mapa de tipos de climas o de parámetros climáticos seleccionados	Union (Analysis Tools)	Este paso sigue la secuencia del paso 1 de esta tabla, ahora la idea es adicionar al mapa del punto 2 el atributo climático; ejemplo, alturas medias fuertemente inclinadas, constituidas por basalto en clima fresco con lluvias en verano
4.	Generalización espacial por área mínima cartografiable	Eliminate (Management)	Identificación e incorporación a entidades de mayor tamaño, de las entidades entre 2 y 4 mm ² en el papel, para mejorar la legibilidad del mapa, tratando de no modificar sustancialmente los límites de las unidades identificadas
5.	Superposición del mapa del punto 4 con el mapa de los tipos de suelos (sustrato edáfico)	Union (Analysis Tools)	Ahora el propósito es adicionar, al mapa del punto 4, el atributo de los tipos de suelos; ejemplo, alturas medias fuertemente inclinadas, constituidas por basalto en clima fresco con lluvias en verano, con suelo aluvial
6.	Superposición del mapa del punto 5 con el mapa de vegetación y de usos del suelo	Union (Analysis Tools)	Finalmente, al mapa del punto 5 se le adiciona el atributo de los tipos de vegetación y usos del suelo; ejemplo, alturas medias fuertemente inclinadas, constituidas por basalto en clima fresco con lluvias en verano, suelo aluvial, con bosque semideciduo

Fuente: Elaborado por los autores a partir de Priego-Santander et al. (2008), Ramón et al. (2009), Ramón y Salinas (2012).
 Source: Prepared by the authors from Priego-Santander et al. (2008), Ramón et al. (2009), Ramón and Salinas (2012).

3 ANÁLISIS DE LOS PAISAJES

El análisis de los paisajes o análisis paisajístico, está considerado como la piedra angular de las investigaciones geoecológicas; el mismo consiste en el conjunto de métodos y procedimientos técnico-analíticos, que permiten conocer y explicar las regularidades de la estructura del paisaje, sus propiedades, índices y parámetros geoecológicos, la dinámica, la historia del desarrollo, los estados, los procesos de formación y transformación del paisaje y su tratamiento científico como sistemas manejables y dirigibles (Acevedo, 1996).

Es objetivo fundamental de esta etapa la comprensión de cómo está estructurado el paisaje. No tratando en ningún momento de hacer una valoración completa y profunda de estas propiedades, sino tener una idea lo bastante objetiva que ayude en el cálculo de los índices previstos, que constituyen la base informativa para la elaboración de propuestas de zonificación funcional del territorio.

Dada la diversidad de posiciones y de puntos de vista a la hora de acometer las tareas que se incluyen en esta fase, solo se detallarán las más trascendentes y las que comúnmente se utilizan en proyectos de investigación, tanto en Cuba como en el extranjero.

Iniciando con la determinación de la imagen del paisaje definido por Viktorov (1986) apud Quintela (1995) como “el mosaico (visto en planta) que se forma por las unidades paisajísticas que existen en un territorio dado” siendo este el punto de partida para el planteamiento de la mayor parte de los indicadores que existen en la literatura geográfica. Dentro de los que se encuentran:

- cantidad total de entidades (polígonos). Es la magnitud que expresa el número total de polígonos diferentes que se observan en un territorio no poniendo atención a su contenido;
- número de clases (tipos) de paisajes presentes en la unidad. Expresa la cantidad de tipos diferentes de paisajes que existen en un territorio. En este caso son tratados como componentes de la imagen, ya que todos los polígonos son definidos y clasificados en el número de clases e acuerdo a su contenido;
- número de entidades (polígonos). Expresa la cantidad de polígonos de un mismo tipo presentes en la unidad.

El conocimiento de la imagen es el elemento base para la interpretación del paisaje, que está compuesto por todo un conjunto de elementos. La imagen y la discriminación de los elementos que la componen se pueden aplicar e inferir a cualquier escala.

No obstante la gran cantidad de información que se puede obtener por esta vía, a partir del aporte de interesantes datos numéricos sobre la composición y la configuración de los paisajes, la proporción de cada cubierta del suelo o la superficie y la forma de los elementos del paisaje es recomendable la combinación de distintos índices para obtener resultados más fiables e interpretar los resultados correctamente que de forma combinada aportan mayor información sobre el estado y características de los paisajes y por ende una mayor ayuda a la hora de establecer las distintas zonas y subzonas de manejo del área natural protegida.

Dentro de estos índices que pueden brindar una mayor información sobre el estado de los paisajes y brindar un aporte importante en la zonificación funcional, están los relacionados con la naturalidad, heterogeneidad y antropización. A continuación se brinda la descripción de algunos de ellos.

3.1 Índice de Naturalidad

Para el cálculo de la naturalidad aunque existen diversas propuestas se sugiere utilizar el índice propuesto por Machado (2004), que basa sus criterios diagnósticos en los aspectos del paisaje que pueden ser medidos.

La escala de naturalidad se lee de arriba hacia abajo y cada categoría es definida por las condiciones descriptivas que se enumeran a continuación:

[10] Sistemas vírgenes naturales: solo están presentes elementos y procesos naturales. Posible presencia anecdótica o absolutamente insignificante de elementos antrópicos, o totalmente insignificantes de polución fisico-química proveniente de fuentes antrópicas exteriores.

[9] Sistemas naturales: muy poca presencia de elementos biológicos externos (sin efectos cualitativos); infraestructura artificial mínima, temporal removible. Polución fisico-química ausente o poco significativa.

