

ESQUEMA DE CONECTIVIDADES ECOSISTÉMICAS



Fotografía por Adolfo Correa Silva

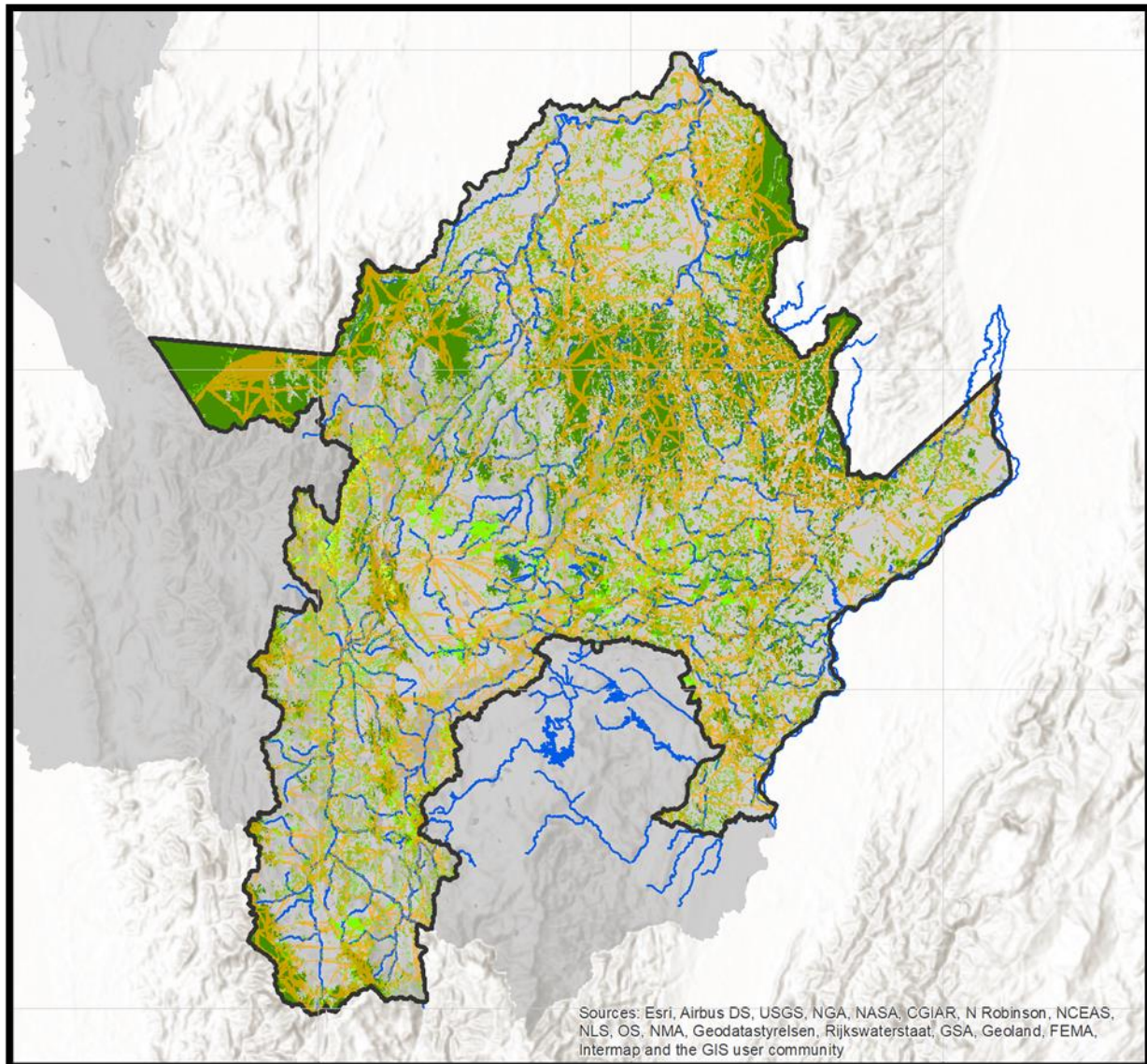
**SUBDIRECCIÓN DE ECOSITEMAS
CORANTIOQUIA
2023**



Esquema de Conectividades
Ecosistémicas

PRESENTACIÓN

El presente documento hace parte de un esfuerzo interinstitucional de las Autoridades Ambientales del Departamento de Antioquia, en la búsqueda de generar una conexión ecosistémica que permita identificar los corredores donde se encuentran los movimientos de flujo de la Biodiversidad existente, y con esto, desde la cartografía tener un insumo espacial para direccionar acciones de conectividad ecosistémica en el territorio, con los diferentes actores que lo habitan.



