



Conectividad entre los humedales Santa María del Lago, Córdoba, Juan Amarillo y los demás elementos de la estructura ecológica principal en la cuenca urbana del río Salitre, Bogotá D.C.

Connectivity between wetlands Santa Maria del Lago, Córdoba, Juan Amarillo and the other elements of the main ecological Structure in urban river basin Salitre, Bogota D.C.

Leidy Ordoñez¹, Renzzo González², Claudia Cardona³

Para citar este artículo: Ordoñez, L., González, R. y Cardona, C (2016). Conectividad entre los humedales Santa María del lago, Córdoba, Juan Amarillo y los demás elementos de la estructura ecológica principal en la cuenca urbana del río Salitre, Bogotá. *Revista de Topografía Azimut*, (7), 52-59.

Recibido: 18-septiembre-2016 / **Aceptado:** 10-octubre-2016

Resumen

La cuenca urbana del río Salitre cuenta con una gran riqueza ecosistémica dentro de la Estructura Ecológica Principal; sin embargo, diferentes factores a través del tiempo han ocasionado la fragmentación del paisaje. Es por esto que se propone una estrategia de conectividad a través de un análisis multitemporal, la aplicación de métricas del paisaje para el periodo de 1950 - 2015, así como un análisis histórico y el desarrollo de juego de actores influyentes en el área de estudio. Como resultado se identifican posibles áreas de intervención teniendo en cuenta herramientas para la conservación de los ecosistemas.

Palabras clave: conectividad, cuenca urbana, estructura ecológica principal, fragmentación.

Abstract

The urban basin of Salitre river has rich ecosystems, which are included in the Main Ecological Structure; however, different factors through history have caused fragmentation of the landscape. Due to the above, this project aims to propose a strategy for connectivity through a multi-temporal analysis and application of landscape metrics for the period from 1950 - 2015, as well as a historical analysis and a set of actors whose has influenced the ecosystems of the study area. As a result the identified areas that can possibly be taken over by tools for ecosystem conservation is obtained.

Keywords: connectivity, fragmentation, main ecological structure, urban basin.

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: leidyor88@hotmail.com

2 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: renzzowgonzalez@gmail.com

3 Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: cardonaclaudiamaria@gmail.com

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, factores como el crecimiento poblacional, la expansión urbana y el desarrollo civil, entre otros, han generado en la ciudad de Bogotá grandes cambios en el paisaje afectando considerablemente los ecosistemas, al punto de fragmentarlos y reducirlos. Con la implementación del Decreto 2811 de 1974, se buscó proteger los ecosistemas mediante disposiciones generales y dispersas; en cuanto a los ecosistemas de Bogotá, con el Acuerdo 19 de 1994 se declararon los humedales del Distrito Capital como reservas ambientales, pero fue hasta el Decreto 619 de 2000 que se empezó a hablar del Plan de Ordenamiento Territorial para la ciudad en el cual se introduce el concepto Estructura Ecológica Principal, permitiendo la conservación e integración del sistema hídrico, los cerros, páramos y humedales del distrito y su articulación mediante elementos ambientales conocido como corredores ecológicos.

Con el Decreto 190 de 2004, el cual compila el actual POT, se clasificó a los humedales dentro del Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital; sin embargo, 15 años después, la conectividad entre dichos elementos escasea, es por esto que se busca generar una propuesta de conectividad entre ecosistemas de especial importancia como los humedales y algunos de los elementos de la Estructura Ecológica Principal en parte de la cuenca urbana del río Salitre.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se ubica en la cuenca del río Salitre de Bogotá, la cual encierra las localidades Suba y Engativá; de acuerdo con el POMCA del río Salitre (SDA, 2008), dentro de dicha cuenca se encuentran los Parques Ecológicos Distritales del humedal