[8] Sistemas sub-naturales: posible presencia extendida de especies exóticas, pero no dominante (bajo impacto); localización de elementos artificiales, no extensos. Polución ocasional capaz de ser asimilada por el sistema (no más allá de su capacidad de recuperación). Posible extracción menor de recursos renovables. Fragmentación irrelevante. Dinámica natural poco alterada.

[7] Sistemas cuasi naturales: actividades antrópicas extensivas y bajo impacto físico; las instalaciones existentes están dispersas y no conectadas; especies exóticas bien arraigadas pero no dominantes. Moderada extracción de recursos renovables, si está presente. Poca alteración de la dinámica del agua.

[6] Sistemas seminaturales: infraestructura antrópica escasa o concentrada; posible dominancia de especies exóticas, elementos nativos considerablemente reducidos. Adición ocasional de energía y/o extracción de recursos renovables o materiales no relevantes. Dinámica general aun controlada por procesos naturales. Puede incluir sistemas culturales abandonados en proceso de recuperación natural.

[5] Sistemas culturales auto mantenido: procesos condicionados por las actividades extensivas del hombre; producción biológica no demasiado forzada, especies nativas alteradas, ocasionalmente manejadas. Poca presencia de construcciones o instalaciones. Poca o ningún manejo del ciclo del agua (pasivo).

[4] Sistemas culturales asistidos: infraestructuras importantes y/o condicionamiento del medio ambiente físico; producciones biológicas forzadas; moderada adición de materia (usualmente con polución asociada). Elementos naturales entremezclados, en parches o corredores. Manejo activo del agua.

[3] Sistemas muy intervenidos: áreas con producciones biológicas (naturales/cultivadas/crías) mixtas (mosaicos) con construcciones e infraestructuras. Diversidad natural severamente reducida; elementos algo aislados (intensa fragmentación). Agua dinámicamente manipulada. Geomorfología usualmente alterada, suelos eventualmente removidos.

[2] Sistemas semi-transformados: producción biológica no dominante, desarticulada. Predominancia de elementos construidos; desarrollo vertical moderado de instalaciones; entrada intensiva de materia y energía (comida, agua) desde el exterior. Control intensivo del agua.

[1] Sistemas transformados: gobernados por procesos antrópicos, clara dominancia de elementos artificiales; desarrollo vertical intensivo frecuente; vestigios de elementos naturales; los elementos naturales son exóticos confinados, decorativos o no visibles. Total dependencia externa de entradas de materia y energía desde el exterior. Control absoluto del agua.

3.2 Heterogeneidad de los Paisajes

Como regularidad general, la mayor heterogeneidad del paisaje se asocia a una alta complejidad geólogo-geomorfológica y con ella, una mayor riqueza de especies y una alta variabilidad en formaciones vegetales y usos del suelo. Esto coincide con lo encontrado por Velázquez y Bocco (2001), quienes obtuvieron patrones parecidos al cartografiar la biodiversidad mediante un enfoque geoecológico (Land Unit) en zonas de México y a lo encontrado en otras zonas tropicales por Priego-Santander y Rodríguez-Farrat (1998), a escala regional en el archipiélago del norte de Camagüey y Jiménez et al. (2007) en Viñales Cuba. Por tanto, las tendencias encontradas en los estudios hechos por estos autores en Cuba y en varias regiones de México pueden tomarse como regularidad general y como tal se asume en esta metodología para la determinación de la riqueza específica de un ecosistema mediante el estudio de la riqueza y diversidad del paisaje.

Con tal fin, se hace uso de índices que en su mayoría se han aplicado para explorar la diversidad biológica, pero en esta metodología se proponen a partir de los resultados obtenidos con estos por Priego-Santander (2004) para conocer la heterogeneidad de los paisajes geográficos, en los que se sustituye el número de especies por clases de paisajes y número de individuos por cantidad de polígonos, que se contabilizan sobre la base del mapa de paisajes.

Algunos de los indicadores recomendados y que han sido usados ya por este autor y otros son: complejidad corológica (*CC*), riqueza relativa (*R*), complejidad tipológica (*CT*), diversidad (*U*) y dominancia (*D*) de McIntosh; abundancia de Pielou (*E*); y el índice de dominancia (*Di*). La fórmula para su determinación se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2. Ecuaciones de los índices empleados para calcular la heterogeneidad geocológica.

Table 2. Equation to make use of indexes to calculate ecological heterogeneity.

Índice	Ecuación
Complejidad Corológica	$CC = n_i / A$
Riqueza Relativa de Ecosistemas	$R = N_c / N_{c_{max}}$
Complejidad Tipológica	$CT = n_i / N_c$
Diversidad de McIntosh	$U = \sqrt{\sum ni^2}$
Dominancia de McIntosh	$D = N(1 - \sqrt{\sum pi^2}) / N - \sqrt{N}$
Abundancia de Pielou	$E = H' / \ln(N_c)$
Dominancia de Turner	$Di = H'_{max} - H'$ donde $H'_{max} = \ln(N_c)$

Fuente: Priego-Santander (2004).

Dónde: n_i : número de polígonos de la clase i en la unidad; N_c : número de clases de paisajes presentes en la unidad; N_{cmax} : número máximo de clases de paisajes posibles de ocurrir en la unidad; A : área de la unidad; pi : n_i/N ; N = número total de polígonos en la unidad.

Source: Priego-Santander (2004).