Directora General

ANA LIGIA MORA MARTÍNEZ

Subdirectora de Ecosistemas (E)

KAREN JOHANNA PAZ NIÑO

Equipo de Trabajo de Áreas Protegidas y Otras Estrategias de Conservación

ADOLFO LEÓN CORREA SILVA

GUSTAVO ADOLFO TORO TORO

CARLOS ENRIQUE ORREGO PALACIO

LAURA ISABEL RÍO MARÍN

CINDY ALEJANDRA PABÓN ORTEGA

LUIS GUILLERMO MARÍN MORENO

Autores:

Adolfo León Correa Silva

Luis Guillermo Marín Moreno

Cindy Alejandra Pabón Ortega

Ricardo Jose Pérez Montalvo

Juan Álvaro Vidal Arango

2023



TABLA DE CONTENIDO

ESQUEMA DE CONECTIVIDADES ECOSISTÉMICAS.....	1
INTRODUCCIÓN	10
1. PRINCIPIOS DE LA CONECTIVIDAD ECOSISTÉMICA	12
2. DEFINICIONES.....	14
3. BASE NORMATIVA.....	16
4. JUSTIFICACIÓN	18
5. BASES PARA LA CONECTIVIDAD ECOSISTÉMICA	25
5.3. Ecosistemas funcionales	41
6. MODELO DE CONECTIVIDADES ECOSISTÉMICAS EN LA JURISDICCIÓN DE CORANTIOQUIA.....	50
6.1. Validación y uso del modelo de conectividad ecosistémica.....	58
6.2. Aplicación de Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP en el esquema de conectividades ecosistémicas.	60
REFERENCIAS.....	81
ANEXOS.....	83

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades dentro del Plan de Acción 2020-2023 relacionadas con el esquema de conectividades ecosistémicas	35
Tabla 2. Datos de conectividad ecosistémica en los municipios de la jurisdicción de CORANTIOQUIA.....	51
Tabla 3. Veredas con menor nivel de conectividad ecosistémica	56
Tabla 4. Veredas con las mayores extensiones comprometidas en la desconexión ecosistémica	57
Tabla 5. Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP para diversas coberturas del suelo	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Corredores de fauna en el Departamento de Antioquia en jurisdicción de CORANTIOQUIA.....	19
Figura 2 Fragmentación histórica de los bosques naturales (sector cercano al casco urbano de Segovia).....	21
Figura 3 Figura de ejemplo de corredor biológico con acciones de conexión	23
Figura 4 Reclasificación de ecosistemas IDEAM 2017 para la jurisdicción de CORANTIOQUIA.	25
Figura 5 Mapa de coberturas naturales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, reclasificadas desde el mapa del IDEAM 2017, Fuente: PGAR 2020-2031	26
Figura 6 Predios urbanos Fuente: PGAR 2020-2031.....	27
Figura 7 Suma de los Hábitat potencial del Jaguar, Oso de Anteojos, Puma y Manatí en la jurisdicción Fuente: PGAR 2020-2031.....	28
Figura 8 Suma ponderada de ecosistemas naturales corporativos con hábitats potenciales, Fuente: Elaboración propia.....	29
Figura 9 Mapa amenazas antrópicas. Figura 10 Área de influencia autopistas de la prosperidad Fuente: PGAR 2020-2031 30	
Figura 11 Suma ponderada de ecosistemas naturales Corporativos con áreas estratégicas, Fuente: PGAR 2020-2031	31
Figura 12. Mapa análisis espacial ecosistemas naturales con mayor nivel de importancia ambiental. Fuente: PGAR 2020-2031.....	32
Figura 13 Mapa redes de conectividades ecosistémicas propuesto para Antioquia (contrato 4600012276 de 2022)	39
Figura 14 Hábitats potenciales de varias especies emblemáticas de fauna silvestre en el departamento de Antioquia	40
Figura 15 Los factores necesarios para el funcionamiento equilibrado de los ecosistemas incluyen la presencia de seres vivos (seres microscópicos y macroscópicos) y el componente abiótico (agua, suelo, minerales, aire), relaciones interespecíficas e intraespecíficas, relaciones con el entorno, flujos de materia y energía, sucesión ecológica y equilibrio del ecosistema	42
Figura 16 Puntos de no retorno, condiciones inestables y equilibrio natural y su relación con las intervenciones humanas.....	42
Figura 17 Esquema metodológico (Pérez y Correa 2021) para el establecimiento inicial de los hábitats óptimos como puntos de partida y de llegada de las especies.....	44
Figura 18 Aplicación de un análisis de circuitos para un modelo Raster, Fuente: McRae et al., 2008.....	45
Figura 19 Diversos contextos en el uso del suelo de las redes conectoras.....	45
Figura 20 Modelo para la conectividad funcional ecosistémica a partir de un uso multiespecie en el territorio	46
Figura 21 Modelo del esquema de conectividad ecosistémica traslapado con las coberturas naturales del Plan de Ordenamiento Forestal – POF en construcción.....	47
Figura 22 Diferentes escenarios para la movilidad de la biodiversidad en el paisaje.	48
Figura 23 Panorama de la red de conexiones ecosistémicas y los puntos nodales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.	50
Figura 24 Desconexión ecosistémica en las rutas conectoras a lo largo de las diferentes coberturas vegetales.	55
Figura 25 Remoción de coberturas boscosas y transformación a sistemas simplificados en el	

