

# Aplicación del enfoque geocológico para la interpretación espacial de los niveles de urbanización

## Application of a geo-ecological approach to spatial interpretation of urbanization levels

AYESA MARTÍNEZ-SERRANO  
MANUEL BOLLO-MANENT\*

### *Abstract*

*A spatial geo-ecological understanding of nature-society interaction is comprised of a theoretical development of a systemic approach and modeling, automation, and management of geotechnologies. From interrelationships between natural landscapes and anthropogenic infrastructure, delimitation, classification, and mapping of geo-ecological units of landscape are obtained. In the analysis, 30 units of physical-geographical landscapes are delimited, supported on natural components and shaded terrain model. Subsequently, by overlapping matrix proceedings with the type of land use and land cover, 247 geo-ecological units to describe the urban, peri-urban, and rural areas were determined and characterized.*

**Keywords:** *Geoecology, city, landscape unit, spatial analysis.*

### **Resumen**

La comprensión geocológica del espacio en la interacción naturaleza-sociedad demanda el desarrollo teórico del enfoque sistémico, la modelación, la automatización y el manejo de las geotecnologías. La interrelación entre los paisajes naturales y los elementos antropogénicos originan unidades geocológicas en un espacio geográfico. El análisis delimita 30 unidades de paisajes físico-geográficos, a partir de los componentes naturales y del modelo sombreado del terreno. Posteriormente, mediante procedimiento matricial por superposición con la tipología del uso del suelo y la cobertura, fueron obtenidas y caracterizadas 247 unidades geocológicas para la descripción del espacio urbano, periurbano y rural.

**Palabras clave:** Geocología, ciudad, unidad de paisaje, análisis espacial.

## Introducción

La concepción del paisaje más científica y de carácter holístico tiene sus orígenes en la geografía (Urquijo y Bocco, 2011). Al interior de las ciencias geográficas existen diferentes interpretaciones del término *paisaje* y, por tanto, diversas acepciones del mismo. En nuestra investigación se concibe al paisaje como una categoría científica general de carácter transdisciplinario, definida como “un sistema espacio-temporal, complejo y abierto, que se origina y evoluciona en la interfase naturaleza-sociedad, en un constante estado de intercambio de energía, materia e información, donde su estructura, funcionamiento, dinámica y evolución reflejan la interacción entre los componentes naturales (abióticos y bióticos), técnico-económicos y socio-culturales” (Mateo-Rodríguez, 2008: 10-11), definición que proviene del enfoque físico-geográfico o geocológico.

Los estudios del paisaje permiten un análisis sintético e integral del espacio a partir de la caracterización de sus componentes y del resultado espacial de las relaciones entre éstos (Carbajal-Monroy *et al.*, 2010). La diferenciación, la clasificación y la cartografía de las unidades que conforman un territorio son algunas de las tareas básicas y más importantes en los estudios del paisaje (Priego-Santander *et al.*, 2008; Bocco *et al.*, 1999; Quintela-Fernández, 1996; Salinas-Chávez, 2005), éstas se realizan mediante el estudio de los componentes naturales y antrópicos del paisaje y de la interrelación entre ellos. Como resultado, se obtienen los mapas de paisajes físico-geográficos, unidades espaciales que son modificadas por diferentes actividades y procesos antropogénicos con diferente intensidad.

La geología del paisaje constituye una ciencia interdisciplinaria, formada en el contacto entre la geografía, la biología, la antropología y la arquitectura; adquiere un carácter transdisciplinario en el contexto de las denominadas ciencias del ambiente y del territorio (Mateo-Rodríguez, 2007). La metodología que emplea se sustenta en el análisis espacial de las formas de ocupación sobre los paisajes naturales de un territorio o espacio en un momento específico; lo que permite identificar las unidades geológicas, expresión de los paisajes antroponaturales y culturales de un mayor nivel de complejidad que los paisajes físico-geográficos o naturales.

Las principales líneas de aplicación de esta ciencia y sus métodos de zonificación del espacio son la gestión ambiental, la ordenación del territorio, la evaluación de la situación, el estado ambiental de los paisajes, la evaluación de impactos ambientales sobre los geosistemas, los estudios del paisaje y la sostenibilidad, la aplicación de los SIG a los estudios del paisaje, el manejo de áreas protegidas y el turismo en espacios naturales protegidos, la planificación y el ordenamiento territorial, entre otras (Dachev, 2003; Murman *et al.*, 2006 (Bulgaria); Koizumi, 2008 (Japón);

Bollo-Manent *et al.*, 2014; Bocco y Ortiz, 1999 (México), Moresco-Mezzomo *et al.*, 2014; Oliveira-Pinto *et al.*, 2000 (Brasil); Cárdenas-López, 2007, Mateo-Rodríguez *et al.*, 2008 (Cuba)).

Paralelo a ello, el proceso de urbanización es antropogénico y modifica con más intensidad los paisajes físico-geográficos, lo hace de manera diferenciada y con desigual intensidad; los tipos de uso y las clases de cobertura –resultantes de este proceso en el tiempo– son variados, complejos y tienen una influencia directa con la estructura físico-geográfica del paisaje en los espacios modificados (Ojeda-Leal, 2011). La delimitación de espacio urbano y rural, es decir, distinguir mediante una línea exacta qué parte del suelo se considera urbano y cuál se excluye, resulta difícil y complejo de determinar, porque la definición de uno se hace por defecto con el otro; en particular, en aquellas zonas donde la presencia de elementos urbanos no es suficiente para establecer un límite físico. Tradicionalmente, el territorio se ha dividido en dos categorías principales: lo urbano y lo rural. Estos conceptos son distintos, pero tendentes a explicar la misma realidad y entre ellos media, desde un punto de vista teórico, la concepción del término periurbano y, desde un punto de vista estadístico, la aparición de entidades o de espacios considerados como intermedios o semiurbanos (Muñiz y García-López, 2013), (Hidalgo y Marcelo-Zunino, 2011).

En este contexto general se propone emplear los procedimientos de la geoecología para delimitar un espacio de acuerdo con sus niveles de urbanización, como alternativa de los diferentes métodos que en la actualidad existen. En general, las unidades geoecológicas son ampliamente utilizadas como unidades espaciales, base para la evaluación ambiental del paisaje y los recursos naturales, que en el presente trabajo se proponen para caracterizar y delimitar una ciudad y su entorno en función de sus condiciones naturales y de la tipología de la cobertura y el uso del suelo, lo que resulta en nuestra opinión un método viable para diferentes análisis espaciales aplicables a ciudades de diversos procesos de urbanización. El objetivo general de la investigación es realizar la delimitación y caracterización de las unidades geoecológicas y realizar la descripción y subdivisión de la ciudad y su entorno en categorías urbanísticas del espacio urbano, periurbano y rural.

## **1. El paisaje físico-geográfico y las unidades geoecológicas**

La geoecología y el enfoque geoecológico son relativamente jóvenes, consisten en un sistema de métodos, procedimientos y técnicas de investigación, cuyos propósitos son la obtención de un conocimiento integral

sobre el medio sicionatural. Las unidades geocológicas se clasifican como geoeosistemas, mientras que los paisajes naturales, como geosistemas.

Los geoeosistemas son paisajes transformados intensamente por la actividad del hombre, en los cuales se han introducido numerosos elementos (carreteras, edificaciones, aeropuertos, viviendas), conocidos como elementos antropogénicos, los cuales están directamente relacionados con los usos históricos asignados y las coberturas que ellos determinan. La forma de organización del espacio —estipulada por el conjunto de elementos antropogénicos introducidos, los tipos de usos y las clases de coberturas presentes en un tiempo dado— se denominan estructura antropogénica de los paisajes (Mateo-Rodríguez, 2008).

