

# Caracterización de los Grados de Intervención en Ecosistemas, Áreas Rurales y Urbanas de Venezuela a partir del Uso de Imágenes Satelitales.

## Characterization of the Degrees of Intervention in Ecosystems, Rural and Urban Areas of Venezuela from the Use of Satellite Images.

Yamil. S. Madi, *MINEA-USB*, Jean, J. Rodríguez *MINEA*, Elmar, S. Rivas, *MPPE*, Ricardo Noite, *MPPE*, José, G. Vásquez, *MINEA*, y Luisa Valdez, *MINEA*.

**Resumen**— La pérdida, degradación y alteración de los hábitats es la principal causa de extinción de especies a nivel mundial, así como de importantes problemas de salud pública en zonas urbanas y rurales. En este trabajo la vegetación se utiliza como un indicador que permite estimar el estado de conservación de ecosistemas y hábitats en áreas urbanas, mediante el desarrollo de una capa de información geográfica (SIG) utilizando el programa ArcGis-v9.0, que refleja los grados de intervención de las formaciones vegetales (GDIFV) a escala 1:250.000. Generada a partir de: 1) las alteraciones que la vegetación ha experimentado a lo largo del tiempo registradas en estudios desarrollados en 1982, 1994, 2006 y 2014 por la autoridad ambiental venezolana, 2) la interpretación de imágenes satelitales (Lansat 2007, Spot 2009, Satélite Miranda y otros sensores remotos) para detectar los cambios en la cobertura y 3) una revisión bibliográfica de inventarios forestales y de vegetación. La dinámica del uso de la tierra a nivel nacional y el crecimiento de las zonas urbanas a nivel local generan importantes alteraciones sobre las formaciones vegetales, lo que ha permitido establecer los GDIFV a partir de la interpretación de las imágenes satelitales. Estableciendo los

GDIFV de los ecosistemas y áreas urbanas de Venezuela. Esta información en capas SIG servirá como parte de una línea base para realizar el seguimiento de los avances o retrocesos en la aplicación de las políticas públicas ambientales y de salud pública, así como para discriminar entre zonas en proceso de recuperación, intervención o amenazadas, ayudando a mejorar significativamente la gestión ambiental urbana y extra urbana en Venezuela. En este trabajo se presenta los resultados de los GDIFV analizados en la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara como caso de estudio.

**Palabras clave**— ecosistemas urbanos, evaluación, gestión, imágenes satelitales, indicadores ambientales, políticas, seguimiento, Venezuela

**Abstract**— Loss, degradation and alteration of habitats is the main cause of extinction of species worldwide, as well as important public health problems in urban and rural areas. In this work, vegetation is used as an indicator to estimate the conservation status of ecosystems and habitats in urban areas. Through the development of a geographic information layer (GIS) using the ArcGis-v9.0 program, which reflects the degrees of intervention of

Este proyecto contó con financiamiento parcial del MINEA y del Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) proyecto: N-2.013.001.667.

Y. Madi es Secretario Técnico de Demarcación para el Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA) en el Centro Simón Bolívar, Torre Sur. Caracas, Distrito Capital, Municipio Libertador y personal de apoyo a la investigación del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) Carretera Panamericana, Kilometro 11, Centro de Ecológica, Unidad de Diversidad Biológica. (e-mail: yamiluk2@yahoo.com).

E Rivas, se desempeña como investigador independiente (PEI), fue analista y personal de apoyo en la Oficina de Análisis Estratégico en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en el Centro Simón Bolívar, Torre Sur piso 29. Caracas, Distrito Capital, Municipio Libertador. e-mail: elmarasuhail@gmail.com.

J Vásquez se desempeña como investigador independiente (PEI), fue analista y personal de apoyo en la Oficina de Análisis Estratégico en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en el Centro Simón Bolívar,

Torre Sur piso 29. Caracas, Distrito Capital, Municipio Libertador. e-mail: josegonzalov@gmail.com.

J J Rodrigues se desempeña como investigador independiente (PEI), fue analista y personal de apoyo en la Oficina de Análisis Estratégico en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en el Centro Simón Bolívar, Torre Sur piso 29. Caracas, Distrito Capital, Municipio Libertador. e-mail: jeanstp@gmail.com

R Noite se desempeña como investigador independiente (PEI), fue analista y personal de apoyo en la Oficina de Análisis Estratégico en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en el Centro Simón Bolívar, Torre Sur piso 29. Caracas, Distrito Capital, Municipio Libertador. e-mail: ricardo\_noite1@hotmail.com

L Valdez, es analista en la Unidad de Cambio Climático del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA) en el Centro Simón Bolívar, Torre Sur. Caracas, Distrito Capital, Municipio Libertador y fue analista y personal de apoyo en la Oficina de Análisis Estratégico e-mail: luisa.valdes007@gmail.com

plant formations (GDIFV) at 1: 250,000 scale. Generated from: 1) alterations that vegetation has experienced over time recorded in studies developed in 1982, 1994, 2006 and 2014 by the Venezuelan environmental authority, 2) the interpretation of satellite images (Lansat 2007, Spot 2009, Miranda Satellite and other remote sensors) to detect changes in coverage and 3) a literature review of forest and vegetation inventories. The dynamics of land use at the national level and the growth of urban areas at the local level generate important alterations on the vegetation formations, which has allowed to establish the GDIFV from the interpretation of the satellite images. Establishing the GDIFV of the ecosystems and urban areas of Venezuela. This GIS layer information will serve as part of a baseline to track progress or setbacks in the implementation of public environmental and public health policies as well as to discriminate between areas undergoing recovery, intervention or threatened areas, Significantly improve urban and extra-urban environmental management in Venezuela. This work present the result frond GDIFV in Barquisimeto, City Estado Lara.