Where: n_i : number of polygons of the class i in the unit; N_c : number of landscapes classes present in the unit; N_{cmax} : maximum number of classes of possible landscapes to happening in the unit; A : area of the unit; pi : n_i/N ; N = total number of polygons in the unit.

Estos índices, son solo una parte de muchos otros que pueden consultarse en la bibliografía disponible al respecto (Eagles et al., 2002; Martínez y Martín, 2003; Geneletti et al., 2010) y que, según Priego-Santander (2004) su correcta valoración, puede servir a los propósitos de esclarecer las áreas de mayor variabilidad bio-abiótica, que pueden ser obviamente definidas como “zonas calientes” de biodiversidad, de igual modo, reflejan la unicidad de determinados tipos de ecosistemas y la frecuencia de la ocurrencia de los mismos.

3.3 Índice de Peligro

Es un índice que puede ser de utilidad para determinar aquellas zonas importantes para la conservación. Su función es determinar el número de especies bajo las distintas categorías de amenaza y vulnerabilidad por unidad de paisaje y tener una noción del grado de significación de la unidad como refugio o de servir de habitat y soporte a estas especies. A mayor número de especies bajo las distintas categorías de amenaza en una unidad de paisaje, mayor será la significación de esta para la conservación.

Se calcula a partir de la determinación de la cantidad de especies vegetales o animales bajo las distintas categorías de amenazas entre el número total de especies en la unidad de paisaje.

4 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LOS PAISAJES

Se fundamenta en la evaluación de los potenciales o aptitud de las unidades de paisajes y en los problemas geocológicos que pueden generarse o que ya existen, como consecuencia no solo de los procesos naturales, sino también de forma muy significativa, por las actividades humanas actuales o que se desean implantar.

Existen, según Salinas (1991) tres formas de abordar la evaluación del potencial o aptitud de los paisajes y cada una de ellas puede combinar diversos métodos para su determinación, ellas son: mediante la sumatoria de los potenciales parciales, mediante la utilización de índices por componentes y mediante el uso de valores o índices globales.

Este proceso de evaluación de la aptitud de los paisajes, según diversos autores (Salinas, 1991 y Secretaría de Desarrollo Social/ Universidad Nacional Autónoma de México – SEDESOL/UNAM, 2002) abarca tres etapas que son: la evaluación de la aptitud natural de las unidades de paisaje respecto a los Tipos de Utilización del Territorio – TUT seleccionados; la evaluación de la compatibilidad jurídica, la viabilidad socioeconómica, ambiental y técnico-financiera de la dichos TUT y de los cambios

implementación de uso que estos llevan implícitos; y finalmente la determinación de la aptitud de uso del territorio.

Para comenzar con este proceso y siguiendo con las etapas antes mencionadas, primeramente se deben de seleccionar los TUT específicos a evaluar, que en nuestro caso serían: conservación, uso público, restauración y socioeconómico, estableciéndose, además, para cada uno de ellos los requerimientos necesarios (Tabla 3).

Tabla 3. Tipos de utilización del territorio a evaluar y requerimientos.

Table 3. Land use to evaluate and its requirement.

<p>Conservación: nivel de naturalidad; valores de diversidad biológica; existencia de especies en peligro o amenazadas; grado de endemismo y existencia de asentamientos humanos.</p>	<p>Uso público: nivel de naturalidad, grado de representatividad de las características, especies, ecosistemas y paisajes del área natural protegida; accesibilidad; existencia de infraestructuras; valores escénicos; existencia de asentamientos humanos y valores histórico-culturales.</p>
<p>Restauración: nivel de naturalidad; existencia de áreas degradadas por actividades humanas históricas o actuales; existencia de asentamientos humanos; existencia de áreas de actividad económica tradicional; valores de diversidad biológica; existencia de especies en peligro o amenazadas y grado de endemismo; nivel de compatibilidad con la vocación de los suelos y categoría del área natural protegida.</p>	<p>Socioeconómico: nivel de naturalidad; existencia de asentamientos humanos; existencia de áreas de actividad económica tradicional; accesibilidad; nivel de compatibilidad con la vocación de los suelos y categoría del área natural protegida.</p>

Fuente: Elaborada por los autores.
Source: Prepared by the authors.

Definidos los TUT a evaluar y sus requerimientos se buscan las unidades de paisaje que cumplen con estos requisitos a partir de lo cual entonces se obtiene la Aptitud Natural – AN de cada unidad de paisaje para cada TUT y se confeccionan los mapas de aptitud natural referidos a cada tipo de utilización de la tierra. Estableciéndose cuatro categorías de aptitud natural a saber: A1 (Apto), A2 (Moderadamente apto), A3 (Marginalmente apto) y N (No apto).

Posteriormente sobre la base de la aptitud natural obtenida para cada unidad de paisaje se

realiza el análisis de la compatibilidad jurídica y/o normativa para cada TUT evaluado. Esta es de suma importancia pues es excluyente, lo que quiere decir, que independientemente de la aptitud natural de una unidad del paisaje, si ella está sujeta a alguna regulación normativa o jurídica respecto a su uso, dicha aptitud se convierte automáticamente en N, por lo menos para el espacio ocupado por dicha área. Este análisis de la compatibilidad jurídica se realiza para los valores positivos de la aptitud natural (excluyendo las unidades no aptas).