Santa María del Lago, Córdoba y Juan Amarillo. El área de estudio abarca los 3 humedales, así como algunos elementos conectores complementarios de la EEP, y está delimitada por las siguientes vías: al norte por la Calle 139 y la Calle 138, al oriente por la Autopista Norte, al sur por la Avenida Chile y la Avenida NQS y al occidente por el río Bogotá. (Figura 1)

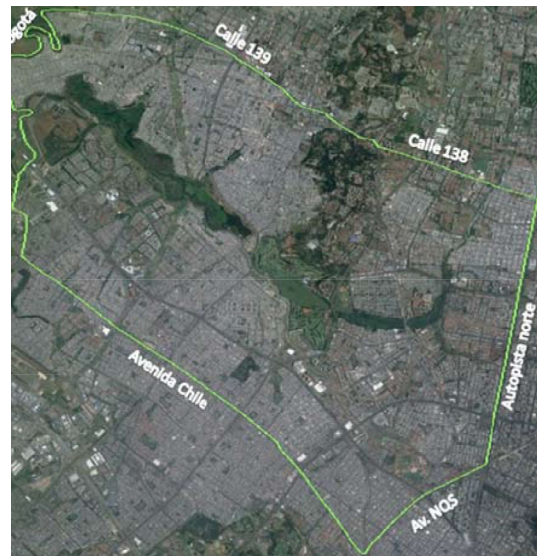


Figura 1. Área de estudio dentro de la cuenca del Río Salitre

Fuente: Google Earth, 2015. Adaptado por los autores

Metodología previa

Se optó por tomar como base las planchas cartográficas del IGAC de los años 1950 y 1989 a escala 1:10.000 correspondientes a los números 227 IVB-2, 227 IVB-4 y 228 IIIA-3, así como la adopción de imágenes satelitales de Google Earth del año 2015 para procesarlas y analizarlas haciendo uso del software ArcGIS 10,0.; estas se tomaron en épocas secas del año: enero para los años 1950 y 1989 y de junio para el año 2015.

Etapa descriptiva analítica

El procesamiento de imágenes se realizó con la ayuda de ArcGIS 10,0 tomando el sistema de coordenadas geográficas MAGNA_Colombia_Bogota de la proyección Transverse Mercator (o WGS84 para el año 2015), de acuerdo a los pasos:

- Creación de la Geodatabase
- Georreferenciación de imágenes
- Digitalización y edición

Para la obtención de métricas del paisaje se utiliza la herramienta de ArcGIS 3D (Analyst Tools/Raster Surface/Cut Fill) para los años 1950-1989 y luego para 1989-2015. Las métricas del paisaje que se analizan son: índice de área, tasa de cambio anual, número de parches, índice de densidad e índice del parche más grande.

Etapa interpretativa

En esta etapa se tienen en cuenta los resultados del análisis multitemporal, el cual se sustenta mediante una interpretación histórica y de contexto de los humedales interiores en estudio para determinar cómo la cultura, el pensamiento y las actividades humanas han incurrido en su transformación.

Etapa propositiva

Basado en lo planteado por Gurruxtaga (2004) y Martínez (2009), se genera una propuesta de conectividad de tipo estructural entre los elementos de la EEP de la zona de estudio, realizando un análisis geográfico del estado actual y considerando algunas métricas del paisaje con el fin de determinar las condiciones estructurales de la zona; finalmente, se proponen herramientas de conectividad dentro de las posibles áreas de intervención. El resultado se ve reflejado en un mapa con los elementos conectores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapa descriptiva analítica

Análisis multitemporal

Las unidades de paisaje que conforman el área de estudio se definen a partir de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, 2010).

El cambio de áreas en las coberturas se puede evidenciar en el Figura 2, las mayores pérdidas de área son para las coberturas Espejo de agua, Zona pantanosa y Zona verde urbana, las demás ganaron área a través del tiempo.