**Index terms— Management, monitoring, policies, images satellite, indicators environmental, evaluation, ecosystems urban, Venezuela**

## I. INTRODUCCIÓN

PARA realizar el seguimiento al impacto de las actividades humanas [1] sobre la biodiversidad en Venezuela es indispensable disponer de indicadores confiables y de fácil manejo [2,3] que permitan la adquisición de información asociada al estado de conservación de la biodiversidad, desde el nivel de áreas de distribución de especies individuales, o agrupadas según diversos criterios como el taxonómico por Géneros, Familias, Ordenes, Clases o el espacial por poblaciones, comunidades, hábitats y ecosistemas [4], [5].

En este sentido, las alteraciones en las formaciones vegetales, como reflejo de la pérdida de hábitats y del grado de intervención en los ecosistemas, es una de las mejores opciones, ya que los ecosistemas terrestres expresan las adaptaciones de las formas de vida vegetal dominantes [6] al punto que, las denominaciones utilizadas para definirlos, generalmente, reflejan las adaptaciones de las formas de crecimiento o tipos de vida vegetal predominantes: arbórea (árboles), arbustiva (arbustos) o herbácea (gramíneas), en función de su contribución relativa a la estructura de la vegetación [7] en un área dada.

La vegetación es el reflejo de múltiples factores ambientales [8] que afectan la dinámica de los ecosistemas, forma parte conspicua de la cobertura terrestre [5], [9] y es uno de los rasgos más distintivos en la ecología del paisaje, [4] por lo que es comúnmente utilizada como un indicador del estado de los ecosistemas y del ambiente [5], [9].

La evolución y adaptaciones de la vegetación son referidas con mayor detalle a medida que las formas de crecimiento son divididas, a su vez, en tipos, de acuerdo con sus características internas o fisiológicas, externas, ambientales y geográficas.

Así, las características internas se refieren a: fenología (deciduo o caducifolio, semideciduo, siempreverde o perennifolio) y morfología (esclerófilo); las externas son de orden: topográfico, como planicie, litoral o costera, riveroño, galerías, altimontano (nival, sub-nival, páramos y sub-páramos), montano y sub-montano, piemontano y basimontano; las ambientales se refieren al clima dominante (xerófilo,

tropófilo, ombrófilo, nublado, macrotérmicos de altas temperaturas o climas A, mesotérmicos templados o climas C y microtérmicos de climas fríos o climas E); y, las geográficas se refieren a la fisiografía, la topología y el relieve costas e islas, llanuras bajas, colinas y montañas [10], [11].

Dado que varias de las formaciones vegetales de Venezuela se encuentran de forma continua o fragmentada en diversas y extensas áreas geográficas, se generan diferencias cualitativas y cuantitativas en términos de la composición de especies; pudiendo una misma formación vegetal, estar integrada por varios tipos específicos de vegetación o comunidades vegetales (fitocenosis), con diferentes niveles de endemismo o de riqueza de especies. Los bosques siempreverdes, *per se*, por ejemplo, abarcan aproximadamente el 34% del territorio nacional, pero al norte del Orinoco domina el bosque siempreverde montano, mientras que al sur dominan los bosques macrotérmicos siempreverdes de tierras bajas [12].

Es por ello que las modificaciones de origen antropogénico pueden utilizarse, también, como un indicador del estado de conservación o alteración de los ecosistemas a nivel nacional, ya que la información sobre las formaciones vegetales relativa a su caracterización, transformaciones históricas y cartografía, es abundante y está disponible a partir de diversos estudios [13].

De manera que, a partir del estado inicial de una formación vegetal -previamente definida, caracterizada y espacialmente delimitada (sabana, bosque u otros)- se pueden determinar los cambios estructurales que experimenta como consecuencia de la actividad humana; cambios que se manifiestan en la composición, abundancia y riqueza de especies, entre otros [13].

Sí a esta información se agrega el valor total del área modificada y una caracterización espacial del patrón de modificación, tal como fragmentación, cambios en bloque o únicamente en los bordes del área delimitada, se obtendrá una escala basada en el porcentaje de área afectada que permite comparar su estado original con su estado actual; y a mayor diferencia entre ellos, mayor será su grado de intervención [13].

Entre las características a favor de la utilización de las formaciones vegetales y sus alteraciones como indicadores de estado de los hábitats [14] se pueden resaltar que:

- 1) Son cartografiables puesto que caracterizan comunidades vegetales presentes en un área y tiempo dados, cuyos límites pueden establecerse de forma más o menos precisa, según el tipo de transición o ecotono [6,14].
- 2) Acumulan gran cantidad de información, dado que existen al menos tres estudios a nivel nacional efectuados por la autoridad ambiental donde se usan las mismas formaciones o “sus equivalentes” a la misma escala (1:250.000), [15, 16, 17, 18,19], lo que permite utilizar información procedente de diferentes muestreos y tiempos, facilitando la realización de comparaciones multi-temporales entre las décadas asociadas a los años: 1979/1982, 1986/1996 y 2003-2006 [14].
- 3) Su utilización no requiere trabajo de campo inmediato, ya que existe abundante bibliografía referente a la vegetación en Venezuela elaborada por instituciones especializadas como el Jardín Botánico de Caracas y mediante análisis de imágenes de sensores remotos como: Landsat 7, Spot , Satélite Miranda, multiespectrales, pancromáticas, ortofotomapas e imágenes de alta resolución de uso

restringido asociadas a proyectos y actividades regulares del Ministerio [18], se puede actualizar la información y llenar muchos vacíos de información de campo [14].