Para la clasificación y cartografía de los paisajes físico-geográficos a nivel local se emplea la tipología físico-geográfica, que significa delimitar las unidades por su semejanza y repetitividad bajo determinados parámetros de homogeneidad. Las unidades del paisaje, independientemente del nivel jerárquico a que responden, están formadas por una síntesis de componentes, es decir, son entidades espaciales en las que existe una homogeneidad relativa en cuanto al comportamiento de cada una de ellas (Mateo-Rodríguez, 2008).

Los paisajes de nivel local forman parte de unidades mayores que están situadas jerárquicamente en un escalón superior (nivel regional), como regla, éstos se repiten y difunden en las unidades superiores de manera típica y regular (Bollo-Manent y Hernández-Santana, 2008). En cada uno de estos niveles se agrupan los paisajes en unidades taxonómicas, según características y principios o índices diagnósticos que permiten su estudio y diferenciación, los cuales están asociados con determinadas escalas de representación cartográfica.

A la combinación espacial de los paisajes naturales y su estructura antropogénica se le conoce como unidades geocológicas (UG), las cuales son consecuencia de las regularidades históricas de uso y ocupación del basamento físico-geográfico. Se caracterizan por la coincidencia en la combinación de tipos de usos en un tipo de paisaje y, por tanto, reflejan la misma combinación de procesos de degradación y problemas ambientales (Bollo-Manent *et al.*, 2013).

La interpretación de las unidades geocológicas exige el desarrollo y perfeccionamiento del enfoque sistémico, el uso del modelamiento y el manejo de los sistemas geoinformativos (SIG); como herramientas de especial utilidad. La clasificación de las estructuras antropogénicas en los paisajes físico-geográficos que ha ocupado una ciudad, según el uso del suelo, se relaciona con las funciones que se desarrollan sobre las cubiertas o coberturas; es la calificación de todas las actividades realizadas por el

hombre sobre la cobertura terrestre, de forma parcial o permanente, con la intención de cambiarla o mantenerla para obtener un producto o beneficio.

La cobertura terrestre se refiere al aspecto morfológico y tangible del suelo, comprende todos los elementos que hacen parte del recubrimiento de la superficie terrestre de origen natural o cultural que estén presentes (Inegi, 2012). La misma cobertura terrestre puede soportar diferentes usos, y un mismo uso puede desarrollarse sobre diferentes coberturas terrestres. El diseño de la tipología de los usos del suelo y coberturas terrestres es fundamental para la identificación de las estructuras antropogénicas en un espacio, lo cual requiere una clasificación estandarizada de los espacios. La tipología de la cobertura terrestre y uso del suelo es dependiente de la escala de trabajo, ya que esta define el nivel inferior que podemos establecer.

De acuerdo con Mateo-Rodríguez (2008) Milton Santos parte de la noción de espacio geográfico como aquel conjunto indisoluble de sistemas de objetos y sistemas de acciones en la superficie terrestre, en el que confluyen categorías analíticas como el paisaje, la configuración territorial y el espacio producido, entre otros. Según el autor, este espacio se puede visualizar desde tres dimensiones: el espacio natural, el espacio económico y el espacio social.

El espacio geográfico como producto social encuentra en la naturaleza recursos y materias primas; las fuentes de recursos naturales y el flujo de materias primas y energía modelan el espacio y recíprocamente tales flujos y redes son condicionados por éste. Por tanto, el espacio geográfico se caracteriza por ser concreto, observable, localizable, complejo, variable, multidimensional, medible y cartografiable, que evoluciona en el tiempo y cambia de un lugar a otro; además, es un producto histórico, ya que existe desde que aparece el hombre como ser social y se configura como hecho histórico y cultural, como producto social organizado y como sistema de relaciones y de interacciones que se modifican en el tiempo. La ciudad forma parte activa de ese espacio en consideración a la definición de Capel (1975).

De este modo, el espacio urbano se considera diverso en dos direcciones principales, tanto en los flujos que en él confluyen como en su paisaje, específicamente en las zonas o franjas que se van integrando en su entorno (Rivera, 2013). En México de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, s/f) las categorías se definen como *a*) Zona urbana: las áreas geoestadísticas básicas urbanas son áreas geográficas ocupadas por un conjunto de manzanas que generalmente va de 1 a 50, perfectamente delimitadas por calles, avenidas, andadores o cualquier otro rasgo de fácil identificación en el terreno; el uso de suelo es principalmente habitacional, industrial, de servicios, comercial, etc. *b*) Zona rural: las

áreas geoestadísticas básicas rurales tienen extensión territorial variable y están caracterizadas por el uso del suelo de tipo agropecuario o forestal fundamentalmente, y *c)* Zona periurbana: franja urbano-rural como una transición entre las formas de vida rural y urbana en constantes cambios.

De esta manera, la zonificación geoecológica es un proceso de clasificación del espacio, basado en criterios naturales y sociales; se sustenta en la identificación, definición y caracterización de áreas o zonas que corresponden a los distintos usos del suelo y la cobertura terrestre en un paisaje geográfico determinado; tiene que ver con una multitud de variables del ambiente biológico, geográfico, físico y social, es decir, paisajístico y las variables determinantes en la zonificación son aquellas que se generan sobre la base de factores propios del paisaje local de cada zona. Desde este enfoque, y siguiendo este procedimiento general, se han documentado diversos trabajos de aplicación geoecológica que comprende la zonificación del espacio para diferentes estudios (Flores-Domínguez y Priego-Santander, 2011; Carazo, 2008; Felipe-Farias 2012).

La zonificación geoecológica para un paisaje de ciudad y su entorno, método que se propone en esta investigación, se analiza mediante la delimitación, la interpretación y la caracterización de la agrupación de las unidades geoecológicas en los escenarios observados que conforman la ciudad y el entorno en la interfase del periurbano y los asentamientos rurales próximos. Para realizar la delimitación urbanística, éstos se podrían diferenciar en poblacional (cuantitativos) y funcional (cualitativos) (Capel, 1975; Zuluaga-Sánchez, 2005; Binimelis, 2000; Adell, 1999; Urzainki, 1993). Asumimos para la investigación los criterios funcionales, ya que interrelacionan diversas variables: cobertura terrestre, uso del suelo, componentes físicos naturales del paisaje, criterios administrativos oficiales y desarrollo conceptual de la delimitación de espacios urbanizados en la literatura especializada. La utilidad e importancia de este procedimiento radica, en primera instancia, en que no dependen de las unidades espaciales de análisis que las administraciones establecen, y las variables que se emplean tienen en cuenta la dinámica de estos espacios. La ciudad de Morelia, como otras ciudades medias de la república mexicana, presenta una singular problemática en materia de desarrollo urbano: proliferación de asentamientos irregulares y falta de capacidad técnica y administrativa para hacer frente a los procesos urbanos, por lo que este método se propone como herramienta alternativa para la gestión del territorio.

