

4

REDES ECOLÓGICAS EN LA ESTRUCTURA URBANA DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN (COLOMBIA)

ANA MARÍA MONSALVE CUARTAS

Estudiante magíster en Arquitectura del Paisaje. Universidad Católica de Chile.

DESCRIPTORES:

Redes / Áreas verdes naturales / Ciudad / Ecología del paisaje

RESUMEN:

Se identificaron y determinaron características de algunos espacios verdes de la ciudad de Medellín (figura 1) y su perspectiva para configurar redes ecológicas urbanas, bajo los principios de la ecología del paisaje. Con base en cartografía digital y fotografías aéreas, se identificaron mediante sistemas de información geográfica los espacios verdes mayores o iguales a 400 m², los cuales se cualificaron en fragmentos y corredores; y posteriormente en fragmentos- nodos, donde en general existen las condiciones para el hábitat y refugio de distintas especies de fauna y flora; y enlaces, corredores que permiten la conectividad entre los nodos. Mediante la evaluación de atributos espaciales, se identificaron y evaluaron potenciales redes ecológicas locales, las cuales constituyen una herramienta de planeación que ayuda a implementar una trama de espacios con suelos destinados a la recuperación del soporte natural, al funcionamiento ecológico y a la conexión del paisaje urbano con el paisaje rural.

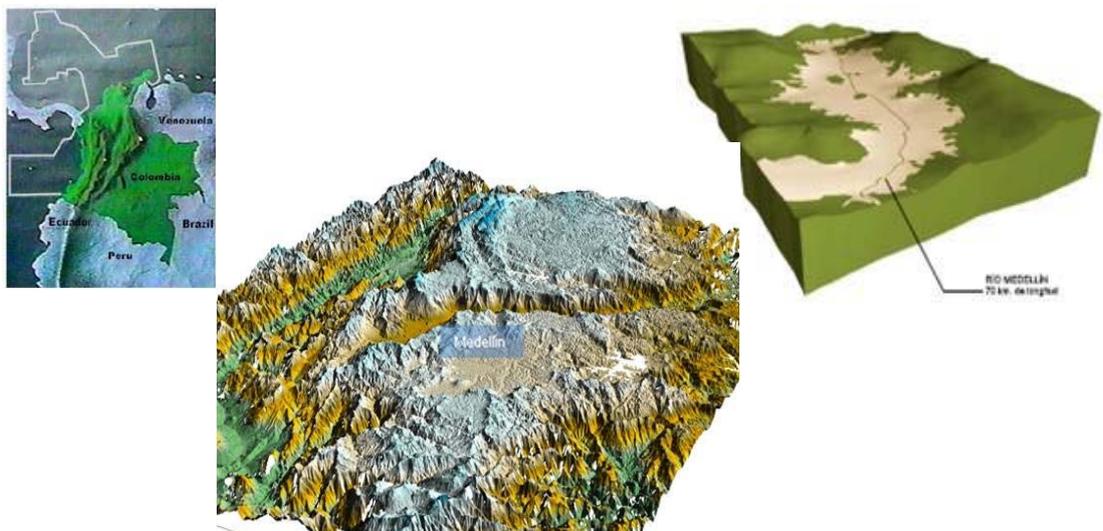
KEY WORDS:

Nets / Green natural areas / City / Landscape ecology

ABSTRACT:

I identified and determined some characteristics of green spaces in the city of Medellín (Figure 1) and its prospects for urban ecological networks set up under the principles of landscape ecology. Based on digital maps and aerial photographs, there was identified by GIS green spaces greater than or equal to 400 m², which are qualified in fragments and corridors, and later in fragments-nodes, where in general the conditions exist for the habitat and shelter for different species of fauna and flora, and links, corridors that enable connectivity between nodes. By evaluating spatial attributes were identified and assessed potential local ecological networks, which are a planning tool that helps implement a network of spaces with floors dedicated to the recovery of natural support, the ecological functioning and the connection of the townscape with the rural landscape

Figura 1. Medellín y su contexto.