- 4) Permiten medir los cambios entre un estado del sistema (la formación vegetal) y el siguiente en un área predeterminada y en un tiempo dado, ya que el estado final del sistema depende del estado inicial y del efecto del uso (s) que haya experimentado en un tiempo  $t(x)$ .

Al comparar el estado del sistema en el tiempo  $t(0)$  con el estado del mismo en el tiempo  $t(1)$ , se podrán caracterizar las diferencias entre ambos como una distancia numérica, usando los cambios de cobertura por área de las formaciones vegetales entre el tiempo  $t(0)$  y el  $t(1)$  detectables en imágenes de satélite y complementando el estudio, de ser posible en ciertas áreas, con la información disponible de otros indicadores como: las modificaciones por área en la riqueza, composición o proporción de especies, poblaciones o comunidades florísticas [14].

## II. OBJETIVO

Utilizar imágenes satelitales en el análisis de datos asociados a modificaciones de las formaciones vegetales determinando así su estado de conservación como reflejo del grado de intervención en ecosistemas, áreas rurales y urbanas en Venezuela utilizando como caso de estudio la ciudad de Barquisimeto en el Estado Lara.

## III. METODOLOGÍA

Para establecer los Grados De Intervención de las Formaciones Vegetales (GDIFV) se siguió la metodología descrita y pormenorizada en los “Grados de Intervención de las Formaciones Vegetales de Venezuela” [13], [14], [20], [21], y para actualizar o establecer los GDIFV en las zonas urbanas, la descrita y pormenorizada en “Visión Ecosistémica de la Zona Urbana de Caracas”, [22] en términos generales se siguen los siguientes pasos:

- 1) Recopilación de información bibliográfica y cartográfica sobre las formaciones vegetales dominantes en la zona, como marco de referencia y línea base para caracterizar a nivel local y regional, las formaciones vegetales originales de cada unidad espacial en estudio. Como la información de vegetación del Proyecto Sistemas Ambientales de Venezuela 1979-1982 [15], [16], los trabajos de Rodríguez Delfina y Américo Catalán [17], y MINAMB [18], [23].
- 2) Recopilación de imágenes multiespectrales y pancromáticas provenientes de sensores remotos aportadas por: el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB): Landsat 7 (2003), Spot (2008), el Instituto (IDEA) Satélite Miranda (2013), imágenes de “GoogleEarth” y otros proveedores, así como ortofotomapas e imágenes de alta resolución provenientes de sobrevuelos con fines cartográficos, de uso restringido, asociadas a proyectos y actividades regulares del ministerio sobre áreas urbanas y sus zonas aledañas [18], [19].
- 3) Interpretación supervisada de las imágenes para establecer la cobertura por unidad espacial en estudio. Con ella se generan poligonales actualizadas asociadas a usos urbanos,

agrícolas, ganaderos, vialidad, bosques, suelo desnudo entre otros.

- 4) Por superposición y comparación con la base cartográfica de coberturas originales de vegetación, digitalizada y actualizadas [24], permiten caracterizar las modificaciones asociadas a las formaciones vegetales originales descritas en la base cartográfica (perdida, fragmentación, degradación) y algunos aspectos más extremos de los cambios estructurales basados en la bibliografía por la introducción y establecimiento de especies exóticas o la extinción local de elementos florísticos. Cambios de cobertura detectables mediante la interpretación de las imágenes satelitales, como diferentes texturas permiten identificar la extracción masiva de especies nativas por deforestación y otras causas de cambios en la proporción y composición de especies en los hábitats.
- 5) Mientras las modificaciones en las formaciones vegetales se establecen, en función de las alteraciones experimentadas por las mismas según lo indica la nueva cobertura, la magnitud de esos cambios en proporción del área de la formación vegetal original determina los GDIFV de la misma dentro de cada unidad espacial analizada.

Los GDIFV se ajustan en niveles de intervención determinando la fragmentación, reducción, eliminación o alteración en áreas específicas de las formaciones vegetales, mediante una leyenda de cinco Estados, en función de esas alteraciones a la estructura y/o cobertura de las formaciones vegetales originales y el cálculo de la extensión y/o distribución espacial de esas modificaciones (porcentaje de área alterada, perdida o fragmentada) dentro de cada unidad espacial de análisis.

Cada causa de alteración de las formaciones vegetales originales (pérdida, cambios de composición entre otros) es analizada y registrada en capas de intervención separadas (específicas) de manera que la posterior superposición de las mismas, permite establecer los grados y las causas de las afectaciones por área en la zona bajo estudio. Igualmente, cada GDIFV final es registrado en capas diferentes de manera que la superposición de las mismas establece el patrón de los GDIFV en la zona.

En las zonas urbanas los mismos grados de intervención aparecen desglosados por áreas, utilizando tonos del color correspondiente, según el uso de la tierra, de manera que el GDIFV 5 tendrá diversos tonos de gris al negro según se uso sea urbano industrial comercial etc., así mismo el GDIFV 4 (tradicionalmente rojo), se distribuirá en diversos tonos según el uso de la tierra.