## **2. Desarrollo metodológico**

### ***2.1. Clasificación y cartografía de las unidades físico-geográficas***

El sistema de unidades taxonómicas de las unidades físico-geográficas que se utiliza en este trabajo se basa en los criterios de clasificación del paisaje, empleados por el sistema académico ruso (Vidina, 1970; adaptado por Mateo-Rodríguez, 2008), se establecen para el área de estudio dos unidades taxonómicas: la localidad y la comarca físico-geográfica (Paraje físico-geográfico), se tiene en cuenta la escala de interpretación a 1: 50 000 (escala local). La identificación de los paisajes físico-geográficos se realiza por medio de cuatro etapas metodológicas (Bollo-Manent y Hernández-Santana, 2008):

1. Revisión bibliográfica-cartográfica y compilación inicial de gabinete, en la cual se recopila la información analógica y cartográfica (capas temáticas) existente para el área de estudio. Las capas temáticas son estandarizadas en cuanto a proyección, escala e integridad de bases tabulares asociadas y son actualizadas con imágenes SPOT-6 del mes de septiembre del 2014. Sobre esta base se genera el Modelo Sombreado del Terreno en el cual se establecen los límites de las unidades morfológicas del relieve como base de las localidades y comarcas físico-geográficas.
2. Se establecen las localidades físico-geográficas, a partir de la determinación de la asociación de mesoformas del relieve. Al interior de las localidades se definen las comarcas o parajes físico-geográficos, estas últimas tienen como base las partes o elementos que conforman las mesoformas del relieve, y se superponen sucesivamente los mapas de la composición litológica, las unidades de suelo, y la vegetación originaria, para obtener un mapa base o de gabinete de los paisajes físico-geográficos.
3. Levantamiento de campo se verifica y rectifica el mapa de conjunto con la imagen satelital.
4. Trabajo final de edición en gabinete.

### ***2.2. Procedimiento para la clasificación de las unidades geoecológicas***

Se utilizó una tipología que integra la cobertura terrestre y uso del suelo, que representa la estructura antropogénica del paisaje, realizada por los autores. Para la cartografía de las clases y tipos de cobertura/uso, se utilizó la imagen satelital en combinación de color RGB; color natural o real.

Se establece el tamaño de píxel que cumple la escala de salida cartográfica, 1: 20 000, con un área mínima cartografiable de 4 x 4 mm o 6400 m<sup>2</sup>, y resolución espacial de la imagen de 1,5 m; se tiene en cuenta que la longitud del píxel debe ser la mitad de la longitud más pequeña que sea necesario representar.

Esto permitió identificar clases y subclases en términos de cobertura terrestre y los diferentes tipos en función del uso del suelo. Se realiza el cruce de las unidades de paisajes físico-geográficos y la tipología de cobertura/uso de suelos, por medio de la superposición de los mapas resultantes de la cartografía de ambos temas. Se obtiene así el mapa de unidades geoecológicas y su leyenda, la cual muestra las unidades geoecológicas mediante el método matricial, en la vertical de la matriz se presentan las comarcas de paisajes físico-geográficos y en la horizontal las clases y tipos de cobertura/uso del territorio. El procedimiento culmina con la compilación cartográfica de las UG en el área de estudio y recorridos de campo por todas las unidades geoecológicas, en las que se obtuvo importante información, lo que permitió realizar una descripción de cada una de ellas.

### ***2.3. Zonificación de las unidades geoecológicas en la ciudad y su entorno***

La metodología parte del análisis de la distribución y caracterización de estas unidades. Se analiza el comportamiento espacial de las UG identificadas, con el objetivo de interpretar cuál es el patrón que describen en el área y la formación de grupos o zonas que presenten características homogéneas entre ellas, que puedan ser delimitadas espacialmente. Para ello, se tomaron en cuenta los criterios que se asumen para conceptualizar los espacios urbanos, periurbanos y rurales que se describen a continuación. El resultado esperado de este procedimiento es obtener una delimitación espacial precisa del área a considerar como urbana, periurbana y rural en el área de aplicación.

Para esta investigación, el espacio urbano comprende la concentración de los polígonos de las unidades geoecológicas que presentan la cobertura habitacional e infraestructura; el límite que conformen estos polígonos se tomará como el linde de la zona urbana. Por su parte, la interfase periurbana se establece fundamentalmente por el incremento de áreas verdes y de cobertura habitacional tipo fraccionamiento y de menos densidad; el límite se fijará de acuerdo con la agrupación de estos polígonos. Mientras que el espacio rural se establece a partir de los núcleos de asentamientos rurales principales y su área de influencia; se delimita por la integración

de los polígonos de vegetación y cultivos, principalmente, incluidos los de tipo habitacional de viviendas dispersas.

Se realiza el análisis espacial de las unidades geoecológicas (UG), según las clases de cobertura y el uso del suelo que la conforman. Primero, se superpone la capa de las UG formadas por las clases, habitacional e infraestructura para definir, por medio de los límites de dichas unidades, el límite entre la zona urbana y periurbana del territorio.

En el paso siguiente se superponen las UG con la clase de cobertura/uso, vegetación y áreas cultivadas. A partir de los límites de las unidades geoecológicas que conforman esta capa, se establecen los límites entre las zonas periurbana y rural del área de estudio, por medio del análisis de localización, distribución e interacción de las UG en el ambiente SIG. El límite externo de la zona rural es el linde del área de estudio. De tal manera, el análisis espacial de las UG en el área de aplicación nos permite establecer la zonificación del territorio que ocupa la ciudad y su entorno.

Ahora bien, para conocer si los espacios delimitados en las zonas urbana, periurbana y rural cumplen con las características definidas para las mismas, se tienen en cuenta los criterios establecidos para cada una de estas áreas y se revisa la descripción de las unidades geoecológicas que integran cada zona, para comprobar si cumplen con los elementos que definen cada zona para esta investigación:

- a) Espacio urbano: se limita con las unidades administrativas establecidas por el censo de 2010 del Inegi; las (AGEBs) como base, para ello se emplea el límite exterior del espacio que conforman las AGEBS para la ciudad de Morelia.
- b) Espacio rural: se establece en los núcleos de asentamientos rurales principales y su área de influencia, se tiene en cuenta la clasificación del censo de 2010 del Inegi, para localidades rurales. Se evalúan las cualidades principales que describen el espacio rural en la literatura y lo anteriormente mencionado.
- c) Espacio periurbano: se retoma que está conformado por una franja, se selecciona un límite interior y uno exterior. El primero se establece a partir de la propia limitación exterior de las AGEBS, es decir, el límite de la zona urbana; mientras que el segundo se constituye por la limitación interna del espacio rural.

### **3. Paisajes físico-geográficos de la ciudad de Morelia y su entorno**

Como resultado del análisis se delimitaron, clasificaron y cartografiaron cuatro localidades y 30 comarcas de paisajes físico-geográficos para el área