Las unidades de paisaje que después del análisis de su compatibilidad jurídica resultan aptas para continuar con el proceso de evaluación de la aptitud del territorio son sometidas entonces a la evaluación de la viabilidad socioeconómica, ambiental y técnico-financiera, considerando para ello los criterios siguientes:

Viabilidad Socioeconómica – VSE

- Inercias asociadas a los usos tradicionales en la región.
- Generación de empleo y oportunidades de desarrollo social en el territorio.
- Satisfacción de necesidades de la población.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Disponibilidad de viales o caminos de acceso.

Viabilidad Ambiental – VA

- Poder degradante del TUT en el mediano y largo plazo.
- Capacidad de carga de la unidad frente al TUT.
- Restricciones por amenazas naturales y antrópicas.
- Restricciones por procesos de degradación actuales.

Viabilidad Técnica y Financiera – VTF

- Disponibilidad de conocimientos y recursos técnicos y tecnológicos requeridos.
- Disponibilidad de recursos financieros.
- Disponibilidad de infraestructura física requerida.

Esta evaluación de la VSE, VA y VTF se realiza utilizando algún método de expertos. Evaluándose cada tipo de viabilidad para cada unidad de paisaje en cada TUT como: viable, viable con condiciones y no viable, a los que se les asignan los valores de 2, 1 y 0, respectivamente.

A continuación se relacionan estas escalas y las obtenidas de la valoración de la aptitud natural: N (0), A3 (1), A2 (2) y A1 (3), llevándolas a un máximo común de 100 y asignándoles su valor equivalente. Con estos valores obtenidos se calcula el Índice de Aptitud de Uso – IAU de cada unidad de paisaje para cada TUT, según la fórmula:

$$IAU = \frac{(AN + VSE + VA + VTF)}{4}$$

El valor del índice calculado estará entre 0 y 100, estableciéndose cuatro categorías para cada TUT específico que son:

- A1: 75,1 – 100
- A2: 50,1 – 75
- A3: 25,1 – 50
- N: 0 – 25.

A partir de estos valores de aptitud se confeccionan los mapas de aptitud del territorio para la conservación, el uso público, la restauración y la actividad socioeconómica. Los cuales se combinan a partir de matrices para conformar la matriz de aptitud principal y secundaria del territorio, con lo cual se elabora el mapa final de aptitud del territorio (SEDESOL/UNAM, 2002).

4.1 Evaluación de los Conflictos de Uso

La evaluación de los conflictos de uso se considera la etapa culminante del diagnóstico del uso del territorio y se realiza tomando como referencia la información recogida en las fases anteriores y la aptitud de uso del territorio, buscando determinar los conflictos de uso existentes (Ramón et al., 2011).

Para obtener los conflictos posibles se confrontan las aptitudes de uso (usos potenciales) y los usos actuales, a partir del análisis de la concurrencia espacial de actividades sectoriales incompatibles. Expresando el nivel de conflictos en función de la propuesta de clasificación de conflictos ambientales que se detalla en la Tabla 4.

El resultado es un mapa que refleja el gradiente de intensidad de los conflictos ambientales en las unidades de paisajes.

Tabla 4. Propuesta de clasificación de los conflictos ambientales.

Table 4. Environmental conflicts classification proposal.

Nivel de conflicto	Descripción
Sin Conflicto	El uso actual refleja la aptitud potencial del territorio sin existir sobreposiciones con las aptitudes de otros sectores.
Conflicto Muy Bajo	El uso actual es compatible con una de las aptitudes potenciales del territorio, pero no es el óptimo desde el punto de vista ambiental.
Conflicto Bajo	El uso actual es diferente a la aptitud deseada (en términos de similitud al funcionamiento natural del territorio), pero coincide con una de las actitudes que presenta la zona.
Conflicto Moderado	No existe coincidencia con las actitudes presentes, sin embargo la similitud del uso actual con las diferentes aptitudes reduce el nivel de conflicto.
Conflicto Alto	Las actividades necesarias para la permanencia del uso actual lo hacen completamente incompatible con aquellas necesarias para alcanzar la vocación del territorio.
Conflicto Muy Alto	La incompatibilidad de los usos actuales con los de mayor aptitud del territorio, hacen que estas prácticas sean insostenibles y que presentes serios riesgos de degradación ambiental.

Fuente: Elaborado por los autores a partir de la propuesta de Instituto Nacional de Ecología/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – INE/SEMARNAT (2006).

Source: Prepared by the authors from the proposal of Instituto Nacional de Ecología/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales – INE/SEMARNAT (2006).

4.2 Diagnóstico Integrado

Para realizar el diagnóstico integrado de las condiciones actuales es vital basarse en la información de las etapas anteriores, utilizándose como técnica de trabajo, el uso de matrices de doble entrada, donde se relacionan las unidades de paisajes con los indicadores e índices sintéticos como es el caso de la evaluación de los conflicto de uso, la naturalidad, los índices de diversidad y otros, los cuales de conjunto van a constituir la base para establecer el estado de las unidades de paisajes, su problemática y objetivos de manejo.