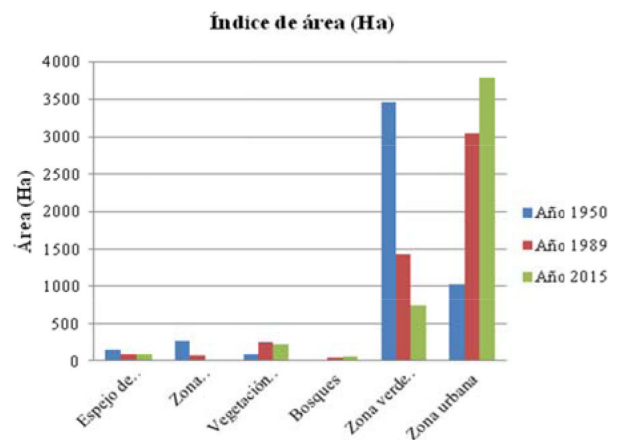


Figura 2. Índice de área de coberturas para los años 1950 – 1989 y 2015

Debido a la dinámica que se presenta, especialmente por el crecimiento demográfico, y teniendo en cuenta el cambio que se muestra en los mapas de cada año (Figura 3), puede deducirse que las coberturas de espejo de agua y zona pantanosa fueron reemplazadas por coberturas vegetales de humedales. Por otro lado, la zona verde urbana fue reemplazada por la zona urbana a tal punto de llegar, en el 2015, a un área total de 3798 hectáreas de 4933 hectáreas del área total en estudio, es decir, un 79% de la matriz del paisaje.

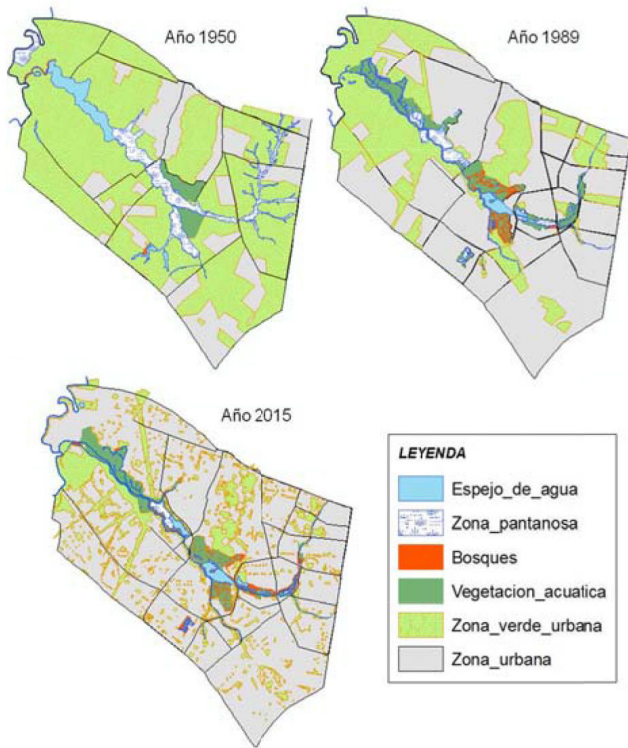


Figura 3. Cambio de áreas en las unidades de paisaje entre los años 1950 – 1989 y 2015

Fuente: elaboración propia, base planchas del IGAC.

Por otro lado, es necesario hablar de la tasa de cambio anual la cual estima la pérdida o ganancia de área en hectáreas que se presenta para cada una de las coberturas anualmente (Tabla 1).

Tabla 1. Tasa de cambio anual (TCA) por cobertura en el periodo 1950 – 2015

COBERTURA	AÑO 1950		AÑO 1989		TCA	AÑO 2015		TCA
	Ha	%	Ha	%		Ha	%	
Espejo de agua	144,6	2,9%	88,0	1,8%	-1,27	82,2	1,7%	-0,26
Zona pantanosa	274,8	5,5%	77,8	1,6%	-3,19	18,8	0,4%	-5,32
Veg. acuática	95,4	1,9%	248,6	5,0%	2,49	222,6	4,5%	-0,42
Bosques	5,4	0,1%	43,6	0,9%	5,49	65,3	1,3%	1,57
Zona verde urb.	3467,2	69,2%	1434,2	29,1%	-2,24	746,9	15,1%	-2,48
Zona urbana	1024,2	20,4%	3040,9	61,6%	2,83	3797,6	77,0%	0,86
TOTAL	5011,6	100,0%	4933,1	100,0%		4933,4	100,0%	