## Cuadro 1

### Leyenda de las unidades físico-geográficas del paisaje a nivel local

<p>Montañas volcánicas, ligera a medianamente disecionadas (100-500 m/ km<sup>2</sup>) y piedemontes de ligera a fuertemente inclinadas (10°-30°).</p>	<p>I. a. Laderas de las montañas, formadas en Ignimbritas, dacitas y coladas de lava basálticas, L a FI (10°-30°), con AH, pastizal cerrado, cultivos de temporal y riego, plantaciones de árboles semiabiertas, y bosque cerrado, semiabierto y abierto, sobre leptosoles, luvisoles y acrisoles.</p> <p>I. b. Laderas de las montañas, formadas en andesitas, brecha volcánica intermedia y coladas de lavas basálticas, con laderas L a MI (10°-20°), con AH, cultivos de temporal y pastizal cerrado, sobre andosoles, acrisoles y luvisoles.</p> <p>I. c. Cimas de las montañas, en forma de cono o cráter volcánico, formadas en basaltos, con pendientes FI (&gt;30°) con bosque semiabierto y pastizal cerrado, sobre luvisoles y andosoles.</p> <p>I. d. Laderas de las montañas, formadas por coladas de lava basáltica, LI (5°-10°) con AH y algunos cultivos de temporal, sobre vertisoles.</p> <p>I. e. Laderas de las montañas, formadas por coladas de lava basáltica, L a MI (10°-15°) con pastizal cerrado, matorral pastizal, cultivos de temporal, bosque abierto y AH, sobre vertisoles y luvisoles.</p> <p>I. f. Lomeríos, fuertemente disecionados (80-100 m/km<sup>2</sup>), formados por basaltos y dacitas, con laderas L a MI (10°-15°) y superficies cubrales muy S a SI (1°-5°), con AH, pastizal cerrado y cultivos de temporal y riego, sobre leptosoles.</p> <p>I. g. Piedemontes, formados por coladas de lava basáltica, muy S a LI (3°-10°) con AH, bosque abierto, cultivo de temporal, matorral pastizal y cerrado, sobre leptosoles.</p> <p>I. h. Piedemontes, formados por coladas de lava basáltica, LI (5°-10°) con pastizal cerrado, plantaciones de árboles abiertas y semiabiertas, cultivos de temporal, bordos y AH, sobre vertisoles.</p> <p>I. i. Piedemontes, formados por coladas de lava basáltica, L a MI (10°-15°) con pastizal cerrado, cultivos de temporal, matorral pastizal, bosques semiabierto y cerrado y AH, sobre luvisoles.</p> <p>I. j. Domos y volcanes monogenéticos, formados por dacitas y riolitas, L a MI (10°-15°) con pastizal cerrado, sobre leptosoles, luvisoles, phaeozem y regosoles.</p> <p>I. k. Superficie plana a suavemente ondulada (&lt;5°), formada por colada de lava basáltica (mal país), con AH, bosque abierto, matorral cerrado y pastizal, cultivos de temporal, sobre leptosoles.</p>
--	--

Continúa...

- II. Montañas LD (100-250 m/km<sup>2</sup>) y laderas L a FI (10°-30°)
- II. a. Laderas de las montañas, formadas en andesitas, mediana a fuertemente inclinadas (20°-30°) con cimas en forma de conos, sobre acrisol y luvsoles.
  - II. b. Laderas de las montañas, formadas en Ignimbritas, L a MI (10°-20°) con pastizal cerrado, cultivo de riego y temporal, plantaciones de árboles cerradas, bosque cerrado, semiabierto y abierto, sobre acrisol, andosoles, leptosoles y luvsoles.
  - II. c. Laderas de las montañas, formadas en basaltos y dacitas, M a FI (20°-30°) con pastizal cerrado, cultivo de riego y temporal, plantaciones de árboles cerradas, bosque cerrado, semiabierto y abierto, sobre acrisol, andosoles, leptosoles y luvsoles.
  - II. d. Piedemontes, formados por Ignimbritas, S a LI (3°-10°) con AH, matorral pastizal, pastizal cerrado, cultivos de temporal, plantaciones de árboles cerradas y bosque abierto, sobre luvsoles.
  - II. e. Superficie cumbrial, formada en Ignimbritas, con laderas muy S a LI (1°-10°) con AH, pastizal cerrado y cultivos de temporal y de riego, sobre luvsoles.
  - II. f. Cañones fluviales, formados en dacitas y basaltos, profundos (DV > 40-100 ms), con corrientes permanentes y vegetación de bosque semiabierto, matorral pastizal, pastizal cerrado, sobre leptosoles.
  - II. g. Conos volcánicos, formados por depósitos de caída y brecha volcánica, L a MI (10°-20°), con pastizal cerrado, cultivo de riego y temporal, plantaciones de árboles cerradas, bosque cerrado, semiabierto y abierto, sobre acrisol, andosoles, leptosoles y luvsoles.
  - II. h. Superficie cumbrial, muy S a LI (1°-10°), con laderas ligera a medianamente inclinadas (10°-20°), con AH y bosque cerrado, sobre luvsoles y phaeozems.
  - II. i. Macro-pendiente de las montañas, escarpada (>30°), tectónica, en depósitos de caída, con AH y bosque cerrado sobre luvsoles.

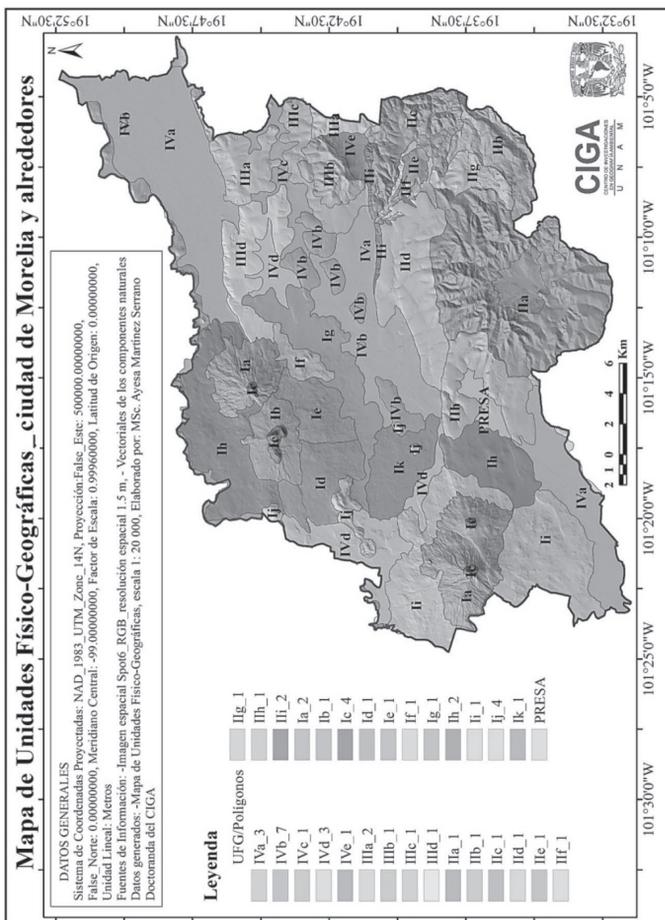
## Continúa...

- III. a. Laderas de las montañas, formadas en Ignimbritas, L a MI (15°-20°), con superficies cumbrales muy S a SI (1°-5°), con matorral, pastizal y AH, sobre leptosoles.
- III. b. Laderas de las montañas, formadas en basaltos y andesitas, L a FI (15°-30°), en partes escarpadas.
- III. c. Piedemontes, formados por depósitos de caída, con pendientes SI (3°-5°).
- III. d. Lomeríos ligera a medianamente diseccionados (40-100 m/km<sup>2</sup>) formados en basaltos, dacitas, y depósitos de caída, con laderas desde muy S a FI (3°-30°), en partes escarpadas, con AH, pastizal cerrado y cultivos de temporal, sobre phaeozem.
- IV. a. Fondo de los valles fluviales, amplios, en depósitos superficiales fluviales y sobre lavas volcánicas basálticas, planas a muy SI (1°-3°), con AH, cultivos de temporal, matorral cerrado y matorral-pastizal, sobre vertisoles, phaeozem.
- IV. b. Terrazas fluviales erosivas (restos) (15-20 m/km<sup>2</sup>), formadas en Ignimbritas, planas a muy SI (1°-3°), con AH, cultivos de temporal, matorral cerrado y matorral-pastizal, sobre vertisoles, phaeozem.
- IV. c. Valles estrechos.
- IV. d. Depresiones interfluvias.
- IV. e. Depresión intermontañosa, en depósitos de caída y lacustres, con fondo muy S a LI (1°-10°) y laderas desde muy S a FI (3°-30°), con AH, cultivos de temporal, matorral cerrado y matorral-pastizal, sobre vertisoles.
- PRESA PRESA

Leyenda: S-Suave, L-Ligera, M-Mediana, F-Fuertemente, I-Inclinada y AH-Asentamiento Humano.