5 ZONIFICACIÓN Y REGULACIONES DEL USO, MANEJO Y PROTECCIÓN DE LOS VALORES DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA

El último paso de este proceso lo constituye la zonificación funcional del área natural

protegida, que se realizará a partir del diagnóstico de las unidades de paisajes obtenidos durante el proceso y la clasificación de estas unidades en las distintas zonas y/o subzonas funcionales que puedan ser establecidas a partir del criterio de los planificadores en dependencia del país o región que se trate, en esta guía se proponen en caso de no contar con criterios para establecer las distintas zonas de manejo, las sugeridas por Gerhartz et al. (2007) en “Metodología para la elaboración de los planes de manejo de las áreas naturales protegidas de Cuba”, en el acápite correspondiente a la zonificación funcional (y que están relacionadas con las categorías de manejo propuestas en diversos documentos por la UICN, WWF y otras instituciones internacionales), aplicada desde el año 2008 en todo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Cuba – SNAP, que establece las siguientes zonas de manejo para las áreas naturales protegidas terrestres:

Zona de Conservación

En esta zona se incluyen las áreas mejor conservadas y que representan los más importantes y más frágiles valores del área, los cuales, en la gran mayoría de los casos, son la razón de ser del área natural protegida.

Dentro de esta zona no será permitida ninguna actividad humana que degrade esos valores. El principal objetivo de este tipo de zona es la protección de recursos únicos o muy valiosos en un estado casi inalterado. Solo se permiten las actividades y las estructuras necesarias para el manejo y conservación de las cualidades silvestres, constituidas generalmente por los sitios de acceso y los senderos que sean imprescindibles para los recorridos del personal del área e investigadores relacionados, con vistas a facilitar el acceso a los sitios donde se realizan investigaciones y monitoreo. Debe evitarse siempre la fragmentación de estas áreas con senderos, caminos o trochas cortafuegos.

Los usos y actividades serán muy limitados. Se permitirán sólo aquellas acciones de manejo encaminadas a evitar o eliminar algún tipo de proceso dañino o presión (debido a causas históricas, inactivas en el presente) que aunque reconocible, no afectan de manera profunda la salud de los ecosistemas y objetos de conservación. Ejemplo de estas acciones son la eliminación de especies exóticas y medidas anti-erosivas para eliminar antiguos senderos o caminos. El acceso a esta zona será controlado y permitido exclusivamente en funciones de protección y manejo y a visitantes autorizados en funciones investigativas, de monitoreo o docentes.

Dentro de ella se establecerá, donde haya condiciones mínimas para ello, una subzona de conservación estricta donde ninguna actividad humana será permitida, excepto aquellas relacionadas con la investigación y el monitoreo, que no impliquen alteración alguna de los hábitat y ecosistemas.

Cuando dentro de una zona conservada, exista una alteración drástica debido a un disturbio natural como un huracán, fuego u otro, se podrá definir dentro de ella una subzona de regeneración natural, donde se deja que el ecosistema evolucione sin intervención humana sobre la sucesión que se establece. Solo, excepcionalmente, se permitirá en ella algún manejo activo, cuando por ejemplo, llegase al área alguna especie exótica invasora que pueda competir con las especies nativas.

La delimitación de la zona de conservación debe realizarse de forma cuidadosa. Asegurándose de incluir solo áreas bien conservadas que no requieren mejoramiento ni manejo activo. Pensando en cuáles actividades se realizan hoy y analizar si esas actividades son compatibles con los requerimientos de la zona y si pueden modificarse o prohibirse para hacerlas compatibles con las regulaciones de la misma.

Zona de Uso Público

La zona de uso público es aquella que dentro del área natural protegida se dedica fundamentalmente a actividades de recreación y educativas. Generalmente, son de fácil acceso y poseen muestras representativas de las características, especies, ecosistemas y paisajes del área natural protegida, pero sin que constituyan sus valores fundamentales, por lo que pueden tener cierto grado de alteración y requerirán de una infraestructura específica, acciones de manejo y un eficiente sistema de monitoreo del impacto de los visitantes, tanto sobre el medio natural como sobre la infraestructura.

Las subzonas se determinarán en función de la carga de visitantes y el tipo de actividad a realizar. De acuerdo con la carga de visitantes puede dividirse en:

- zona de uso extensivo: se limitará la cantidad de visitantes diarios y la infraestructura será la mínima requerida para garantizar la seguridad y provocar un impacto mínimo en el funcionamiento natural de los ecosistemas.

– zona de uso intensivo: se concentrará la infraestructura más masiva como los servicios básicos (posta médica, áreas de venta, servicios sanitarios), los accesos viales, senderos de corta duración y elevada capacidad de carga, centros de visitantes, campamentos y áreas de acampada entre otros. El área intensiva debe limitarse al máximo para promover el disfrute, educación ambiental y la protección del visitante en un entorno natural, que es el objetivo fundamental de la visita a las áreas protegidas.

Las infraestructuras de uso intensivo tales como hoteles, restaurantes, tiendas u otras de elevado consumo de recursos y gran impacto sobre el entorno, serán localizadas fuera del área natural protegida y sólo en casos excepcionales, si la categoría de manejo del área lo admite, estarán dentro de sus límites, tratando en todos los casos de limitar su número, capacidad y área.

Zona Histórico-cultural

En esta zona se incluirán aquellos sitios que tienen importancia arqueológica, histórica o cultural, usualmente de relevancia nacional o internacional. Las actividades a desarrollar en ella serán la preservación, restauración e interpretación de valores histórico-culturales. Esta zona puede superponerse parcialmente con la de uso público, en los casos en que los valores histórico-culturales son, además de preservados, mostrados al público.

Zona de Recursos Genéticos Manejados

Este es un nuevo tipo de zona que aunque es poco utilizada en la planificación en Cuba, puede resultar de gran utilidad. Ha surgido por la necesidad de desarrollar acciones de manejo intensivas para lograr la conservación de determinados objetos cuyo funcionamiento natural está siendo alterado por diferentes amenazas. Debido a que las acciones de manejo que se desarrollan en esta zona son de tipo intensivo, incidiendo directamente en los procesos ecológicos, requieren estar fundamentadas en los resultados de investigaciones científicas de alto nivel y evaluar constantemente sus resultados a través de un riguroso sistema de monitoreo.