Fuente: Vélez (2004)

1. INTRODUCCIÓN

En la planificación y desarrollo de las ciudades Colombianas se identifica una deficiencia en la cantidad, calidad y conectividad de los espacios verdes urbanos lo que limita el cumplimiento adecuado de las funciones de la vegetación en términos ecológicos, ambientales y recreativos, esto genera un creciente proceso de fragmentación del paisaje urbano con la transformación y disminución del hábitat natural, la alteración e interrupción del flujo de información genética y de energía, lo que altera las funciones ecológicas y afecta la presencia y la supervivencia de muchas especies características de los ecosistemas madres de los cuales hacían parte los fragmentos. La alteración de las funciones ecológicas están relacionadas fundamentalmente con la modificación del ciclo hidrológico; cambios en el balance energético; cambio climático, artificialización del paisaje, disminución de especies de flora y fauna nativa y por ende disminución de la biodiversidad endémica del lugar, pérdida del patrimonio natural y del potencial de bienes y servicios ambientales que estas zonas pueden ofrecer para incrementar la calidad de vida de los urbanitas

Para abordar esta problemática se requiere reconocer que estos espacios tienen la potencialidad de hábitat para muchas especies de flora y fauna, proporcionan el enriquecimiento del paisaje y de la calidad de vida urbana, ofrecen oportunidades y alternativas para la educación ambiental y experiencias recreativas de carácter pasivo. Son un punto de partida en la reestructuración ecológica urbana y en la definición de planes y proyectos para la sustentabilidad ambiental.

La identificación y caracterización de redes ecológicas urbanas, bajo las premisas de la Ecología del Paisaje en la ciudad de Medellín (Colombia) a partir de los espacios verdes públicos y privados existentes contribuye a la conservación y recuperación de los ecosistemas con el fin de potenciar la oferta de bienes y servicios ambientales. Es un concepto clave de integración funcional, de recomposición ecológica del paisaje, esta "malla de naturaleza interconectada" permite el movimiento de energía y de especies vegetales y animales dentro de la configuración urbana construida. Las redes son un mecanismo que fomenta una perspectiva sistémica del verde y del paisaje urbano-rural, donde se puede originar la recuperación y naturalización de las áreas verdes, con la consecuente protección de la biodiversidad endémica, para contribuir a la conservación y mejoramiento de la salud pública y a incrementar la calidad de vida para los habitantes.

2. METODOLOGÍA IMPLEMENTADA

La metodología desarrollada está basada en las investigaciones sobre ecología del paisaje de Richard Forman (1995) y aplicada en el contexto urbano por Edward Cook (2002).

La Ecología del paisaje define al “paisaje” como un área heterogénea compuesta de un mosaico de ecosistemas que interactúan y que difieren estructuralmente en la distribución de especies, energía y materiales. Los elementos o constitutivos de la estructura espacial del paisaje ecológico se reconocen como fragmentos, corredores y la matriz que los contiene

La red es una malla cuyos elementos son nodos y enlaces conectados y usualmente rodeados por una matriz (Forman, 1995, Figura 2). Como las mallas de pescar, las redes comúnmente tienen una extensión definida con o sin una clara jerarquía entre sus elementos y con una dirección definida para el movimiento por sus enlaces. (Velez 2004).