Las tasas de cambio positivas representan la ganancia de área en el periodo evaluado de 65 años (1950-2015) las cuales fueron en total de 13,2 hectáreas en contraste con 15,2 hectáreas en disminución. El recuadro rojo señala las áreas de interés para el presente proyecto; el primer periodo presenta una pérdida de 1,27 hectáreas y 3,19 hectáreas para el espejo de agua y la zona pantanosa respectivamente. En el periodo de 1989-2015 se muestra una disminución de 5,32 hectáreas en zona pantanosa y de 2626 m² en espejo de agua respecto al primer periodo, esta disminución en la superficie de agua se debe principalmente al desarrollo y crecimiento urbano consecuencia del aumento en la densidad poblacional y la construcción de obras civiles de gran magnitud que se iniciaron a partir de 1955 como se menciona en el análisis histórico.

Además, la tasa de cambio anual permite tener un concepto de lo que pasaría en el futuro si se continúan generando cambios en el ecosistema; por lo tanto, es posible determinar que las coberturas más vulnerables a ser reemplazadas por otro tipo de coberturas, o que tienen una tendencia a desaparecer en el humedal, son aquellas que se muestran acompañadas de signo negativo, las cuales corresponden a espejo de agua, zona pantanosa y zona verde urbana como se muestra en el Figura 4.

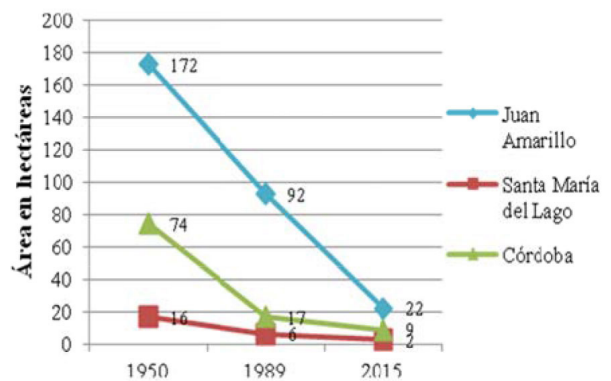


Figura 4. Cambios del área de espejo de agua y zona de pantano por años

Etapa interpretativa

Análisis histórico

Teniendo en cuenta la cartografía del IGAC y el estudio realizado por Jaimes (2011), se toman en cuenta algunos de los eventos circunstanciales que, a lo largo del tiempo, han provocado la actual transformación paisajística de Bogotá y su impacto sobre la Estructura Ecológica Principal en la cuenca del río Salitre; factores como el crecimiento poblacional, la falta de un sistema de acueducto y alcantarillado, las malas prácticas de toma y desagüe de agua, entre otros, hizo de la expansión urbanística (Figura 5) un proceso realizado de forma no sostenible, que fragmentó el paisaje, contaminándolo y reduciendo sus bienes y servicios, además de generar cambios en el uso del suelo, en