Además, las acciones a realizar deben estar en concordancia con la legislación vigente en materia de seguridad biológica y control ambiental.

Entre las acciones de manejo que se desarrollan en esta zona se incluyen:

- control de plantas y animales (nativas e incluso endémicas) que debido a alteraciones en el estado natural de los ecosistemas, han incrementado sus poblaciones y compiten con los recursos, son depredadoras o parásitas de otras especies, que por su importancia y situación conservacionista, se consideran de alta prioridad.
- limitar o favorecer, de acuerdo con las circunstancias, procesos naturales de disturbio, tales como incendios, erosión, plagas u otros.
- introducción adicional de individuos de las especies bajo manejo, para incrementar la variabilidad genética y el potencial reproductivo de las poblaciones nativas.
- creación de condiciones que faciliten la reproducción, alimento o refugio de determinadas especies.
- introducción o reintroducción de especies nativas en peligro de extinción, desde localidades con ecosistemas amenazados, hacia otras donde dicho ecosistema se encuentra en buen estado de conservación. Estas acciones requieren un sólido conocimiento científico de sus posibles impactos, pues implican siempre variar las proporciones originales de las poblaciones en las comunidades donde se efectúa la reintroducción (si es una especie presente en el ecosistema del área natural protegida), o introducir una especie nativa del país que es exótica para la localidad (si la especie dada no estuviera originalmente en este ecosistema). Este tipo de acción es más recomendable para el manejo de especies que se encuentran en áreas más o menos degradadas de determinado ecosistema dentro del área natural protegida.

De acuerdo con los tipos de manejo que se realicen, esta zona podrá superponerse a la de uso público y la de restauración.

Zona de Restauración

En esta zona se incluirán áreas degradadas por actividades humanas históricas o actuales, tales como tala, pastoreo, quema, minería, agricultura y otras que por determinada razón deben mantenerse como parte del área natural protegida, y cuyo uso y estado actual puede modificarse, para tratar de restaurar sus condiciones naturales mediante medidas de manejo adecuadas.

Un área degradada se mantiene dentro de los límites del área natural protegida por las razones siguientes:

- porque a pesar de su degradación, aún existen allí valores a proteger o cumple una función ecológica importante;
- porque su ubicación geográfica al interior del área natural protegida, no permite excluirla con un cambio de límite, a pesar de que el uso o condición actual del área es altamente incompatible con la vocación del territorio y con los objetivos del área natural protegida.

En la zona de restauración, como su nombre lo indica, se desarrollan los programas dirigidos a tratar de restaurar la salud de los hábitats o ecosistemas para acercarlos a su estado original. Acciones de manejo típicas de esta zona son la reconstrucción de ecosistemas, la reforestación, los tratamientos silviculturales, la agro-silvicultura, el silvo-pastoreo, y otras de acuerdo con los objetivos del área y su categoría de manejo. En muchos casos, la restauración de los terrenos a sus condiciones originales puede ser factible y será un objetivo a plantearse en estas áreas.

En esta zona es posible y recomendable realizar experimentos controlados de métodos de recuperación con vistas a restaurar ecosistemas, recuperar funciones hidrológicas, disminuir la erosión, lograr rápidas coberturas vegetales y otras. En función del tipo de acción a desarrollar, de la localización de los parches dedicados a la recuperación o por el componente principal a restaurar, esta zona debe dividirse en subzonas. Así podrá subdividirse en las de restauración de suelos, reforestación, restauración de hábitat o ecosistema, u otra.

Este tipo de zona puede generar grandes gastos y podrá superponerse parcialmente con las zonas de uso público y de recursos genéticos manejados.

Zona Administrativa

Está formada por aquellas parcelas dentro del área natural protegida donde se concentran la infraestructura y los servicios básicos que facilitan la administración del área, tales como albergues, oficinas, almacenes, talleres, parqueos y otras instalaciones. Esta zona no se crea por la existencia de una estructura aislada sino donde se concentran varias facilidades de manejo administrativo. Muchas veces se encuentra estrechamente vinculada a la zona de uso socioeconómico, en la periferia o fuera del área natural protegida.

Zona Socioeconómica

Está constituida por aquellas zonas dentro de los límites del área donde se realizan actividades socioeconómicas y productivas, como es el caso de los asentamientos humanos, áreas agrícolas y ganaderas, zonas de explotación forestal, instalaciones industriales, canteras y otras.

Las actividades socioeconómicas sólo pueden desarrollarse dentro de las áreas naturales protegidas siempre y cuando la categoría de manejo lo permita. Por tanto, en las áreas con categoría más estricta, en esta zona sólo se incluirán aquellas parcelas dedicadas a actividades productivas que por razones de su situación geográfica, fue imposible dejar fuera del área natural protegida en el momento de su delimitación, puesto que generalmente son incompatibles con sus objetivos de conservación.

En áreas naturales protegidas de estas categorías de manejo se deben tratar de reducir al mínimo las actividades socioeconómicas y si esto no fuera posible, entonces se establecerán regulaciones de acuerdo a la categoría de manejo que garanticen un mínimo impacto sobre las áreas naturales. Estas regulaciones serán conciliadas con los interesados. Siempre que resulte viable, una vez cesen las actividades socioeconómicas, las áreas afectadas (canteras, minas, bosques talados, etcétera) se pasarán a la zona de restauración y se tratará de recuperar el hábitat o ecosistema original.