Fuente: elaboración propia con base en la descripción de la leyenda de las unidades del paisaje.

# Mapa 1 Paisajes físico-geográficos



Fuente: elaboración propia con base en la leyenda de unidades físico-geográficas.

de estudio, con un total de 51 polígonos. La nomenclatura que se emplea en el mapa y su leyenda, se expresa en número romano para las localidades, y se codifica con una letra minúscula, por orden alfabético, a las comarcas (cuadro 1). Una vez clasificadas las unidades físico-geográficas (FG), se compila el mapa de los paisajes físico-geográficos del área de estudio (mapa 1).

#### **4. La ciudad de Morelia, su entorno y las unidades geoecológicas**

Establecida la tipología se procedió a realizar la digitalización de las clases y los tipos de cada cobertura y usos del suelo, mediante la interpretación visual y la verificación en campo. Como resultado se digitalizaron 783 polígonos que se agrupan en las seis clases y 34 usos del suelo, establecidos en la tipología, respectivamente (cuadro 2). Luego se procedió a la compilación del mapa de coberturas terrestres y usos de suelo del territorio de estudio.

Posteriormente, mediante el método matricial, y como resultado del cruce de información de las unidades físico-geográficas y la tipología del uso y la cobertura, se obtuvieron las unidades geoecológicas del área (cuadro 3). Se definieron 247 unidades, que agrupan 783 polígonos y se describieron las características de cada unidad con información obtenida mediante trabajo de campo y referencias fotográficas. Posteriormente compilamos el mapa de unidades geoecológicas (mapa 2).

#### **5. Zonificación de las unidades geoecológicas**

Para obtener la zonificación urbanística del territorio, como resultado de la superposición de las capas *habitacional e infraestructura-equipamiento* y unidades del paisaje, se parte del análisis visual-espacial y la descripción de las unidades geoecológicas; posteriormente se traza el mapa final de la delimitación de niveles de urbanización (figura 1).

- a) Zona Urbana: Las unidades geoecológicas urbanas constituyen 410 polígonos del total obtenido para el área (783), y una superficie de 94,98 Km<sup>2</sup>. Para su descripción se tiene en cuenta la caracterización general por paisaje físico-geográfico y tipología de cobertura terrestre y uso del suelo que representan; ocupan parte de las cuatro localidades, representadas por 15 comarcas físico-geográficas del territorio: I d, I e, I f, I g, II a, II d, II i, III a, III b, III c, III d, IV a, IV b, IV c y IV d. Esto representa un total de 408 polígonos, con el predominio de las unidades físico-geográficas; IV a, I g, II d y IV b, por lo que la zona urbana se caracteriza principalmente

por ocupar el fondo del valle fluvial del Río Grande de Morelia, amplio, con depósitos superficiales fluviales y lavas volcánicas basálticas e ignimbritas, pendientes planas a muy suavemente inclinadas ( $1^{\circ}$ - $3^{\circ}$ ), con restos de terrazas fluviales erosivas sobre suelos vertisoles y phaeozem.

## Cuadro 2

### Leyenda de la tipología de la cobertura terrestre y el uso del suelo

<i>Clases</i>	<i>Subclases / tipos</i>	
I-Habitacional	A- Habitacional continuo denso B- Habitacional continuo medio denso C- Habitacional discontinuo de baja densidad D- Habitacional discontinuo aislado E- Habitacional edificaciones	F- Casco histórico G- Viviendas H discontinuas en bloques H- Viviendas discontinuas dispersas I- Viviendas aisladas J- Viviendas irregulares de materiales temporales de tipo irregular
II-Infraestructura-equipamiento	K- Instalaciones recreativas L- Instalaciones deportivas M- Instalaciones comerciales N- Instalaciones educativas Ñ- Instalaciones industriales	O- Instalaciones almacenamiento P- Instalaciones varias Q- Instalaciones productivas R- Instalaciones panteón S- Instalaciones de aserraderos y ladrilleras
III- Área verde	T- Vegetación densa U- Vegetación baja densidad V- Vegetación árboles aislados y zonas de pastos W- Matorral baja densidad X- Pastizal	
IV- Área cultivada	Y- Cultivos compactos densos Z- Cultivos dispersos AA- Cultivos dispersos con matorrales o pastizales	
V- Suelo degradado	BB- Suelo desnudo (baldíos) CC- Suelo desnudo y matorrales aislados DD- Banco de materiales EE- Depósitos de residuos (compilación de desechos industriales o domésticos)	
VI- Cobertura hídrica	FF- Cuerpos de agua GG- Cañada GG	

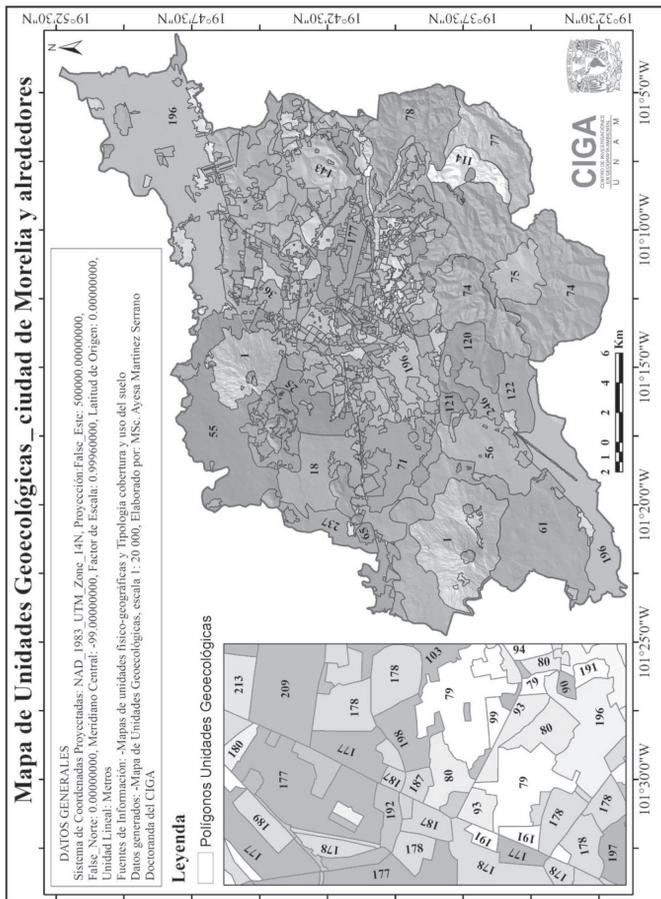
Fuente: elaboración propia con base en la interpretación de la imagen Spot6.

**Cuadro 3**  
**Matriz de obtención de las unidades geocológicas del área de estudio**

Unidades geocológicas		Cobertura terrestre/ uso del suelo																																					
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Aa	Bb	Cc	Dd	Ee	Ff	Gg				
Unidades Físico-geográficas	I a																				1	2	3					4											
	I b																					5		6				7	8	9									
	I c																				10		11	12															
	I d			13	14									16				17																					
	I e	19	20	21					22	23	24											25																	
	I f	26	27	28				29	30													31	32					33											
	I g	34	35	36	37			38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48									49	50	51										
	I h							52	53									54				55							56										
	I i							57	58	59								60				61																	
	I j							62														63	64																
	I k							68	69		70											71	72															65	66
	Ii a				73																74								75								76		
	Ii b																				77																		
	Ii c																				78																		
Ii d	79	80	81	82	83		84	85	86	87	88		89	90	91	92	93		94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106				107	108			



**Mapa 2**  
**Unidades geocológicas**



Fuente: elaboración propia con base en la matriz de las unidades físico-geográficas y las unidades de la tipología de cobertura y uso del suelo.