El estudio se realiza en las áreas urbanas de Barquisimeto, San Mateo y como una actualización en proceso sobre la capa en SIG de la “Visión Ecosistémica de la Zona Urbana de Caracas”, [22] incorporando capas catastrales, además de la revisión satelital. A partir de los GDIFV se puede establecer por superposición el estado de conservación de otras unidades de análisis espacial como parques nacionales, hábitats y ecosistemas.

Estos insumos e indicadores se desarrollaron como apoyo a los objetivos contenidos en la Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica y su Plan de Acción [25], y en el marco del proyecto “Desarrollo de indicadores e insumos cartográficos socio-ecológicos con enfoque

ecosistémico, para el sistema de gestión, seguimiento y análisis de las políticas públicas ambientales del MINAMB”.

Financiado parcialmente por el Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FONACIT) Número asignado: N-2.013.001.667

#### A. Aspectos generales

Las actividades de vectorización y productos cartográficos generados a lo largo del trabajo, así como el manejo de base de datos, se llevaron a cabo en SIG, con ESRI® ArcMap ArcGIS® V 9.0 Lic.-ArcGis 43452845 [26].

Los detalles de utilización de los SIG, en cada paso (vectorización, georeferenciación y otros), no se detallan en este esquema.

Toda la información de registros y bibliográfica sintetizada en las bases de datos electrónicas fue incluídas en los SIG utilizando el Datum Regven, SIRGAS-REGVEN (Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas-Red Geocéntrica Venezolana), elipsoide GRS 80 [27].

La delimitación de la perimetral de las áreas urbanas se basa en las definiciones oficiales del IGVSb y de las gobernaciones como la propuesta de los Ejes-de-planificación-territorial-Zona-Metropolitana Gran Barquisimeto.

### IV. RESULTADOS

Se presentan los avances en los resultados de Barquisimeto como caso de estudio tipo de los grados de intervención de las formaciones vegetales de las zonas: urbana, sub urbana, y rural alrededor de la ciudad.

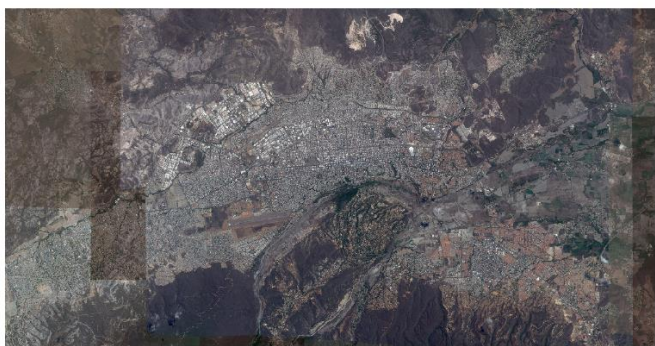


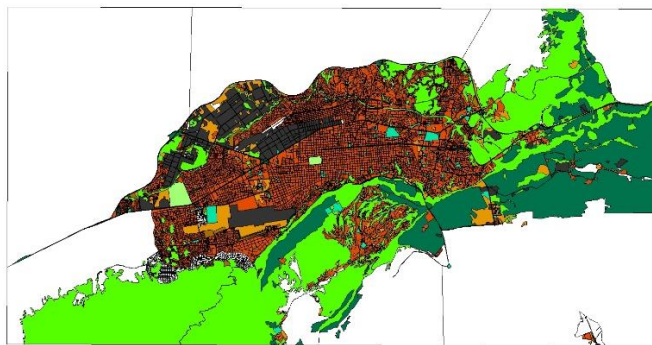
Fig. 1. Composición de imágenes para la zona metropolitana de Barquisimeto. Imágenes satelitales de “GoogleEarth” 27/07/2015.

Las zonas urbanas aparecen en grandes bloques homogéneos de afectación que se orientan a lo largo de las márgenes del río. En estas áreas están incluídas zonas industriales y urbanas aglomeradas, las zonas de vivienda adyacentes aparecen con poca densidad poblacional y viviendas unifamiliares.

Así esta simple escala de dos colores (gris y verde) cubren todos los grados de intervención detectable, sin embargo, los bosques de galería atraviesan espacios con diferentes coberturas a lo largo de su recorrido, por lo que es probable que su afectación también varíe concomitantemente.



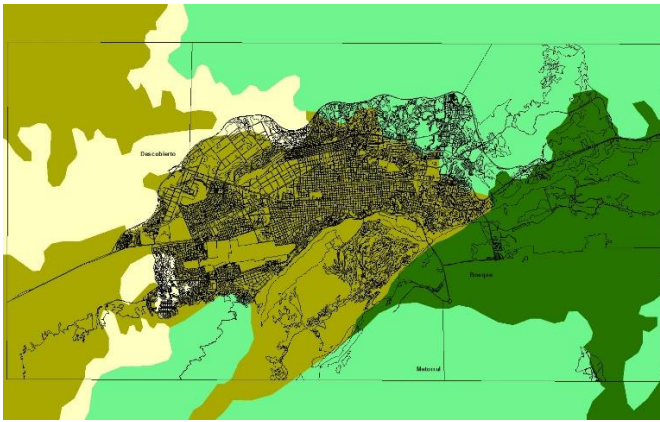
Fig. 2. Detalle de la imagen composición de la zona metropolitana de Barquisimeto. La definición de la imagen permite apreciar en las zonas urbanas tanto formaciones y unidades de vegetación como también elementos florísticos individuales, alcanzando la escala límite a partir de la cual se disgrega este indicador.



Leyenda: Usos de la tierra según la interpretación de coberturas.