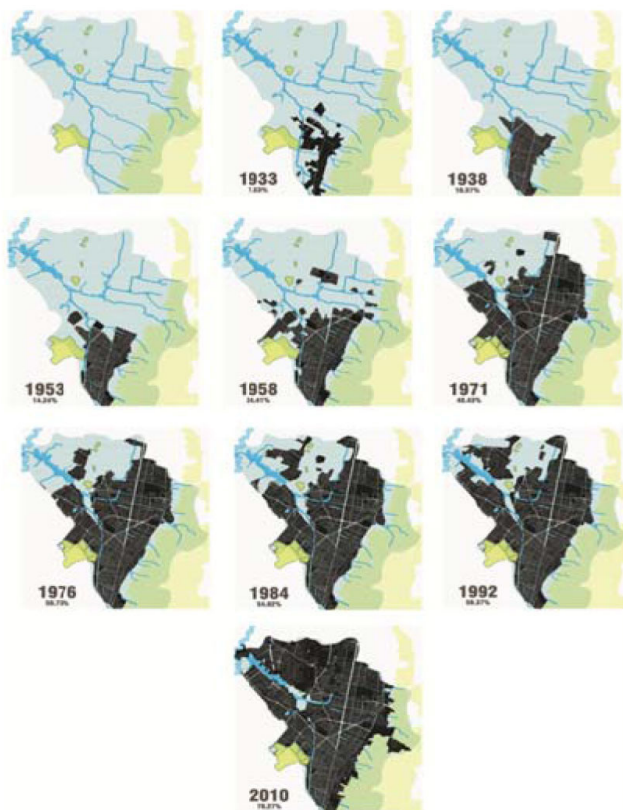


Figura 5. Expansión urbana a través de los años, en la cuenca del Río Salitre

Fuente: Jaimes, 2011.

el régimen hidráulico, la disminución de biodiversidad de especies vegetales y animales, la confinación de la mayoría de los cauces y el aislamiento y pérdida de conectividad entre elementos de la Estructura Ecológica Principal.

Etapa propositiva

Análisis geográfico

El área de estudio se encuentra representada por infraestructura urbana y vías principales con un área aproximada de 3797 hectáreas, que representan el 77% total. Por otro lado, se encuentran zonas verdes como los Parques Ecológicos Distritales de los humedales Juan Amarillo, Córdoba y Santa María del Lago además de la ronda del río Bogotá con un área de 288,04 ha aproximadamente que ocupan el 5,83% de la zona. Así mismo, se encuentran canales como el Salitre, Córdoba, Niza, Cortijo, Bolivia, Cafam, Contador, La Calleja y Molinos; áreas privadas como la PTAR Salitre, y Club Choquenzá, Club Los Lagartos y la Escuela Militar, sumado a una buena parte de los cerros de suba, zonas recreativas, jardines, pastizales, franjas de árboles al costado de las vías y separadores, constituyen el 17,16% de la zona de estudio con un área aproximada de 846,96 hectáreas. El análisis cuantitativo de la zona se realizó empleando 4 de las métricas básicas del paisaje las cuales arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 2. Índices de paisaje de 2 grandes zonas del área de estudio.

Índices de Paisaje	Zonas de protección y conservación	Zonas verdes urbanas	TOTAL
Índice de área (Ha)	288,04	846,96	1135
Número de Parches	4	781	785
Índice de parche más grande	4,54%	1,27%	-
Densidad de Parches (Ha)	0,081	15,83	-

La zona con mayor área corresponde a zonas verdes urbanas, las demás métricas indican una primera cercanía al grado de fragmentación del ecosistema; una vez se conoce el total de

fragmentos (785 en total) se evidencia que para las zonas verdes urbanas se encuentra la mayor cantidad de parches (781) lo cual indica heterogeneidad en el área y un paisaje altamente fragmentado.

El índice de parche más grande representa el porcentaje de la clase que abarca el fragmento con mayor tamaño, corresponde a las áreas de protección y conservación con un índice de 4,54% en contraste con 1,27% de zonas verdes urbanas.

Elementos espaciales para la conectividad

Teniendo en cuenta los resultados de los análisis multitemporal, histórico y geográfico, el área de estudio se agrupó en tres grandes elementos (áreas núcleo, corredores de hábitat y stepping stones), tomando como base lo propuesto por Benett (1998) y Gurruxtaga (2004).