### Figura 1

#### Unidades geoecológicas urbanas



Fuente: elaboración propia con base en la bitácora fotográfica tomada en recorrido al campo.

Ocupa también un paisaje de piedemontes, formados por ignimbritas o por coladas de lava basáltica, muy suave a ligeramente inclinados ( $3^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ) con suelos leptosoles. En particular, la parte central que caracteriza las unidades geoecológicas urbanas está ocupada por el tipo de uso denominado “Casco histórico de la ciudad de Morelia” (F), los tipos de uso de la cobertura habitacional: A, B, C, D, E y los tipos de usos de la cobertura Infraestructura-Equipamiento: K, L, M, N, Ñ, O, P, Q, R. Se identifican también entre estas unidades; sub-centros urbanos los que se caracterizan por desarrollar servicios especializados, típicos de centros urbanos que concentran centros comerciales y servicios, y además, por la presencia de instituciones de gobierno, de administración y los servicios públicos.

Existe una red estructurada de servicios como: agua entubada, electricidad, alcantarillados, viales y obras hidrotécnicas que atraviesan la ciudad. Las UG urbanas con área totalmente urbanizada de este espacio ocupa aproximadamente 90%, mientras que 10% son espacios de cobertura vegetal referida a áreas verdes de jardines, espacios baldíos con matorral-pastizal, pastizal cerrado y algunos bosques cultivados cerrados y abiertos. Las unidades geoecológicas urbanas ocupan 11,79% del total del área de estudio (figura 2).

- b) Zona Periurbana: Las unidades geoecológicas periurbanas constituyen 243 polígonos del total obtenido para el área (783), y una superficie de 140,78 Km<sup>2</sup>. Para su descripción se tiene en cuenta la caracterización general por paisaje físico-geográfico y tipología de cobertura terrestre y uso del suelo que representan; ocupan otra parte de las cuatro localidades, representadas por 23 comarcas físico-geográficas del territorio: I a, Id, I e, I f, I g, I h, I j, I k, II a,

## Figura 2

### Unidades geocológicas periurbanas



Fuente: elaboración propia con base en la bitácora fotográfica tomada en recorrido al campo.

II c, II d, II f, II h, II i, III a, III b, III c, III d, IV a, IV b, IV c, IV d y IV e, en total agrupan 242 polígonos; de los cuales predominan las comarcas: II d, IV a, III d, I g, III a y III c, por lo que las unidades geocológicas en la zona periurbana ocupan los piedemontes, con rocas de tipo ignimbritas, coladas de lava basáltica depósitos de caída, suave a ligeramente inclinados ( $3^{\circ}$ - $10^{\circ}$ ); las laderas de montañas de ignimbritas, ligera a medianamente inclinadas ( $15^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ), las superficies cumbrales muy suave a suavemente inclinadas ( $1^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ); los lomeríos ligera a medianamente diseccionados ( $40$ - $100$  m/km<sup>2</sup>) formados en basaltos, dacitas, y depósitos de caída, con laderas desde muy suave a fuertemente inclinadas ( $3^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ), en partes escarpadas y el fondo de valles fluviales amplios, con depósitos fluviales superficiales o sobre lavas volcánicas basálticas, planos a muy suavemente in- $3^{\circ}$ ). Se aprecia la diversidad del paisaje físico-geográfico, en ocasiones incompatible con el uso urbano, pero se encuentra parcialmente urbanizado y con tendencia a la expansión. Las UG identificadas para delimitar el área del periurbano, se caracterizan por los tipos de uso de la clase Habitacional principalmente: B, D, G, H e I, de la clase Infraestructura- Equipamiento: K, L, M, N, Ñ, P y S, además las clases Cultivos: AA y Suelos desnudos: CC. A diferencia de las unidades geocológicas identificadas como urbanas, éstas se identifican por subespacios de uso predominante en comercios, servicios y equipamiento a nivel urbano, se reconocen elementos de la estructura urbana en forma de corredores sobre las vialidades secundarias y primarias, espacios que conforman asentamientos urbanos, predominantemente habitacionales, mezcladas con servicios e industria y de equipamiento de nivel básico de tipo baja intensidad. El servicio de agua entubada se proporciona mediante la red de Organismo Operador de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Morelia (OOAPAS)

principalmente y mediante pipas y pozos que la población local maneja o contrata, el sistema de alcantarillado es discontinuo. El servicio de energía está a cargo de la CFE, y existen en ocasiones instalaciones ilegales. La infraestructura vial es de segundo y tercer orden, de asfalto y terracería. Las viviendas son principalmente de tipología de casas independientes; de uno y dos pisos y hasta tres pisos; estucadas y pintadas, y sin estucar o pintar, con patio, jardines, unifamiliar; se aprecia en generalidad que la población local posee pocos recursos económicos por la calidad de las construcciones de las viviendas en algunos espacios. Existen además viviendas con tipología de materiales temporales, en muy malas condiciones y a excepción de algunas que mejoran la construcción, pero la mayoría no cumple las reglas básicas de construcción. El área está urbanizada parcialmente. Se observa cobertura vegetal en 20% del área referida a espacios baldíos, presencia de matorral pastizal, pastizal cerrado, cultivos de temporal, plantaciones de árboles cerradas y bosque abierto. Las unidades geoecológicas periurbanas ocupan 17,46 % del total del área de estudio (figura 2).

- c) Zona Rural: Las unidades geoecológicas rurales constituyen 140 polígonos del total obtenido para el área (783), y una superficie de 570,17 Km<sup>2</sup>. Para su descripción se tiene en cuenta la caracterización general por paisaje físico-geográfico y tipología de cobertura terrestre y uso del suelo que representan; ocupan una parte de las cuatro localidades representadas en 28 comarcas físico-geográficas del territorio: I a, I b, I c, I d, I e, I f, I g, I h, I j, I k, II a, II b, II c, II d, II e, II f, II g, II h, II i, III a, III c, III d, IV a, IV b, IV c, IV d, IV e y la presa Cointzio, representados por 131 polígonos en total, de los cuales predominan las comarcas; IV a, IV d, I b, I h, II d y I a, por lo que el paisaje rural ocupa paisajes físico-geográficos del fondo de valles fluviales, amplios, con depósitos superficiales fluviales y sobre lavas volcánicas basálticas, planos a muy suavemente inclinados (1°-3°); paisajes en depresiones interlávicas; en laderas de montañas, con andesitas, brecha volcánica intermedia y coladas de lavas basálticas, ligera a medianamente inclinadas (10°-20°); en laderas de montañas formadas en ignimbritas, dacitas y coladas de lava basálticas, ligera a fuertemente inclinadas (10°-30°) y en piedemontes, con coladas de lava basáltica, ligeramente inclinados (5°-10°). Las unidades geoecológicas que caracterizan la zona rural definida se encuentran en áreas que circundan la periferia, se caracterizan por la baja densidad de población y de construcción. Las UG rurales están constituidas principalmente por los tipos de usos: G, H, T, U y AA; solamente se encuentran

desarrollos suburbanos tipo campestre y rústico, tipo granja, concentra predominantemente viviendas unifamiliares con una densidad mínima, que por sus características de funcionamiento alberga el uso habitacional, compuesto con un mínimo de equipamiento y servicios básicos preferentemente de baja intensidad (barrios). Contiene el Corredor Metropolitano, es decir, aquellos enlaces regionales en donde se establecerán funciones de equipamiento y servicios a nivel metropolitano y usos que por su modalidad e intensidad son incompatibles con el área urbana. Estos corredores corresponden con las cinco salidas a carreteras federales que enlazan la comunicación con otras ciudades. Además, encontramos espacios rústicos dedicados a la agricultura de riego, de temporal, actividades pecuarias y algunas áreas de protección natural. Se observa cobertura vegetal referida a matorrales, algunos árboles aislados de baja estatura y poca densidad y pasto. Las unidades geocológicas rurales se extienden en 570,17 km<sup>2</sup>, para el 70,75% del total del área de estudio (figura 3).