norte de Anorí, Nechí y Yondó.	56
Figura 26 Puntos de conflictos con fauna silvestre (ataque de felinos sobre el ganado) y su relación con las rutas de conectividad ecosistémica.	60
Figura 27 Red del esquema de conectividades y las coberturas del suelo entre del territorio. .	61
Figura 28 Ganado resguardado en el sombrío de los árboles.	62
Figura 29 Orientación de las HMP dentro de los parches de las rutas conectoras: a. Bosques de protección (fortalecimiento de los existentes); b. Minicorredores (enlazamiento de fragmentos de bosque) c y d. tratamientos silvopastoriles en fincas productivas que traslapan sobre las rutas conectoras.	64
Figura 30 Registro de relación de fauna y flora	65
Figura 31 Ejemplo de corredores biológicos a implementar.	66
Figura 32 Algunos ejemplos de cercas vivas	66
Figura 33 Ejemplos de cercos protectores.	67
Figura 34 Semillas para enriquecimiento del bosque.	67
Figura 35 Ejemplo de sistemas silvopastoriles	68
Figura 36 Corredores de fauna reconocidos por las Ordenanzas Departamentales No.013 y 023 de 2017.	70
Figura 37 Afectación de coberturas boscosas en la ruta del corredor del Jaguar.	71
Figura 38 Redes de conexión ecológica para consolidar el corredor del jaguar.	72
Figura 39 Traslape entre rutas de conectividad y coberturas boscosas, muestra del corredor del jaguar.	73
Figura 40 Selección de las rutas de conectividad ecosistémica entre áreas protegidas RUNAP, caso específico de los DMI Alto Ventanas con DMI y del Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño con el Distrito de Conservación de Suelos de Peque.	74
Figura 41 Modelo de áreas de distribución multiespecie en el departamento de Antioquia.	75
Figura 42 Esquema de conectividades para el departamento de Antioquia	76
Figura 43 Agrupación de los Determinantes Ambientales, Fuente: MADS, 2020.	78

INTRODUCCIÓN

La transformación antrópica de los territorios ocasiona una desconexión ecosistémica cada vez más creciente e impactante. La remoción de coberturas boscosas para el desarrollo de proyectos de infraestructura física, mineros, agropecuarios y forestales, dejan como resultado la simplificación y homogenización de las áreas naturales, con el deterioro progresivo de la condición genética de las especies biológicas, debido a su aislamiento geográfico, y consecuentemente la pérdida de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos derivados.

Dependiendo del grado en que un paisaje este desconectado, se determina la capacidad y cantidad de dispersión que hay entre parches o coberturas boscosas aisladas, influyendo en el movimiento funcional de las especies, reduciendo las posibilidades de tener ecosistemas viables, que, a su vez, sujetan la poca adaptación local de los organismos para se muevan al enfrentar el cambio climático. Con la fragmentación actual de los ecosistemas naturales, el Estado debe intervenir los modelos de desarrollo dispersos, y establecer estrategias de manejo ambiental que permitan establecer una conexión concreta de ecosistemas naturales.

La Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA, dentro de las metas de su Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR 2020-2031, y de su Plan de Acción 2020-2023, plantea el fortalecimiento de un esquema de conectividad ecosistémica regional, consecuente con las políticas nacionales del Plan de Desarrollo (Ley 1955 de 2019) y Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (PND 2022-2026) Colombia, potencia mundial de la vida en discusión en el congreso de la Republica de Colombia, y el pacto por la sostenibilidad para la reducción de la deforestación que busca afianzar el compromiso de las actividades productivas con la sostenibilidad, la reducción de impactos ambientales y la mitigación del cambio climático bajo un ambiente de inclusión social. En atención al relacionamiento de planificación ecosistémica y social, y del capítulo étnico del Plan de Gestión Ambiental Regional – PGAR 2020-2031, se contempla que el esquema evolucione en su monitoreo y seguimiento en encuentros comunitarios de socialización y concertación del esquema de conectividades ecosistémicas para trascender a enfoque diferencial, además de ejercicios de construcción de la base técnica resultado de la propuesta de la Subdirección de Ecosistemas de CORANTIOQUIA como dependencia líder del proceso, en coordinación con las Subdirecciones Sostenibilidad y Gestión Territorial, Participación y Cultura Ambiental, y Gestión Ambiental, para construir el presente esquema desde lo institucional.

La propuesta de este esquema, es que la conectividad ecosistémica debe orientarse como una estrategia integradora del territorio a largo plazo y de manera regional, con el ánimo de configurar territorios con mayor funcionalidad ecológica, para lo cual, CORANTIOQUIA puede llevar a cabo el desarrollo de dicha estrategia por su competencia regional, mediante la propuesta de esquema de conectividad ecológica dentro del territorio Corporativo, sumado al diálogo con Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá “CORPOURABÁ”, Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare “CORNARE” y el Área Metropolitana del Vall de Aburra “AMVA”, con lo que se espera aportar no solo a las metas institucionales, sino también a la recuperación ecológica buscada por el Gobierno Nacional.

Uno de los principales retos del esquema de conectividades ecosistémicas planteado por CORANTIOQUIA, es su vinculación dentro de los planes y esquemas de ordenamiento territorial

de los municipios, se dejando como salvedad, que, este determinante ambiental se articula de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto 1077 de 2015 en Capítulo 2 Ordenamiento territorial del suelo rural Sección 1. ordenamiento del suelo rural, en sus articulados Artículo 2.2.2.1.1, Artículo 2.2.2.1.2 y Artículo 2.2.2.1.3 y en donde exista traslape con los suelos de protección relacionados en los articulados en mención, estos siguen conservando su régimen definidos en la norma, por ser parte de la estructura ecológica principal y en las áreas donde no se dan coincidencia con suelos de conservación se recomienda la reconversión de usos del suelo en áreas rígidas de protección; no obstante, se establece que las franjas conectoras deberán ser reconocidas por todos los actores, tenidas en cuenta como áreas facilitadoras de la función ecológica de intercambio de los ecosistemas naturales, adaptando a los usos del suelo preexistentes, con la implementación de herramientas de manejo del paisaje compatibles con la productividad del suelo, que permitan la movilización y refugio de las diferentes especies silvestres que surcan los territorios. Por lo tanto, el esquema determinante podrán continuar siendo suelos de uso múltiple, de expansión urbana, de desarrollo industrial, de interés agropecuario, forestal, minero o de cualquier otro uso, pero deberá diferenciarse de los usos del suelo similares, teniendo consideración especial en sus límites y acoger las herramientas de manejo del paisaje, de acuerdo al tipo de uso del suelo, que en este caso, se proponen desde el documento técnico del Esquema de Conectividades Ecosistémicas varias estrategias a incorporar.

El presente documento contiene los sustentos normativos, como de la justificación y análisis de las realidades que llevaron a su construcción, la metodología implementada, propuesta de armonización con el ordenamiento del territorio y las orientaciones de uso de herramientas de manejo del paisaje para poner en marcha las conexiones y el monitoreo y seguimiento de mejora que busca que el esquema de conectividad ecosistémica tenga el enfoque diferencial.