Dentro de las áreas núcleo se encuentran los humedales y la ronda del río Bogotá. Estas áreas se constituyen como zonas representativas de hábitat natural al albergar poblaciones de plantas y animales y al funcionar como mantenimiento de procesos ecológicos, para lo cual se debe otorgar una alta prioridad a su conservación y protección.

Los corredores de hábitat corresponden a porciones significativas de zonas verdes que permiten mantener la continuidad espacial de procesos ecológicos y evitar los efectos de la fragmentación. Algunas de estas áreas son El Club Los Lagartos, el Club Choquenzá y la PTAR Salitre. Las áreas verdes lineales también son escenarios propicios para la conectividad entre el humedal Juan Amarillo y los humedales circundantes como lo son La Conejera y Jaboque, así como los corredores viales que serían usados en su mayoría por especies de aves que no se ven afectadas por las perturbaciones de la ciudad (Figura 6).

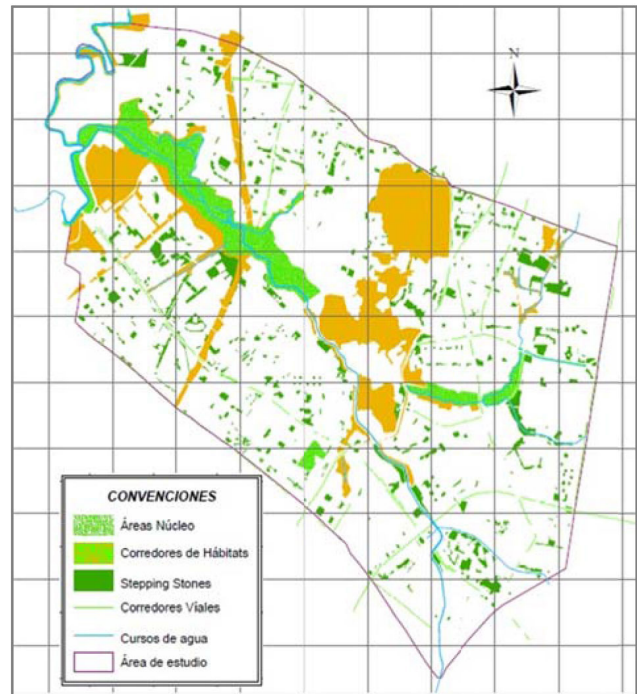


Figura 6. Mapa de los Elementos espaciales para la conectividad en el área de estudio

Por otro lado, dentro de los stepping stones (fragmentos de hábitat distantes entre sí que pueden constituir puntos de paso entre parches mayores de hábitat), se encuentran pequeños parques, parques metropolitanos, zonas verdes dentro de viviendas, terrenos baldíos, potreros, zonas de pastoreo, rondas de canales, entre otros.

Herramientas de manejo del paisaje para la conectividad y la conservación

Para lograr conectar los elementos de la EEP es necesaria la intervención mediante herramientas de manejo del paisaje teniendo en cuenta lo mencionado por Benett (1998) y el POT (2004), esto considerando sus características intrínsecas. Para el caso del elemento áreas núcleo, una de las herramientas a implementar es el enriquecimiento de hábitat por medio de especies de flora propias de cada humedal o especies nativas que permitan

la interacción biológica, así como ampliar la cobertura y la heterogeneidad ecosistémica; esto teniendo en cuenta que una de las problemáticas es la presencia de especies de flora introducidas y foráneas.

Por otro lado, en el caso de los corredores de hábitat y los stepping stones, pueden incorporarse cercas vivas mixtas, árboles dispersos y enriquecimientos de pastizales alrededor de los humedales Córdoba y Juan Amarillo y la ronda del río Bogotá, incrementando la permeabilidad entre diferentes parches del paisaje y la distribución espacial de la cobertura arbórea. El Club Los Lagartos y el Club Choquenzá pueden ser intervenidos mediante la implementación de corredores de ronda que permiten la protección de los cuerpos de agua, esto evitaría su desecación y contaminación. Además, se puede enriquecer el hábitat mediante el aumento de cobertura vegetal en los lugares que se disponga, ya que por ser zonas privadas sus zonas verdes cuentan con un uso específico para la recreación y el deporte (canchas de fútbol, campos de golf).