Hay que señalar, sin embargo, que para las categorías de manejo menos estrictas la utilización racional (compatible) y controlada de los recursos naturales, tanto por las comunidades locales como por el sector empresarial, constituye un objetivo importante del plan de manejo. En ellas las actividades socioeconómicas que se realicen deben estar encaminadas al uso sostenible de los recursos, pues el objetivo final de las áreas naturales protegidas es la conservación de la naturaleza.

En general, la zona socioeconómica puede estar compuesta por:

- áreas de actividad económica tradicional, compatible con la vocación del suelo (generalmente agricultura, pastoreo o silvo-pastoreo), que por uno u otro motivo se hallan dentro de los límites del área natural protegida;
- áreas de actividad económica incompatible con la vocación del suelo o con los objetivos del área que por uno u otro motivo quedaron incluidas en la misma. En estos casos las acciones del plan de manejo estarán encaminadas a que en el futuro, esta área pase a ser zona de restauración;
- áreas de actividad económica que son necesarias para el funcionamiento de la unidad administrativa del área natural protegida (autoconsumo, viveros forestales o para la comercialización de posturas y otras);
- áreas que por interés económico, uso tradicional u otro motivo, se destinarán al uso sostenible de determinado recurso, siempre y cuando los mismos sean compatibles con la categoría de manejo, como pueden ser:

- el bosque: subzona de uso forestal;
- el agua: instalaciones hidráulicas;

- la biodiversidad: subzona de uso de la diversidad biológica, la que incluirá las áreas dedicadas a viveros o cría en cautiverio de especies con fines de uso sostenible, comerciales o de conservación, y aquellas donde se realice la extracción sostenible de individuos de determinadas especies para su comercialización.

El objetivo de la zona socioeconómica es, dentro del horizonte temporal del plan (5 años), modificar los usos actuales a fin de hacerlos sostenibles y compatibles con la categoría de manejo, pero manteniendo las actividades económico-productivas, sin que se reconstruyan los ecosistemas originales. En la zona de restauración, sin embargo, el objetivo es suspender los usos socioeconómicos para reconstruir los hábitats o ecosistemas originales.

Zona de Amortiguamiento

Se ubica en la periferia del área natural protegida y su objetivo es garantizar que haya una transición entre los usos intensivos que se realizan fuera del área natural protegida y las áreas de conservación, de manera que se reduzcan los impactos sobre los valores del área.

Estas áreas de amortiguamiento cuando son diseñadas y manejadas adecuadamente pueden servir de corredores que conecten otros núcleos de conservación más estricta. En su delimitación, siempre que sea posible se deben seguir límites reconocibles en el terreno para que puedan incorporarse de manera efectiva en los planes de ordenamiento territorial.

Se realizará en primer lugar un análisis de la extensión del área de amortiguamiento actual. La extensión que se recomiende puede ser variable y dependerá de la fragilidad de los ecosistemas en el área natural protegida en relación con las amenazas que representen las actividades de uso actual en su periferia, así como de las necesidades de movimiento de determinadas especies de importancia para la conservación.

En algunos lugares puede ser más ancha y en otros más estrecha. Pueden establecerse subzonas con diferente nivel de restricción en el uso, las cuales generalmente son concéntricas, con mayores restricciones en las cercanías de los límites del área natural protegida, las cuales deberán definirse teniendo en cuenta aquellas zonas en las que se desarrollen actividades que ejerzan presiones directas sobre el área natural y aquellos ecosistemas que presenten características ecológicas similares y puedan estar conectados con el área natural protegida.

Es importante entender que las áreas de amortiguamiento se manejan mediante regulaciones de uso y constituyen zonas de negociación, pues están fuera de la jurisdicción de la administración del área natural protegida (excepto en los casos que se hallen dentro del área). Por lo tanto, su delimitación, así como sus regulaciones y las propuestas de cambio de uso de los recursos que se estimen necesarios, se realizarán en estrecha colaboración con las autoridades de planificación territorial de la zona y se incluirán en el plan de manejo para que, mediante los instrumentos de ordenamiento ambiental y territorial, se implementen y puedan garantizar así la integridad ecológica del área natural protegida.

6 CONCLUSIONES

La propuesta metodológica aquí presentada y que se basa en la experiencia adquirida por los autores durante muchos años de investigaciones en Cuba y otros países de América Latina, en la aplicación del enfoque geoecológico para la delimitación, clasificación y cartografía de los paisajes como fundamento para la propuesta de zonificación funcional en Áreas Naturales Protegidas, consideramos puede facilitar dichos estudios a la vez que posibilitará su modificación y actualización al estar sustentada en el uso de las técnicas más actualizadas para el análisis y cartografía espacial que son la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica.