- Autopista
- Cementerio
- Industrial
- NO Urbanizado
- Natural
- Ornamentales
- Parques Plazas
- Sembradio
- Suelo Desnudo
- Urbanizado
- Via Ferrea

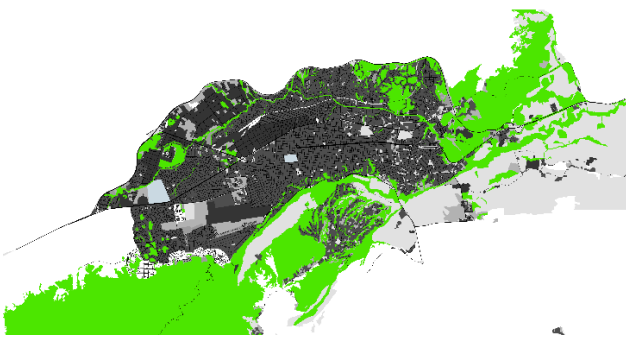
Fig. 3. Coberturas de la zona metropolitana de Barquisimeto. En la cobertura predominan áreas urbanas seguidas de las áreas industriales, el resto de las coberturas quedan dispersas entre las diversas formaciones, como: vialidad, áreas agrícolas, jardines con vegetación ornamental, baldíos con vegetación secundaria, bosques de galería y cuerpos de agua. Haciendo frontera están zonas bajo régimen de administración especial, despobladas con formaciones boscosas o matorrales y áreas con vegetación rala o suelo desnudo.



Leyenda Cobertura de las Formaciones vegetales originales. Silueta de la zona metropolitana.

- Descubierto
- Espinar
- Herbazal
- Bosque

Fig. 4. Silueta de la zona metropolitana de Barquisimeto sobrepuesta con las formaciones vegetales de 1982 a 1:250.000. Se aprecia el predominio de coberturas originalmente asociadas a formaciones vegetales de bosque espinoso o seco en las áreas actualmente urbanas, industriales y agrícolas.



Leyenda GDIFV y usos de la tierra.

- Autopista
- Cementerio
- Industrial
- NO Urbanizado
- Natural
- Ornamentales
- Parques Plazas
- Sembradio
- Suelo Desnudo
- Urbanizado
- Via Ferrea

Fig. 5. Grados de intervención de la Zona urbana y ecosistemas boscosos y de matorrales en la ciudad de Barquisimeto. En la zona metropolitana se aprecia un predominio del grado más alto de intervención (grado 5), se muestra el degrade de grises según el uso de la tierra para distinguir las causas de este alto grado de intervención en toda el área urbana. Estas áreas están rodeadas de zonas de vegetación extra urbana en estados relativamente poco intervenidos (en grado 2) ubicados en zonas bajo régimen de administración especial o des pobladas.

## V. DISCUSIÓN

### A. Intervención de las formaciones vegetales.

La red de calles, carreteras, autopistas zonas urbanizadas e industriales forman en Barquisimeto un bloque continuo con un fuerte efecto sobre las poblaciones silvestres, al alterar el hábitat original de forma drástica (grado 5) en toda esa área.

Para algunas especies silvestres, sin embargo, estos nuevos hábitats urbanos pueden constituirse en oportunidades de colonización. Dependiendo de la plasticidad adaptativa de las especies originales y de las especies oportunistas que ingresan al sistema, se generará una población de fauna y flora mínimamente diversa, asociada al espacio urbano.

Los valores representados por los Grados de Intervención de las Formaciones Vegetales reflejan el nivel de alteración tanto de las áreas urbanizadas, industrializadas o comerciales como de los hábitats y sistemas ecológicos que las rodean, o interseccionan. En este marco, un importante porcentaje del territorio se encuentra cercano a su condición original (grado 2), en áreas protegidas por figuras como Parques Nacionales rodeando el núcleo urbano.

Como en otros casos sin embargo esta condición de la formación vegetal en los alrededores de la ciudad, no necesariamente implica la ausencia de amenazas para la biodiversidad por otros tipos de afectación no detectables con esta metodología o por la escala espacial disponible [22] que solo permitió la identificación de dos grados de intervención.

Estimar el estado de conservación particular de las poblaciones de fauna o flora dentro de estas áreas cercanas a un centro urbano de magnitud como Barquisimeto, es una labor compleja ya que implica conocer el estado y efecto de otros elementos que afectan a la biodiversidad cercana como:

- 1) Las luces nocturnas y ruidos diurnos y nocturnos propios de las actividades de la urbe.
- 2) Las especies exóticas domesticas como gatos, perros, hurones u otros animales de moda, así como animales de granja establecidos y que realizan actividades en los alrededores.
- 3) La extracción o daño a la flora y fauna debido a actividades, comerciales, deportivas de sustento o entretenimiento.
- 4) La des-estructuración histórica de hábitats y ecosistemas a niveles no detectables en estos análisis de cobertura [1], [28], [29].

Los hábitats más afectados, con un grado 5 de intervención en la mayor parte de su cobertura urbana, son las formaciones xerofíticas, de bosques y matorrales parte de las formaciones intervenidas desde hace cuatro décadas sin planificación ni manejo [30], [31], [32].

Los ecosistemas boscosos están particularmente afectados por las actividades agrícolas asociadas a los mismos factores que favorecen la presencia de los bosques, la calidad del drenaje y los suelos.

Las ciudades como sistemas tienden a uniformizar los hábitats originales disminuyendo el número y tipo de especies, sin embargo, la limitada extensión espacial de Barquisimeto amerita estudios más detallados por especie, y analizar la posibilidad de construir corredores verdes y pasos para la fauna silvestre [33], previamente a que la urbe se extienda y su implementación se vuelva prohibitiva por compleja y costosa.