CONCLUSIONES

Dentro de la cuenca del río Salitre los humedales Juan Amarillo, Santa María del Lago y Córdoba han tenido una disminución de 2.720 hectáreas, 62 hectáreas y 256 hectáreas respectivamente, durante los últimos 65 años (1989-2015) producto de la expansión urbana que ha transformado de manera negativa las coberturas de zona verde urbana y espejo de agua, generando fragmentación en el paisaje y pérdida de conectividad especialmente hídrica y ecológica, hecho que se evidencia mediante el análisis multitemporal.

En la identificación de oportunidades de conectividad a través de variables biológicas y geográficas, se logró reconocer áreas de importancia ecológica que se encuentran en las coberturas de zonas verdes urbanas y bosques las cuales pueden

ser implementados como elementos espaciales de conectividad tales como **áreas núcleo** (humedal Juan Amarillo, Córdoba y Santa María del Lago, ronda del río Bogotá), corredores de hábitats (zonas verdes, Club Los Lagartos, Club Choquenzá, la PTAR Salitre, corredores lineales) y stepping stones (parques, jardines, zonas verdes dentro de viviendas, conjuntos residenciales, centros educativos, terrenos baldíos, potreros, rondas de canales, árboles dispersos, entre otros).

El éxito en la conectividad de los humedales con los demás elementos que componen la EEP, por parte de la cuenca urbana del río Salitre, se dará en la medida que se establezcan estrategias en el contexto de paisaje considerándola como una red multifuncional en vez de una serie de elementos aislados; es importante la recuperación local de cada uno de ellos para potenciar sus fortalezas intrínsecas y poder consolidar y llevar a feliz término los proyectos de conectividad que en un futuro se implementen.

Si se continúa con la construcción de la Avenida Longitudinal de Occidente ALO, la cual atravesaría una de las zonas propuestas como corredor de hábitat y parte del humedal Juan Amarillo, constituiría una barrera para el desplazamiento de las especies de la zona y aquellas que migran en busca de alimento, hábitat y refugio a este humedal, además de generar perturbaciones a las mismas. Por lo tanto, es necesario que la planificación y el diseño de esta avenida cuente con un complejo sistema constituido con herramientas de manejo del paisaje que permita mantener la conservación y aminorar los efectos negativos.

REFERENCIAS

Alcaldía Mayor de Bogotá (2004). *Decreto 190 de 2004, Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003*. Bogotá D.C.: Autor.

- Andrade, G., Mesa C., Ramírez A. and Remolina F. (2008). Estructura Ecológica Principal y áreas protegidas de Bogotá. Foro Nacional Ambiental, *documento de políticas públicas No. 25*. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/06455.pdf>
- Bennet, F. (1998). *Enlazando el Paisaje el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre*. UICN Unión Mundial para la Naturaleza. *Conserving forest ecosystems*. Recuperado de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/FR-021-Es.pdf>
- De Groot, R., Gómez-Baggethun, E. (2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio ambiente*, 14(4). Recuperado de <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/viewFile/88/85>
- Gurrutxaga. (2004). *Informe técnico N° 103. Conectividad ecológica del territorio y conservación de la biodiversidad. Nuevas perspectivas en ecología del paisaje y ordenación territorial*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Recuperado de http://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/informes_tecnicos/eu_agripes/adjuntos/Informes%20tecnicos%20103.pdf
- IDEAM. (2010). *Legenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*. Bogotá, D. C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Jaimes, A. (2011). *Conflictos del desarrollo urbano de Bogotá en la cuenca del río Salitre: reflexiones y propuestas para un diseño urbano de integración y conectividad ecológica*. (Tesis de maestría). Bogotá D.C.: Universidad de los Andes.