Los nodos se definen como fragmentos de mayor tamaño y de mejor composición vegetal, están localizados en entre intersecciones de los enlaces. Los fragmentos se definen desde la ecología del paisaje como elementos estructurales prominentes y ubicuos del paisaje, de superficie no lineal, de tamaño variable, que difiere fisionómicamente de sus alrededores y que posee un grado de homogeneidad interno. Los fragmentos generalmente están inmersos en una matriz de características contrarias en cuanto a fisionomía y composición, son los más robustos indicadores biológicos de la condición de los ecosistemas ya que son significativos para grupos de especies animales que no toleran las condiciones de borde. El tamaño del fragmento es una variable importante que afecta la biomasa, la producción y la disponibilidad de nutrientes por área, al igual que la composición de especies y la diversidad, característica ésta que parece estar principalmente determinada por la heterogeneidad del hábitat y el régimen del disturbio. El tamaño del fragmento afecta también su viabilidad y valor ecológico, así, los fragmentos mayores o grandes alojan poblaciones más grandes y persistentes y una mayor diversidad de comunidades, pues a diferencia de los fragmentos pequeños, presentan una mayor área interior apta para especies que no toleran hábitats de borde (Forman. 1995).

Los enlaces son corredores que unen y dirigen el flujo o el movimiento entre los nodos. Su distribución espacial, la amplitud a lo largo de su recorrido, la rectitud y la presencia de curvas en su forma son elementos importantes para la estancia y movilidad de las especies que los usan y los ocupan. Los corredores según Forman (2004), se definen como una franja angosta y alargada, de forma y dirección variables que atraviesa una matriz y difiere de ella en su composición, los corredores tienen la característica general de unir o separar elementos dentro de una matriz. Los corredores se analizan utilizando los siguientes atributos estructurales: tamaño, relación interior/exterior, amplitud, longitud y grado de naturalidad.

Contexto de la matriz y naturalidad de fragmentos: Está directamente relacionado con la clase y grado de distribución, el contexto o los factores externos que ejercen influencia en el fragmento pueden hacer que este sea más o menos viable ecológicamente al simplificar su estructura y composición interna. La naturalidad, se entiende esencialmente como una función de la ausencia de impacto humano. Entre los indicadores del impacto humano se incluye la presencia de especies exóticas, la

compactación o cobertura del suelo con sustancias impermeabilizantes, la alteración de la estructura vertical, el déficit de especies nativas. (Cook, 2002). Como contexto del fragmento se analizan: el grado de aislamiento, su accesibilidad y su composición vegetal.

Matriz: se define como una gran masa homogénea, es el más extenso entre los elementos que conforman el paisaje, sus bordes son generalmente cóncavos y encierra los otros elementos del paisaje como los fragmentos y corredores; es el elemento más conectado y el hábitat de la especie dominante en el paisaje; sus características hacen que ejerza el mayor grado de control en la dinámica del paisaje. Forman (1995).

3. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE FRAGMENTOS Y CORREDORES

Se fotointerpretaron los espacios verdes urbanos y sus coberturas vegetales (arboladas y pastos) más predominantes en fotografías aéreas a escala menor a 1:10000. Con su digitalización por medio de programas de información geográfica (SIG), se seleccionaron aquellos mayores de 400 m² (se considera esta área la mínima requerida para que el promedio de especies de aves que pueden vivir en la ciudad puedan tener un hábitat adecuado según sus necesidades). Se le calculó a cada espacio su área y perímetro correspondiente para la aplicación del índice de forma,. Los espacios verdes con un índice de forma mayor de 1.5 se clasifican como corredores y las menores de 1.5 como fragmentos.

$$D = \frac{P}{2\sqrt{\pi \times A}}$$

Donde,

D= índice de forma = relación del perímetro y el área del elemento. P= perímetro. A= área

Para los fragmentos se evaluó el número de vecinos más próximos con sus respectivas distancias, y el índice de aislamiento, con la siguiente fórmula

$$R_i = 1/n \sum d_{ij}$$

Donde, R_i =es el índice de aislamiento del fragmento. N= es el número de fragmentos vecinos considerados. D_{ij}= es la distancia entre fragmento i y su vecino j

Identificado el mosaico de fragmentos y corredores, se valoriza su potencial para convertirse en nodos y enlaces que estructuren una red ecológica si cumplen con:

* Mayor presencia de cobertura arbórea

- * Fragmentos con índice de aislamiento menor de 200 m
- * Fragmentos con mayor número de vecinos
- * Fragmentos y corredores de propiedad pública y/o asociados a las corrientes hídricas presentes en el área de retiro de lado a lado del cauce

4. EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS

Para que los nodos y enlaces funcionen como un sistema debe cumplir con unos valores mínimos en los siguientes atributos:

Complejidad de la red.