En el caso de Barquisimeto, la escala de información disponible para las formaciones vegetales implica que el resultado final sea reseñado a 1:250.000. Sin embargo, con trabajo en campo para identificar formaciones vegetales a menor escala podría fácilmente incrementarse esta escala a 1:50.000 e inclusive menos en función de la calidad de las imágenes obtenidas.

Los índices ambientales de área verde ecológicamente funcional y de área disponible para su uso por habitante ( $m^2$ /por habitante) determinadas en Caracas [22], no se han calculado, dado que aún no ha culminado el análisis de parte de las áreas urbanas definidas dentro de los Ejes-de-Planificación-Territorial-Zona-Metropolitana Gran Barquisimeto.

Adicionalmente, es necesario culminar la actualización de esos datos para Caracas “Visión Ecosistémica de la Zona Urbana de Caracas”, [22], antes de realizar un estudio comparativo, igualmente se espera continuar el análisis y toma de datos para culminar y refinar la información desplegada en estos Ejes-de-Planificación-Territorial-Zona-Metropolitana Gran Barquisimeto.

El trabajo muestra que la expresión cartográfica de los Grados de Intervención de las Formaciones Vegetales en Áreas específicas de Venezuela a escalas que van desde 1:250.000 hasta 1:50.000, aun cuando solo permite discriminar las áreas por su grado de intervención en proporciones de magnitud considerable de: 0-5%, 6-25%, 26-75%, 76-99% y 100% [21], esta capacidad aunque limitada, permite planificar e implementar estrategias de recuperación y manejo que minimicen o incrementen la integración de las poblaciones urbanas con los hábitats y ecosistemas sobre los que se asientan.

Esta clasificación permite identificar problemas ambientales asociados a los procesos ecológicos locales y desarrollar propuestas de manejo adecuadas para integrar las áreas urbanas, comerciales e industriales a los hábitats sobre los que se asientan. Con el fin de mejorar aspectos asociados a la resiliencia de esos hábitats y ecosistemas con impactos positivos asociados a la salud, el consumo energético, la educación, esparcimiento y muchas otras actividades y estados.

## VI. CONCLUSIONES

Las Imágenes satelitales son una herramienta indispensable para la generación de los Grados De Intervención de las Formaciones Vegetales, ya que permite analizar extensas áreas minimizando los costos en tiempo, recursos y esfuerzos de campo en función de los objetivos planteados.

Estas herramientas permiten realizar el seguimiento y evaluación de las políticas públicas asociadas a la conservación, preservación y rehabilitación de ecosistemas, así como del desarrollo de políticas asociadas a la incorporación he unificación de los hábitats urbanos a los ecosistemas en que se asientan.

En el caso de Barquisimeto, pese a su limitado tamaño y por razones que requieren un estudio más detallado, el área urbana presenta el más alto grado de intervención en prácticamente toda su cobertura, al punto de requerir el despliegue de una escala de tonos de grises para distinguir las áreas por sus usos. Este patrón es común al de otras ciudades del país, y motiva a realizar un estudio y planificación más detallada de estas zonas para adecuar su desarrollo a conceptos más cercanos al de ciudades sustentables.

Determinar el estado de conservación de los ecosistemas urbanos es un insumo indispensable, tanto para cumplir con los mandatos de la Constitución venezolana como para servir de base en la aplicación del enfoque ecosistémico en la gestión ambiental de los centros urbanos, de forma integrada a otros elementos como los económicos, sociales y políticos. En este

sentido la interpretación de imágenes satelitales permitió caracterizar el grado y tipo de intervención en grandes áreas de forma rápida y eficiente y abrir una ventana de trabajo en una zona urbana en crecimiento.