**Figura 3**  
**Unidades geocológicas rurales**



Fuente: elaboración propia con base en la bitácora fotográfica tomada en recorrido al campo.

El procedimiento culminó con la compilación cartográfica de las Unidades Geoecológicas y su descripción, y una bitácora fotográfica (figura 4).

## **Conclusiones**

El estudio de la temática urbano-ambiental se lleva a cabo por diferentes especialistas que en ocasiones colaboran para crear grupos interdisciplinarios y así intentar dar solución a las problemáticas observadas en las ciudades. Para poder desarrollar estas investigaciones, surgen problemas muy específicos, entre los que se encuentran definir las unidades de análisis consideradas en cada disciplina, que por lo general difieren entre ellas.



Las unidades geocológicas delimitadas permiten identificar el basamento físico-geográfico de los paisajes sobre los cuales se asentó y creció la ciudad y es el resultado de la interacción paisaje natural-ocupación de la actividad humana. Desde esta perspectiva, resulta recomendable emplear estas unidades espaciales, en los análisis de la problemática social, económica y ambiental, debido a que las mismas representan sistemas funcionales de la interacción entre la naturaleza y la sociedad que manifiestan la apropiación histórica del territorio y sus consecuencias.

El estudio y evaluación de las unidades geocológicas a través de variables biofísicas, sociales, demográficas y económicas de manera integrada, permite hacer un diagnóstico del estado o situación ambiental de cada una de ellas y del territorio estudiado. El diagnóstico integrado o estado ambiental de un territorio constituye una herramienta para el establecimiento de políticas públicas eficientes y la toma de decisiones en la forma del uso de los recursos disponibles para mejorar la calidad de vida de los habitantes y la sustentabilidad de las ciudades.

El método geocológico aplicado para la obtención de la zonificación por unidades geocológicas difiere con respecto a otros procedimientos que existen en la bibliografía revisada para la delimitación de espacios urbanos. Esta aplicación permitió analizar la ciudad a nivel local, delimitando unidades espaciales del territorio a detalle con criterios biofísicos, a nivel de atributos específicos del paisaje con criterios socioeconómicos, y se tuvo en cuenta el área de influencia de centros poblados o comunidades con la ciudad, genera información sobre las potencialidades y limitaciones del territorio que sirven de base para la elaboración, aprobación y promoción de proyectos de desarrollo, planes de manejo en áreas y temas específicos en el ámbito local. De igual manera, contribuye al ordenamiento o acondicionamiento territorial, así como al plan de desarrollo urbano.

No obstante, se recomienda para aplicaciones futuras, incorporar criterios de percepción del espacio por los habitantes, y así integrar métodos de la Geografía de la Percepción donde se tienen en cuenta elementos del paisaje cultural, en donde se desarrollan las formas de vivir y relacionarse, apropiarse y aprehender los espacios del entorno.

Los autores agradecen el apoyo del posgrado en geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, del PAEP de la UNAM y de las Becas de Conacyt. Además, deseamos reconocer al ERMEXS por el apoyo en la disponibilidad de la imagen espacial de alta resolución Spot-6 del 2013 que permitieron la realización de esta investigación.

## Fuentes consultadas

- Adell, German (1999), "Theories and models of the peri-urban interface: a changing conceptual landscape, DPU research paper", Development Planning Unit, University College London, London, pp. 1-43.
- Binimelis, Sebastián (2000), "Sociedad postindustrial y dialéctica campo-ciudad. Aportaciones al debate a modo de estado de la cuestión", *Lurralde: Investigación y Espacio*, núm. 23, Instituto Geográfico Vasco "Andrés de Urdaneta" (INGEBA), Gipuzkoa, País Vasco. pp. 93-113, <<http://www.ingeba.org/lurralde/>>, 30 de septiembre 2015.
- Bocco, Gerardo, Manuel Mendoza, Alejandro Velázquez y Alejandro Torres (1999), "La regionalización geomorfológica como una alternativa de regionalización ecológica en México. El caso de Michoacán de Ocampo", *Revista Investigaciones Geográficas*, núm. 40, Instituto de Geografía/UNAM, México, pp. 7-22.
- Bocco, Gerardo y Mario Arturo Ortiz (1999), *Definición de unidades espaciales para el ordenamiento ecológico*, UIA, México.
- Bollo-Manent, Manuel, José Ramón Hernández-Santana y Ana Patricia Méndez-Linares (2014), "The state of the environment in Mexico", *Central European Journal of Geosciences*, 6 (2), Springer, pp. 219-228.
- Bollo-Manent, Manuel, José Ramón Hernández-Santana y Ana Patricia Méndez-Linares (2013), "Áreas de atención prioritaria en México: una óptica medioambiental", *Journal of Latin American Geography*, 12 (2), Conference of Latin Americanist Geographers (CLAG) and distributed by the University of Texas Press, Texas, pp. 63-84.
- Bollo-Manent, Manuel y José Ramón Hernández-Santana (2008), "Paisajes físico-geográficos del noroeste del estado de Chiapas, México", *Revista Investigaciones Geográficas*, núm. 66, Instituto de Geografía/UNAM, México, pp. 7-24.
- Carbajal-Monroy, Julio, José Ramón Hernández-Santana y Manuel Bollo-Manent (2010), "Paisajes físico-geográficos del Circuito Turístico

Chilpancingo-Azul, estado de Guerrero, México”, *Revista Investigaciones Geográficas*, núm. 73, Instituto de Geografía/UNAM, Ciudad de México, pp. 71-85.

- Carazo, Esteban (2008), “Esquemas de zonificación ambiental para la planificación regional urbana”, *Revista Geográfica de América Central*, 1 (41), Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica, pp. 55-73.
- Cárdenas-López, Obllurys (2007), “Análisis geocológico de la subcuenca Seibabo, Santi Spiritus, Cuba”, *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra Mapping*, núm. 119, eGeoMapping, Madrid, pp. 26-33.
- Capel, Horacio (1975), “La definición de lo urbano”, *Estudios Geográficos*, núm. 138-139, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC: Instituto de Economía y Geografía, Madrid, pp. 265-301, <<http://www.ub.edu/geocrit/sv-33.htm>>, 25 de septiembre de 2014.
- Dachev, Detelin (2003), “Some current issues in Bulgarian Geocology”, *Geology and Geophysics*, 46 (1), Sofia, Bulgarian, pp. 227-230.
- Felipe-Farias, Juliana (2012), “Zoneamiento geocológico como subsidio para o planejamento ambiental no âmbito municipal”, tesis de maestría de la Universidad Federal de Ceará, Fortaleza, Brasil.
- Flores-Domínguez, Ángel David y Ángel Guadalupe Priego-Santander (2011), “Zonificación funcional ecoturística de la zona costera de Michoacán, México a escala 1:250 000”, *Revista Geográfica de América Central*, vol. 2, número especial EGAL, Costa Rica, pp. 1-15.
- Hidalgo, Rodrigo y Hugo Marcelo-Zunino (2011), “La urbanización de las áreas periféricas en Santiago y Valparaíso: el papel de las relaciones de poder en el dibujo de la geografía socio residencial”, *Revista Latinoamericana de Estudios Urbanos (EURE)*, 37 (111), Pontificia Universidad Católica de Chile-Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Santiago de Chile, pp. 79-105.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2012), “Guía para la interpretación de cartografía: Uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000”, serie IV, México.

- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (s/f), “Manual de cartografía geoestadística”, Documento de trabajo, Inegi, México, pp. 89.
- Koizumi, Takeei (2008), “Recent progress in geocology in Japan”, *Geographical review of Japan*, 69 (2), Tokyo Gakugei University, Tokyo, pp. 160-169.
- Mateo-Rodríguez, José Manuel (2008), *Geografía de los paisajes, segunda parte: paisajes naturales*, Editorial Universitaria, La Habana.
- Mateo-Rodríguez, José Manuel, Isabel Valdivia y Manuel Bollo-Manent (2008), “Estructura geográfica ambiental y sostenibilidad de las cuencas hidrográficas urbanizadas de Cuba: El ejemplo de la cuenca del río Quibú, provincia Ciudad de La Habana”, Resultados del proyecto INCO-CAESAR de la Unión Europea, Editorial Universitaria, La Habana, pp. 1-70.
- Mateo-Rodríguez, José Manuel (2007), “La geoecología del paisaje, como fundamento para el análisis ambiental”, *Revista Electrónica do PRODEMA*, 1 (1), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, pp. 77-98.
- Muñiz, Iván y Miguel Ángel García-López (2013), “Anatomía de la dispersión urbana en Barcelona”, *Revista Latinoamericana de Estudio Urbanos (EURE)*, 30 (116), Pontificia Universidad Católica de Chile-Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Santiago de Chile, pp. 189-219.
- Murman, Kvinikadze, David Kuparadze, Thomas Kerestedjian y Sirbiladze Iraklii (2006), “Geoecological assessment of the environment: An example from the territory of Georgia”, *Revista Geochemistry, mineralogy and petrology*, núm. 44, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgarian Mineralogical Society, Sofia, Bulgaria, pp. 131-140.
- Moresco-Mezzomo, Maristela, Kamila Walter-Ghisso y Diego Vinícius-Campos (2014), “Caracterização geoecológica como subsídio para estudos ambientais em RPPNs: estudos de casos no Paraná”, *Revista Árvore*, 38 (5), Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, pp. 907-917.

- Ojeda-Leal, Carolina (2011), “Estado del arte en las conceptualizaciones del paisaje y el paisaje urbano. Una revisión bibliográfica”, *Revista GeoGraphos*, 2 (7), Grupo Interdisciplinario de Estudios Críticos y de América Latina (GIECRYAL) de la Universidad de Alicante, Alicante, pp. 4-15.
- Oliveira-Pinto, Vladia, Carlos Lineu, Frota-Bezerra, Andreas Printz y María Lúcia Brito Da-Cruz (2000), “Geo-ecological analysis and assessments of degradation in the Municipality of Tauá-Micro-região dos Inhamuns Ceará (Brazil)”, *German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems—Achievements and Prospects of Cooperative Research*, Informe Técnico, Hamburgo, pp. 743-749.
- Priego-Santander, Ángel, Gerardo Bocco, Manuel Mendoza y Arturo Garrido (2008), *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes*, Semarnat-INE y Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, México.
- Rivera, Jorge Andrés (2013), “Proceso de urbanización en Pereira y agentes urbanos en Pereira, Colombia: Desigualdad social, fragmentación espacial y conflicto ambiental, 1990-2012”, tesis de doctorado en Geografía, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Quintela-Fernández, Jorge (1996), “El inventario, el análisis y el diagnóstico geoecológico de los paisajes mediante el uso de los sistemas de información geográficas (SIG)”, tesis de grado de doctorado, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana.
- Salinas-Chávez, Eduardo (2005), “La geografía física y el ordenamiento territorial: una introducción necesaria”, *Gaceta Instituto Nacional de Ecología*, Semarnat, México, <<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/gacetas/465/cuba.html>>, 1 de noviembre de 2014.
- Urquijo, Pedro y Gerardo Bocco (2011), “Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010”, *Journal of Latin American Geography*, 10 (2), Conference of Latin Americanist Geographers (CLAG) and distributed by the University of Texas Press, Texas, pp. 37-63.
- Urzainki-Mikeleiz, Asunción (1993), “El medio rural en Euskal Herria”, *Lurralde: investigación y espacio*, núm. 16, San Sebastián, pp. 57-

74, <<http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur16/16urzain/16urzai.htm>>, 1 de enero de 2014.

Zuluaga-Sánchez, Gloria Patricia (2005), “Dinámicas territoriales en fronteras rural-urbana en el corregimiento de Santa Elena”, tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, <<http://www.bdigital.unal.edu.co/5019/1/43030944-2005.pdf>>, 1 de enero de 2014.

*Recibido:* 2 de mayo 2015.

*Corregido:* 03 de diciembre de 2015.

*Aceptado:* 15 de junio 2016.

**Ayesa Martínez-Serrano.** Cubana. Máster en ciencia geomática por la Universidad de la Academia Naval Granma de La Habana, Cuba. Candidata a doctor en ciencias geográficas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es estudiante y profesora del posgrado de geografía de la UNAM. Fue profesora asistente de la Universidad de la Habana, Cuba, hasta el 2013. Su línea de investigación actual es aplicación de la geoecología del paisaje y las herramientas de la geotecnología. Entre sus últimas publicaciones destacan: “Zonificación geoecológica del paisaje urbano”, *Revista Mercator*, 15 (2), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, pp. 117-136 (2016); “Dinámica territorial de Isla del Carmen, Campeche, a partir de imágenes Landsat 1984-2000”, *Revista Acta Geográfica*, 9 (20), Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Brasil, pp. 109-125 (2015); “Desagregación del volumen de población a partir de la imagen de satélite con Sistema de Información Geográfica y Procesamiento Digital de Imágenes”, *Revista Española de Teledetección*, núm. 40, Asociación Española de Teledetección, Madrid, pp. 110-121 (2013); “Descripción cartográfica de los procesos de erosión en la línea de costa y los cambios en la cobertura vegetal, a partir de fotos aéreas e imágenes de satélite Google Earth Pro en el asentamiento ‘Playa del Cajío’”, *Revista Ciencias de la Tierra y el Espacio*, núm. 11, Instituto de Geofísica y Astronomía, La Habana, pp. 34-46 (2010).

**Manuel Bollo-Manent.** Mexicano. Doctor en ciencias geográficas por la Universidad Estatal de Moscú, Moscú. Actualmente es profesor del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), UNAM, campus Morelia. SNI nivel 1. Nivel D PRIDE. CIGA. 2013 Definitividad como técnico académico titular B TC. CIGA. Líneas de investigación: edafología y geografía de los suelos, geografía de los paisajes y geoecología,

ordenamientos ambiental y territorial. Entre sus últimas publicaciones destacan; en coautoría: "The state of the environment in Mexico", *Central European Journal of Geosciences*, 6 (2), Springer, pp. 219-228 (2014); "Ordenamiento ecológico general del territorio mexicano: enfoque metodológico y principales experiencias", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, núm. 63, Asociación de Geógrafos Españoles, Madrid, pp. 33-55 (2013); "Áreas prioritarias de geo-conservación de la biodiversidad en la península de Baja California, México", *Journal of Latin American Geography*, 12 (3), Conference of Latin Americanist Geographers (CLAG), University of Texas Press, Texas, pp. 7-31 (2013); "Áreas de atención prioritaria en México: una óptica medioambiental", *Journal of Latin American Geography*, 12 (2), Conference of Latin Americanist Geographers (CLAG), University of Texas Press, Texas, pp. 63-84 (2013).