Es considerada como la combinación de conectividad y presencia de circuitos, se evalúa con el índice Gama de conectividad y el índice Alfa de circuicidad.

Índice gama de conectividad

$$Y = (L / (3(V - 2)))$$

Donde, Y es el índice de conectividad Gama. L el número de enlaces. V el número de nodos.

Índice alfa de circuicidad.

Determina la presencia de circuitos en la red, se calcula usando la siguiente ecuación:

$$A = L - V + 1/(2V - 5)$$

Donde, A (alfa) es el grado de circuicidad. L el número de enlaces. V número de nodos

- * Densidad del tejido en la red. Se evalúa como el porcentaje de área que ocupan los nodos y enlaces que forma la red con relación al área total de la matriz que los soporta.
- * Potencialidad de la cobertura vegetal: Se cuantifica el porcentaje de coberturas vegetales (zonas arboladas y zonas con herbáceas) presentes en cada nodo y enlace que forma la red.
- * Accesibilidad física: es una medida simple del número de conexiones físicas (que se describen como t-links) de los enlaces y nodos
- * Composición interna: En cada nodo y enlace se evalúa el porcentaje de cobertura total, el número de estratos, la diversidad estructural, el porcentaje de cobertura nativa por estrato y los tipos de comunidades existentes atendiendo la propuesta de Adams (1994) citado por Velez (2004);

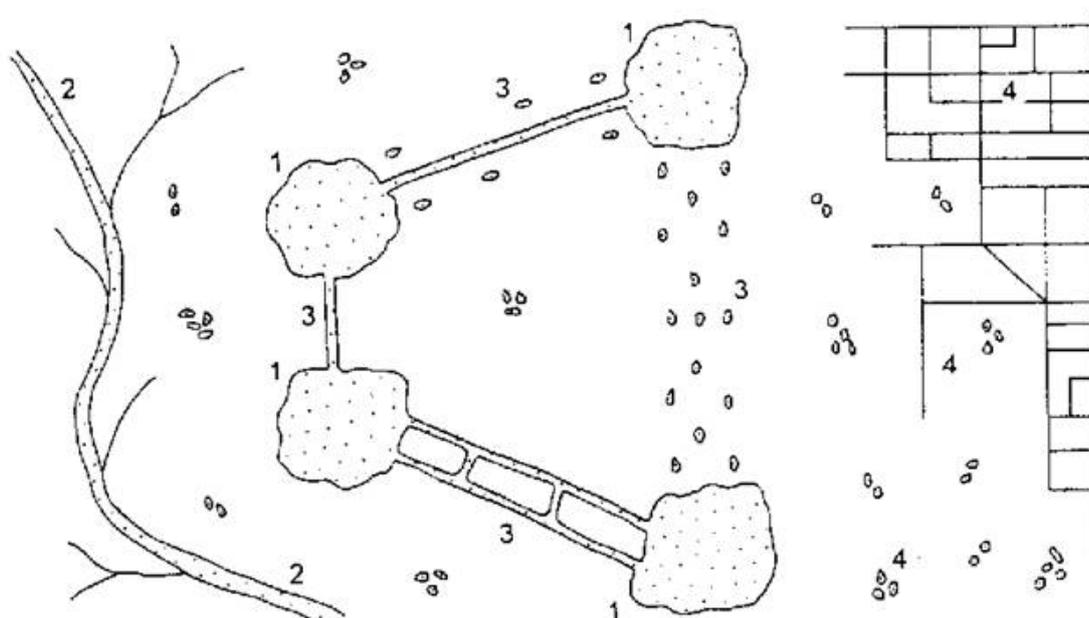
- * La evaluación: la composición interna permite conocer la existencia de un complejo particular de vegetación que puede servir como hábitat para varias especies de fauna.