## REFERENCIAS

- [1] Nebel, B. y Wright, R. 1999. Ciencias Ambientales: Ecología y Desarrollo Sostenible. 6ta Edición. México. Editorial Prentice Hall. 720 pp.
- [2] Instituto Nacional de Estadística (INE) 2010 Indicadores Ambientales. República Bolivariana de Venezuela. Caracas. Venezuela 25 pp.
- [3] Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad (AIB). 2011. Guía para el Desarrollo y el uso de Indicadores de biodiversidad nacional. Programa de las Naciones unidas para el Monitoreo Ambiental (PNUMA) World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, Reino Unido. 40 pp.
- [4] Berroterán, J. L. (Ed.). 2004. Reserva Forestal Imataca: Ecología y Bases Técnicas para el Ordenamiento Territorial. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. Fundambiente. Fondo Editorial. Caracas, Venezuela. 207 pp.
- [5] Josse C., Cuesta F., Navarro G., Barrera V., Cabrera E., Chacón-Moreno E., Ferreira W., Peralvo M., Saito J. y Tovar, A. 2009. Ecosistemas de Los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina. Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino, Programa BioAndes, Eco Ciencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RUMBOL SRL. Lima. 96 pp.
- [6] Smith, T.M y Smith, R. L. 2007. Ecología. 6ta Ed. España. Editorial Pearson Educación S.A. XXI+682 pp.
- [7] Mader, S. 2008. Biología. México. Editorial Mc Graw Hill. 950 pp.
- [8] Marrero, L. 1978. Atlas geográfico y económico Venezuela visualizada Editorial cultural Venezolana, S. A. Caracas 101, 247 pp.
- [9] Chacón-Moreno, Eulogio. 2010. “Ecorregiones, Paisajes y Ecosistemas de Venezuela, Propuesta conceptual y metodológica bajo un enfoque de Ecología del Paisaje”, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida (5101), Venezuela 53pp. (Proyecto, sin publicar).
- [10] Huber, O. y Alarcón, C. 1988. Mapa de Vegetación de Venezuela. Escala 1:2.000.000, División de Vegetación, Dirección de Suelos, Vegetación y Fauna, Dirección General de Información e Investigación del Ambiente, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.
- [11] Izco, J. Barreno, E. Brugués, M. Costa, M. Devesa, J. Fernández, F. Gallardo, T. Llimona, X. Salvo, E. Talavera, S. Valdés, B. 2000. Botánica McGRAW-HILL Interamericana de España, S.D.A.U Impreso en España xiv + 781 pp.
- [12] Rodríguez J. P.; Rojas-Suárez, F.; Hernández, D. (Ed.). 2010. Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas. 324 pp.
- [13] Madi, Y.; J. Vázquez, A. León y J. Rodrigues. 2011a. Estado de conservación de los bosques y otras formaciones vegetales en Venezuela. Biollania Ed. Esp. Bosques de Venezuela. ISBN 980-231-131-6. 10: 302-324.
- [14] Madi, Y.; J. Vázquez, A. León, J. Rodrigues, Y. Rivas, E. Duarte, W. Álvarez, J. Martínez Y J. Uzcátegui. 2010. Grados de Intervención de las Formaciones Vegetales en Venezuela. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Caracas. Venezuela. ISBN: 978-980-04-1465-1.
- [15] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (MARNR). 1982 a. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001. Mapa de la Vegetación Actual de Venezuela. Serie: II, sección: 1, documento número: 4, código: II-1-4, Caracas, Venezuela XI + XII pp.231.

- [16] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (MARNR). 1982 b. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto VEN/79/001. Mapa de la Vegetación Actual de Venezuela. Atlas. 76 Cartas a Escala 1:250.000. Caracas, Venezuela pp. 78.
- [17] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR) .1993-1997. Mapa de la Vegetación de Venezuela al norte del Orinoco 1:250.000. Rodríguez Delfina y Américo Catalán Dirección General de Información e Investigación de Ambiente, División de Vegetación de la Oficina de Diversidad Biológica, Caracas Venezuela.
- [18] Ministerio del Ambiente (MINAMB). 2006. Mapa de Vegetación al norte del Orinoco informe técnico. Proyecto Manejo de Recursos Naturales y Ordenamiento Territorial (MARNOT) en SIG. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB).
- [19] Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPPA). 2008. Proyecto Sistema de Información Geográfica para la Ordenación del Territorio (SIGOT)
- [20] Madi, Y.; J. Vázquez, A. León, J. Rodrigues, R. Noite, E. Rivas, I Chacon, L. Valdés, Y. Rivas, E. Duarte, W. Álvarez, J. Martínez Y J. Uzcátegui. 2014. Grados de Intervención de las Formaciones Vegetales en Venezuela (3Ed). Editor: Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, Fundambiente. Documento. DP CM222201432 y cartografía SIG. DP If22220145742323.
- [21] Madi, Y.; J. Vázquez, A. León, J. Rodrigues, Y. Rivas, E. Duarte, W. Álvarez, J. Martínez Y J. Uzcátegui. 2015a. Grados de Intervención de las Formaciones Vegetales en Venezuela. V quinto informe nacional de diversidad biológica de la República Bolivariana de Venezuela. Capítulo 1. Diversidad biológica en Venezuela: estado, tendencias y amenazas. 1.2 El conocimiento de la diversidad biológica. Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas. Dirección General de Diversidad Biológica. Depósito legal: Ifi222201690040, ISBN: 978-980-7783-00-2. 1-75 pp.
- [22] Madi, Y.; J. Vázquez, J. Rodrigues, R. Noite, A. León. 2011b. Vision Ecosistémica de la Zona Urbana de Caracas. Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Fundambiente. Documento: Ecosistémica Preliminar de la Zona Urbana de Caracas DP CM221201157, ISBN 978-980-04-1471-2 y cartografía SIG DP CM221201158, ISBN 978-980-04-1470-5.
- [23] Madi, Y.; R. Noite, E. Rivas, J. Rodrigues, J. Vázquez, L. Valdés, A. León. Ecosistemas de Venezuela. 2015b. V quinto informe nacional de diversidad biológica de la República Bolivariana de Venezuela. Capítulo 1. Diversidad biológica en Venezuela: estado, tendencias y amenazas. 1.2 El conocimiento de la diversidad biológica. Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas. Dirección General de Diversidad Biológica. Depósito legal: Ifi222201690040, ISBN: 978-980-7783-00-2. 1-75 pp.
- [24] Madi, Y.; A. N. Henríquez, D. N. Gil, L. Rodríguez, A. A. León, J. C. Martínez, M. Delgado, J. G. Vázquez. 2009 b. "Vegetación de Venezuela 1979-1982 Recopilación de Sistemas Ambientales" Documento y SIG a escala 1:250.000 del proyecto Ven/79/001 sistemas ambientales de Venezuela 1979-1982 Proyecto SEVe Ministerio del Poder Popular para el Ambiente. Caracas Venezuela. Depósito legal: Ifx2222009581886. ISBN: 978-980-04-1453-8. 1-4pp.
- [25] Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPPA). 2010. Estrategia Nacional para la Conservación de la Diversidad Biológica y su Plan de Acción. Caracas. 128 pp.
- [26] ESRI. 2004. Manual Introducción ArcGiS II. Ejercicios del curso ArcView y ArcInfo. Caracas. 199.
- [27] Gaceta Oficial N° 36.653. 1999. Caracas Venezuela.
- [28] Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN). 2001. Informe sobre las especies exóticas en Venezuela. Oficina Nacional de Diversidad Biológica. Caracas. 205 pp.
- [29] Enger, E.D. y Smith, B.F. 2006. Ciencia Ambiental: un estudio de interrelaciones. 1era Edición en español. México. Editorial Mc Graw Hill. 476 pp.
- [30] Hamilton, L.; Steyermark, J.; Veillón, J. y Mondolfi, E. (Ed.). 1976. Conservación de los Bosques Húmedos de Venezuela. Sierra Club. Bienestar Rural Caracas.
- [31] Veillon, J. P. 1976. Las deforestaciones en los Llanos Occidentales de Venezuela desde 1959 hasta 1975. Pp. 97–112, en Conservación de los bosques húmedos de Venezuela, L. S. Hamilton, J. A. Steyermark, J. P. Veillón y E. Mondolfi, (Eds.).
- [32] Steyermark, J. 1977. Future outlook for threatened and endangered species in Venezuela. Pp. 128–135, In: Extinction is forever. Prance, G. y Elias, T. (Ed.). New York Botanical Garden, New York.
- [33] Magrama. 2015. Prescripciones teóricas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (2da Ed.). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causados por infraestructura de transporte. No 1. Ministerio de Agricultura y Alimentación del Medio Ambiente. Madrid. 139 pp.