Este enfoque posibilitará además la incorporación de estos estudios en los planes de Ordenamiento, Planificación y Gestión Ambiental y Territorial que tienen una larga historia en muchos países y que se sustenta, en el análisis de diversas unidades físicas, especialmente los paisajes y que en los últimos años han incorporado como elementos esenciales el análisis de los riesgos naturales y antrópicos, la vulnerabilidad ante el Cambio Climático y la determinación de los Ecosistemas o Paisajes Sensibles. Todos ellos aspectos claves para la delimitación y cartografía de las zonas de manejo en las Áreas Naturales Protegidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, P. **Análisis de los paisajes del archipiélago Sabana-Camagüey**. 1986. 112 f. Tesis (Doctorado en Ciencias Geográficas) – Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.
- BASTIAN, O.; STEINHARDT, U. **Development and perspectives of landscape ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002. 498 p.
- BOCCO, G. et al. **La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial**. México: SEMARNAT, 2009. 72 p.
- BUSQUETS, J.; CORTINA, A. **Gestión del paisaje: manual de protección, gestión y ordenación del paisaje**. Barcelona: Editorial Ariel, 2009. 703 p.
- EAGLES, P.F.; McCOOL, S.; HAYNES, C.D. **Sustainable tourism in protected areas: guidelines for planning and management**. Gland: IUCN, 2002. 183 p.
- GENELETTI, D. et al. Designing and comparing zoning scenarios for the Viñales National Park, Cuba. **GEOSIG**, año 2, n. 2, p. 164-185, 2010. Disponible en: <<http://www.gesig-proeg.com.ar>>. Acceso en: 10 dic. 2012.

GERHARTZ, J.L. et al. **Metodología para la elaboración de los planes de manejo de las áreas protegidas de Cuba**. Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas; Villa Clara: Editorial Feijoo, 2007. 117 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA/ SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES – INE/SEMARNAT. **Manual del proceso de ordenamiento ecológico**. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. 335 p.

JIMÉNEZ, Y. et al. La planificación ambiental en el Parque Nacional Viñales (Cuba). Transferencia de tecnología de análisis y gestión del desarrollo sostenible en espacios protegidos andaluces. In: CONGRESO DE LA AGE, 20., 2007, Sevilla. **Memorias...** Sevilla: AGE, 2007. 15 p.

MACHADO, A. An index of naturalness. **Journal for Nature Conservation**, v. 12, p. 95-110, 2004.

MARTÍNEZ, J.; MARTÍN, M.A. **Métodos para la planificación de espacios naturales protegidos**. Madrid: CSIC, 2003. 219 p. (Colección de Estudios Ambientales y Socioeconómicos).

MATEO, J. **Geografía de los paisajes**: primera parte: paisajes naturales. La Habana: Editorial Universitaria, 2008. 190 p.

_____. **Planificación ambiental**. La Habana: Editorial Universitaria, 2002. 94 p.

NAVEH, Z.; LIBERMAN, A.S. **Ecología de paisajes**: teoría y aplicación. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía: Universidad de Buenos Aires, 2001. 570 p.

PEREIRA, G.; SALINAS, E.; SIQUEIRA, M.E. O estudo das unidades de paisagem do bioma Pantanal. **Ambiente & Água**, v. 6, n. 3, p. 18-34, 2011.

PRIEGO-SANTANDER, A. **Relación entre la heterogeneidad geocológica y la biodiversidad en ecosistemas costeros tropicales**. 2004. 117 f. Tesis (Doctorado en Ciencias) – Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Veracruz, México.

_____. et al. **Propuesta para la generación semi automatizada de unidades de paisajes**: fundamentos y métodos. México: Instituto Nacional de Ecología, 2008. 98 p.

PRIEGO-SANTANDER, A.; RODRÍGUEZ-FARRAT, L. Diversidad de paisajes terrestres. In: CENTRO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. **Estudio nacional de la diversidad biológica en la República de Cuba**. Cuba: Proyecto PNUMA: Instituto de Ecología y Sistemática: CITMA, 1998, p. 171-174.

QUÍNTELA, J. **El inventario, el análisis y el diagnóstico geocológico de los paisajes mediante el empleo de los SIG**. 1995. 112 f. Tesis (Doctorado en Ciencias Geográficas) – Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

RAMÓN, A.; SALINAS, E. **Guía para la elaboración de mapas de paisajes con el uso del ArcGIS**: metodología para la determinación de unidades de paisajes del nivel local con ArcGIS Desktop. Berlin: Editorial Académica Española, 2012. 70 p.

_____.; _____.; ACEVEDO, P. La determinación de los conflictos de uso del territorio: cuenca alta del río Cauto. **Terra**, v. 27, n. 42, p. 47-72, 2011.

_____.; _____.; REMOND, R. 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 (GeoSIG)**, v. 1, n. 1, p. 95-108, 2009.

RUBIO, P.; MUÑOZ, J. Gestión del paisaje en áreas de interés natural. **Cuadernos Geográficos**, n. 43, p. 271-288, 2008.

SALINAS, E. **Análisis y evaluación de los paisajes en la planificación regional de Cuba**. 1991. 187 f. Tesis (Doctorado en Ciencias Geográficas) – Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba.

_____. **Métodos de evaluación de los paisajes**. La Habana–Cuba: Universidad de la Habana. 2007. 141 p. (Material para el curso impartido en la Universidad de La Habana).

_____.; QUÍNTELA, J. 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**, n. 7, p. 517-527, 2001.

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL/
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO – SEDESOL/UNAM. **Programas
estatales de ordenamiento territorial**. Segunda
parte. Guía conceptual y metodológica para el
diagnostico integrado del sistema territorial.
México: Instituto de Geografía: UNAM, 2002.
176 p.

VELÁZQUEZ, A.; BOCCO, G. Land unit approach
for biodiversity mapping. In: ZEE, D. van der;
ZONNEVELD, I. (Ed.). **Landscape ecology applied
in land evaluation, development and conservation**.
The Netherlands: ITC, 2001. p. 273-285. (ITC
Publications 81).