La identificación y caracterización de los espacios verdes bajo la metodología enunciada, se realizó en la ciudad de Medellín (Colombia) que se encuentra sobre la Cordillera Central a una altitud de 1400 metros snm, Medellín hace parte del área Metropolitana del Valle de Aburrá, cuenta con una extensión de 380.64 Km² ; de estos 105.02 Km² corresponden al suelo urbano.

El casco urbano del municipio de Medellín está constituido por seis zonas, las cuales conforman 16 comunas con un total de 271 Barrios. Las comunas donde se localizaron los espacios verdes y se evaluó su potencialidad para convertirse en redes se ubican en la figura 3.

Figura 2. Elementos constitutivos de una red ecológica urbana.

- 1 Fragmentos nodos.
- 2 corredores hídricos,
- 3 corredores continuos o piedras de paso.
- 4 la matriz urbana que contiene la estructura de fragmentos y corredores.



Fuente: Forman (1995)

5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se identificaron 1594 fragmentos que presentan áreas entre 0.04017 ha y 54.6 ha, con un área promedio de 0.24242 ha. Y 831 corredores que poseen valores en área entre 0.0403 ha y 44.6 ha, con un área promedio de 0.6389 ha. Los corredores por área son los elementos de mayor predominancia y por ende los más significativos en la zona de estudio. Fig. 3.

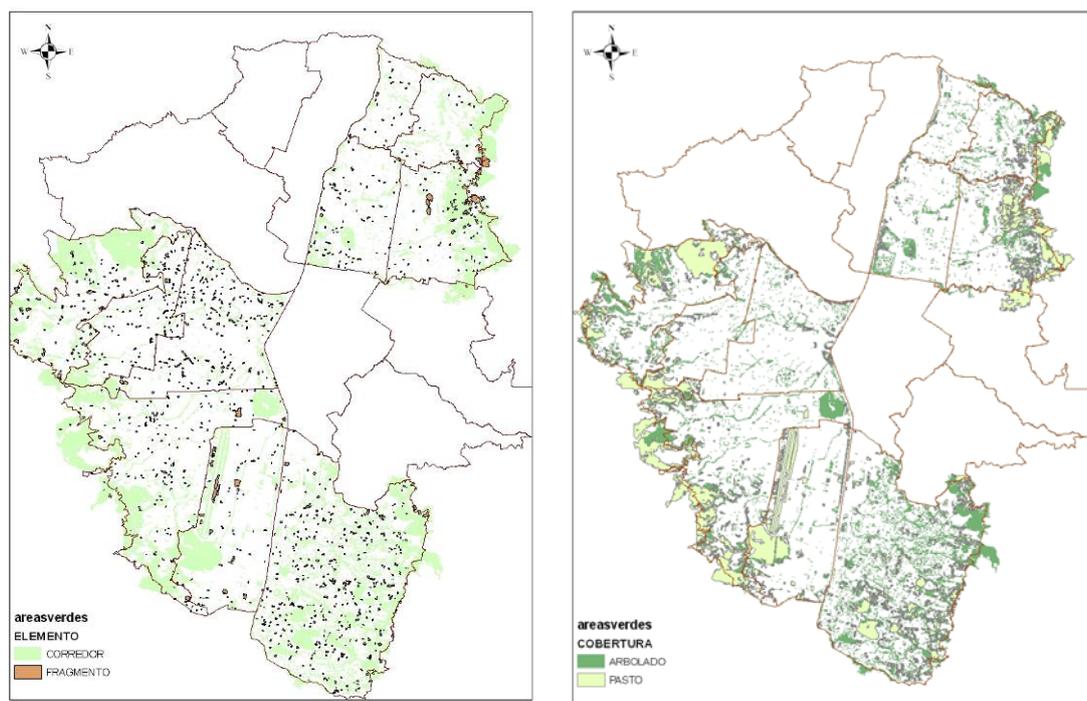
Las coberturas prevaecientes son los pastos manejados lo que indica el grado bajo de habitabilidad de estos elementos para muchas especies de avifauna. Las coberturas arbóreas se encuentran localizadas en mayor medida en el perímetro urbano rural de la ciudad, factor condicionante junto con presentar las áreas de mayor tamaño para generar estructuras funcionales. Fig. 4.