**Yamil Salim Madi Tojeiro** es Licenciado en Biología USB 1994, Magister Scientiarum en Ciencias Biológicas USB 2003, Candidato Doctoral en Ciencias Biológicas en la USB. Profesional III en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas (MINEA) donde se desempeñó como investigador y coordinador de proyectos desde el 2004, actualmente es personal de apoyo a la investigación del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), ha publicado más de 12 artículos en revistas, 21 desde el ministerio y 3 capítulos en libros, sus áreas de interés incluyen ecología, evolución, biodiversidad, Sistemas de información geográfica (SIG), indicadores y los patrones de riqueza de los vertebrados, factores determinantes y estado de conservación, email: yamiluk2@yahoo.com.

**Jean José Rodríguez** es. Técnico Superior Universitario (TSU) en Evaluación Ambiental Universidad Bolivariana de Venezuela (UBV) 2007, Licenciado en Gestión Ambiental (UBV) 2012. Se desempeñó en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente como analista e investigador en al área Ambiental y SIG los proyectos de la Oficina de Planificación y Ordenación Territorial y en la Oficina Estratégica de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas. Actualmente es Investigador independiente (PEI). Sus áreas de interés son los SIG, la ecología y la gestión ambiental. Es coautor en más de 10 artículos nacionales e internacionales.

**Elmara Suhail Rivas-Rojas** es Profesora de Ciencias Naturales, mención Biología, de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador 1997; Magister Scientiarum en Zoología Agrícola, Universidad Central de Venezuela 2006; fue becaria de la Fundación Gran Mariscal de Ayacucho y del FONACIT. Cursa el Doctorado en Ciencias Biológicas en la Universidad Simón Bolívar (USB) de Venezuela. Ha publicado más de 12 artículos en revistas nacionales e internacionales. Es investigador independiente (PEI) y se ha especializado en la taxonomía, ecología y distribución de los mamíferos de la Amazonia y la Guayana email: elmarasuhail@gmail.com;

**Ricardo Noite-Camacho** es Técnico Superior Universitario (TSU) en Evaluación Ambiental Universidad Bolivariana de Venezuela (UBV) 2010, Licenciado en Gestión Ambiental (UBV) 2013. Profesor en Sistemas de Información Geográfico en la UBV en 2011. Desde el 2010 se desempeñó en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente como analista e investigador en al área Ambiental y SIG, actualmente es profesor del Ministerio del Poder Popular para la Educación (MPPE). Sus áreas de interés son la ecología, antropología y gestión ambiental. Es coautor en 10 artículos y trabaja en la creación de planes comunitarios en el área de planificación ambiental en el área metropolitana de Caracas, comunidad de Lidice, email: ricardo\_noite1@hotmail.com.

**José Gonzalo Vázquez-Rodríguez** es Licenciado en Biología en la USB, 1995, DEA en Ecología Universidad de Barcelona, España 2004. Profesional II desde el 2006 en el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente donde se desempeñó desde 2009 como Jefe de la Unidad de Diversidad Biológica en la Dirección Estatal del Poder Popular Ambiental (DEPPA) del estado Lara. Actualmente es investigador independiente. Sus áreas de interés son la Ecología y la Gestión de Recursos Naturales. Cuenta con más de 20 artículos en revistas indexadas y arbitradas, 3 coautorías en capítulos de libro, 17 publicaciones registradas y es tutor de siete trabajos de grado, email: ecologialara@gmail.com;.

**Luisa Valdez**, Realizo estudios en Politología en la Universidad Central de Venezuela trabajando con poblaciones Indígenas Americanas. Asesoro y apoyo los proyectos de la Oficina Estratégica de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente y actualmente se desempeña como analista en la Unidad de Cambio Climático del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas (MINEA) en el Centro Simón Bolívar, Sus áreas de interés son la antropología, el análisis de la estructura del discurso y la sintaxis email: luisa.valdes007@gmail.com