1. PRINCIPIOS DE LA CONECTIVIDAD ECOSISTÉMICA

Como base de la propuesta de esquema de conectividad Ecosistémica que propone Corantioquia se rige bajo los siguientes principios.

- ✓ El territorio nacional debe concebirse de manera integral, como un todo, sin fraccionamientos ecosistémicos, que pongan en riesgo el equilibrio de sus recursos naturales. Debe, además, permitir el flujo de masa y energía, no solo al interior de su relieve diverso, sino garantizar este dinamismo de manera transfronteriza, sobre todo en especies de alta migración por el continente.
- ✓ Los ecosistemas naturales no pueden ser interpretados como entidades aisladas. Por el contrario, serán asimilados de manera interconectada, con interacciones e influencias mutuas. Con la conexión ecológica se propicia su mayor funcionalidad ecológica.
- ✓ La conectividad ecosistémica aporta dinamismo y complejidad a los ecosistemas naturales, es esencial para la salud y la resiliencia de las áreas estratégicas asociadas a los servicios ambientales. La conectividad permite el flujo de nutrientes, energía, agua, y especies a través de los ecosistemas.
- ✓ La conectividad entre los ecosistemas naturales puede mejorar la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios como la regulación del clima, el mantenimiento de la calidad del aire y del agua, la polinización y el control de plagas
- ✓ Las rutas de conexión ecosistémica deberán consolidarse en consonancia con los procesos de desarrollo socioeconómico y cultural, demostrando la civilidad humana y el respeto por las demás formas vivas. En esas rutas de conectividad deberá propiciarse el flujo de materia, energía y especies de manera efectiva.
- ✓ La consolidación de las áreas naturales debe apoyarse en la base de la biodiversidad, tanto de genes como de especies, dado que la diversidad permite una mayor resiliencia y adaptabilidad a los cambios ambientales. Esta biodiversidad se debe alimentar bajo mecanismos de intercambio, propiciados por la conectividad.
- ✓ La conectividad ecosistémica debe ser incorporada en formatos concretos de rutas y dimensiones de las mismas en el ordenamiento territorial y en la toma de decisiones, en relación con la gestión y conservación de las áreas estratégicas naturales. Toda decisión que altere la conexión ecosistémica deberá ser cuidadosamente evaluada y considerada, presentando alternativas que suplan los impactos que producen las decisiones de desarrollo socioeconómico y cultura.
- ✓ La participación y colaboración armónica de todas las partes, en un ambiente de voluntad y diálogo, incluidos los propietarios, ocupantes y tenedores de tierras, las administraciones municipales, las comunidades locales campesinas y de gobierno propio, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, la empresa privada que cumple obligaciones ambientales o desea invertir en la protección ambiental pueden

ayudar a garantizar la aceptación y la implementación efectiva de las acciones y regulaciones de conectividad ecológica

- ✓ Los programas de monitoreo y evaluación de la efectividad de las acciones, en el marco de los esquemas de conectividad ecosistémica, así como las regulaciones que se planteen necesarias, permitirán hacer ajustes según sea necesario. Esto puede incluir la evaluación de los corredores biológicos y los hábitats clave, así como el monitoreo de las poblaciones de especies silvestre emblemáticas para el país.
- ✓ La conectividad entre los ecosistemas naturales ofrece una oportunidad para la comprensión científica de la interacción ecológica y los mecanismos efectivos de conservación y manejo de las áreas estratégicas naturales.

2. DEFINICIONES

Ordenamiento Ambiental del Territorio: La Ley 99 de 1993, en su artículo 7º que se entiende por ordenamiento ambiental del territorio para los efectos previstos en la presente Ley, la función atribuida al Estado de regular y orientar el proceso de diseño y planificación de uso del territorio y de los recursos naturales renovables de la Nación, a fin de garantizar su adecuada explotación y su desarrollo sostenible.

El ordenamiento del territorio municipal y distrital: La Ley 388 de 1997 en su artículo 5 como un conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios o distritos y áreas metropolitanas, en ejercicio de la función pública que les compete, dentro de los límites fijados por la Constitución y las leyes, en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales.