Luego de evaluar y analizar los atributos que se esperan de una red ecológica (Figuras 5 y 6), se identificaron y caracterizaron configuraciones solo para 3 redes ecológicas locales en costados periurbanos (Figura 4).

Figura 3. Comunas objeto de evaluación.



Figura 4. Corredores y fragmentos mayores de 400 m² identificados en el área de estudio y Coberturas vegetales en el área del estudio



Fuente : Elaboración Propia

Como se observa en las figuras 5 y 6, las estructuras identificadas poseen valores mínimos de los atributos que permitan a nivel espacial las funciones ambientales y ecológicas que de ellas se esperan. Sus índices de conectividad son bajos, presentan pocos circuitos, y predominan en mayor medida la cobertura vegetal arbórea con pastos manejados, es problemática su composición interna ya que prevalecen especies exóticas en densidades mayores que especies nativas (ver Figura 9). Presentan un déficit de cobertura vegetal arbórea en diversos estratos, lo que limita las posibilidades para la comunidad y la supervivencia de especies de flora y fauna.

Figura 5. Porcentaje de coberturas vegetales en cada estructura y análisis del contexto

	herbáceas%	zonas arboladas %	Índice de aislamiento	accesibilidad física (T -links)
Estruct 1	13	87	197	6
Estruct 2	2	98	157	5

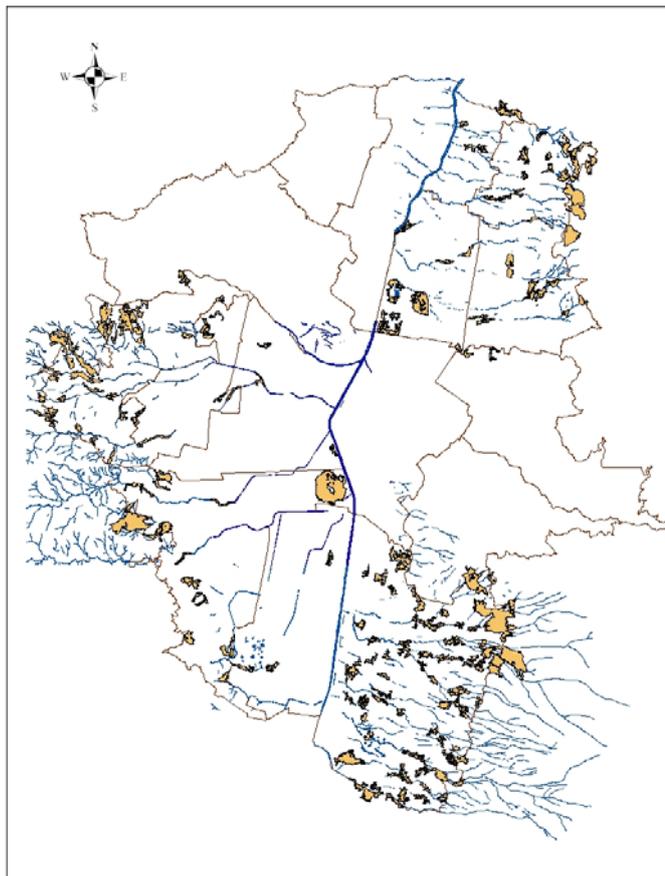
Fuente: Elaboración Propia

Figura 6. Elementos y atributos evaluados de las estructuras identificadas.

	nodos	enlaces actuales	conectividad	circuí - cidad	enlaces óptimos
Estruc1	12	18	0,6	0,4	30
Estruc 2	6	9	0,75	0,57	12

Fuente: Elaboración Propia

Presentan igualmente alta densidad de especies introducidas como el eucalipto, urapan, laurel y cipres. y bajo número de especies nativas. Su baja conectividad dificulta el aprovechamiento integral del espacio público por parte de la comunidad y la migración de especies de flora y fauna (ver figura 8) en busca de alimento y refugio.

Figura 7. Zonas potenciales para conformar redes

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Avifauna que puede estar presente en nodos y enlaces



Fuente: Internet

Figura 9. Especies arbóreas dominantes en la composición vegetal de la red

Nombre común	Nombre científico	Nombre común	Nombre científico
Citricos	<i>Citrus sp</i>	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Palma areca	<i>Dypsis lutescens</i>	Mango	<i>Mangifera indica</i>
Búcaro	<i>Erythrina fusca</i>	Platano	<i>Musa paradisiaca</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Aguacate	<i>Persea americana</i>
Falso laurel	<i>Ficus benjamina</i>	Chiminango	<i>Pithecelobium dulce</i>
Urapan	<i>Fraxinus chinensis</i>	Guayabo	<i>Psidium guajava</i>
Guamo Santaferense	<i>Inga codonantha</i>	Falso pimiento	<i>Schinus terebinthifolius</i>
Pomos	<i>Syzygium jambos</i>		

Fuente: Elaboración Propia

Los espacios verdes urbanos de las comunas analizadas se encuentran con niveles bajos en su cantidad, calidad y conectividad, lo que limitan el cumplimiento de sus funciones ecológicas, ambientales y sociales. Por lo cual se recomienda:

- * Facilitar la conexión y la conectividad de las poblaciones de flora y fauna que se encuentran en los remanentes de vegetación natural dentro del área de intervención.
- * Una propuesta para mejorar las características de la estructura, composición y funcionalidad de los nodos y enlaces seleccionadas que hacen parte de la red ecológica o las áreas identificadas como potenciales para configurar redes. Estas recomendaciones están encaminadas a aumentar la naturalidad de las áreas, tanto en su composición como en la estructura, principalmente en las áreas de retiros de quebrada y en los corredores viales (esta intervención parte de propiciar el proceso de sucesión ecológica, la siembra de especies nativas, y el reemplazo paulatino de las especies exóticas no aptas para la silvicultura urbana).
- * Los nodos y enlaces que conforman las estructuras actuales necesitan ser protegidos de intervenciones antropicas, cambios de uso del suelo o actividades de carácter fuerte o activo, se deben conservar sus áreas actuales y promocionar el aumento de su área y cobertura preferiblemente arbórea.
- * Aumentar la diversidad vegetal y porcentaje de especies nativas de varios hábitos de crecimiento en nodos y enlaces.
- * Asegurar la presencia de vegetación arbórea en diferentes estados de sucesión a lo ancho y largo de los corredores riparios. Ya que los ríos y riberas presentes son las opciones más importantes para mejorar la conectividad del paisaje urbano con el paisaje rural, por lo cual se hace indispensable replantear el diseño y manejo tanto de sus cauces como de sus zonas de retiros y vegetación establecida, con un mayor porcentaje y calidad de vegetación nativa, promoviendo la recuperación de sus riberas, con usos sociales de tipo pasivo y contemplativo, suelos dedicados exclusivamente a la conservación incluyendo investigación y educación ambiental.
- * Diseños ecopaisajísticos de intervención en zonas verdes tanto públicas como privadas donde prevalezca el verde naturalizado sobre lo construido.

6. PRODUCTOS....

Los espacios con cobertura vegetal constituyen un punto clave del ordenamiento urbano de cualquier ciudad y se manifiesta como uno de los más importantes elementos del sistema de espacios públicos abiertos, contribuyendo a forjar la imagen, identidad y calidad ambiental de la ciudad. La implementación de esta metodología constituye una de las herramientas más importantes en promover la conectividad y funcionalidad del componente vegetal urbano por medio del diseño y establecimiento de redes ecológicas urbanas. La identificación, caracterización y funcionamiento de estas redes, hace posible la presencia de diferentes comunidades con valores elevados de riqueza y funciones de hábitat para especies de flora y fauna silvestres que ameritan no solo protección, sino ordenamiento y reconocimiento como integrantes fundamentales del paisaje urbano con el uso de esta metodología se género:

- Identificación y análisis de las zonas verdes urbanas con lista de especies más comunes. Mapa de zonas verdes urbanas en escala 1:5000.
- Clasificación de las zonas como fragmentos y corredores. por medio de su caracterización cualitativa (área, perímetro, índice de forma, índice de aislamiento, tipo de cobertura, propiedad y funcionalidad) de las zonas verdes.
- Selección de nodos y enlaces como elementos estructurantes de la Red ecológica.
- Elaboración de una propuesta de configuración espacial de la Red Ecológica. Propuesta general para mejorar las características de la estructura, composición y funcionalidad de las zonas verdes que constituyen la red ecológica.
- Los objetivos de esta investigación están acorde con el Programa de Protección de Ecosistemas Estratégicos y áreas verdes del Plan de Desarrollo de Medellín, que propende por la conservación y sostenibilidad de ecosistemas que brindan bienes y servicios ambientales
- De igual manera, el proyecto contribuye a cumplir con varias de las funciones de la Secretaría del Medio Ambiente, del Area Metropolitana del Valle de Aburrá , como son las del manejo adecuado de los recursos naturales para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, y para el uso adecuado del suelo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BETTINI, Virginio. *Elementos de Ecología Urbana*. Serie Medio Ambiente Edición de Manuel Peinado Lorca. Ed. Trotta, 1998.

PER, Bolund y SVEN, Hunhammar. *Ecosystem services in urban áreas*. Ecological economics vol 29. 1999. Internet: elsevier.com/locate/landurbplan (consultado diciembre 2005).

COOK, Edward. *Landscape structure indices for assesing urban ecological networks*. Landscape and Urban Planning, No 58. 2002. Internet: elsevier.com/locate/landurbplan (consultado en abril 2006)

DI BERNARDO. *Espacios verdes - espacios urbanos*. Centro de estudios del ambiente humano, Facultad de arquitectura, planeamiento y diseño, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2003. Internet: etsav.upc.es/personals/monclus/cursos/1501.htm (consultado en abril 2009)

DRAMSTAD, WENCHE E, OLSON, James y T. T. FORMAN, Richard. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. 1ra ed. Whashington D.C. Harvard University. American society of landscape architects, 1996.

T. T. FORMAN, Richard. *Urban Regions. Ecology and Planning Beyond de City*. New York, Cambridge University, 2008.

T. T. FORMAN, Richard. *Land mosaics, The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press. Cambridge, 1995.

PELLICER, Francisco. *El medio ambiente urbano: interfase naturaleza y cultura*. 2003. Internet: fortunecity.es/imaginapoder/humanidades/587/geografia2.htm (consultado en 2003 y 2005)

GLADYS Vélez. *La incorporación de los espacios verdes libres en la Planeación urbana. El caso de la zona de el poblado en Medellín*, tesis (Maestría en Planeación Urbano-Regional), Universidad Nacional de Colombia (Sede Medellín), Facultad de Arquitectura, 2004.

STEINTZ Toward, Carl. *A sustainable landscape with high visual preference and high ecological integrity; The loop road in Acadia National Park, U.S.A*, 2000.

DWYER, John f. *The significance of trees and them management in built environments*. Usda Forest Service, North Central Forest Experimen Station. Chicago, 2003.