Determinantes ambientales. En el Decreto 1076 de 2015 en su artículo 2.2.2.1.2.10. nos dice que debe entenderse como la reserva, alinderación declaración, administración y sustracción de las áreas protegidas bajo las categorías de manejo integrantes del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, son determinantes ambientales y por lo tanto normas de superior jerarquía que no pueden ser desconocidas, contrariadas o modificadas en la elaboración, revisión y ajuste y/o modificación de los Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios y distritos, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Estructura Ecológica Principal. Conjunto de elementos bióticos y abióticos que dan sustento a los procesos ecológicos esenciales del territorio, cuya finalidad principal es la preservación, conservación, restauración, uso y manejo sostenible de los recursos naturales renovables, los cuáles brindan la capacidad de soporte para el desarrollo socioeconómico de las poblaciones. Decreto 1076 de 2015.

Conectividad Ecológica. práctica que restituye, mejora y permite la continuidad de los servicios ecosistémicos en la regulación de los ciclos hidrológicos, polinización, fijación de carbono, además de remover el material particulado del ambiente entre otros. Todo esto se logra al tener un espacio interconectado con alta calidad ecosistémica, la cual es vital para el desarrollo de los ecosistemas naturales, porque permite que exista una sinergia entre el ambiente y su entorno natural (Colorado et al., 2017).

Conectividad Ecosistémica. Taylor et al., (1993), es partir de las características del paisaje que facilitan en mayor o menor medida el movimiento y dispersión de las especies, el intercambio genético y otros flujos ecológicos a través de las zonas de hábitat existentes en el paisaje.

Corredor ecológico: Un espacio geográfico claramente definido que es administrado y manejado en el largo plazo con el fin de mantener o restaurar la conectividad ecológica de forma efectiva. Los siguientes términos se utilizan de modo similar: “conexiones”, “pasos seguros”, “áreas de conectividad ecológica”, “zonas de conectividad ecológica” y “áreas de permeabilidad” (Hilty, J. et al., 2021, p4)

Corredor Biológico: se toman estas dos definiciones.

“Se denomina corredor biológico al el área que es utilizada para realizar una regeneración o recuperación mediante procesos biológicos de las zonas de amortiguamiento de las grandes extensiones de bosques existentes y que han sido degradados a causa de la deforestación irracional de las extensas coberturas boscosas que en siglos anteriores se encontraban en su plenitud máxima con un ecosistema sustentable y un hábitat compuesto de gran variedad de fauna y flora, pero que a causa de los efectos antropogénicos (causados por el hombre) han desaparecido casi en su totalidad.” (Rico, 2017).

“Territorio delimitado cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat, naturales o modificados, para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y los procesos ecológicos y evolutivos. Está integrado por áreas naturales bajo regímenes de administración especial, zonas núcleo, de amortiguamiento, o de usos múltiples; proporcionando espacios de concertación social para promover la inversión en la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, en esos territorios.” (Clark, 2016).

3. BASE NORMATIVA

El esquema de conectividad ecosistémica tiene como base normativa desde la Constitución Política de 1991 en especial a lo señalado en los Artículos 79 “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano... Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”, el 80 “El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental...” y 311 y 313 que definen al municipio como la entidad fundamental a la cual le corresponde entre otras, el desarrollo de su territorio y determina la facultad que tienen los concejos municipales de reglamentar los usos del suelo y por último el 58 la propiedad cumple una función social que conlleva obligaciones, pero además “le es inherente una función ecológica. Convirtiéndose en el soporte normativo.

Asimismo en que la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia (Corantioquia) es un ente corporativo de carácter público, creado por la Ley 99 de 1993, integrado por las entidades territoriales, encargada por la ley de administrar, dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, destacándose los procesos de planificación y ordenamiento territorial a fin de que el factor ambiental sea tenido en cuenta en las decisiones que se adopten, con el fin de fortalecer y garantizar la adecuada inclusión de la dimensión ambiental en la ordenación de sus territorios y lo dispuesto en el Decreto Único para el sector ambiental 1076 de 2015. Asimismo lo enmarcado en sus instrumentos de planificación de las acciones de mediano y largo plazo como son Plan de Gestión Ambiental Regional, PGAR 2020-2031, como base para la conectividad ecosistémica, se definen las áreas estratégicas para conservación partiendo de la suma de atributos ambientales como especies emblemáticas, puma, jaguar, oso de anteojos, manatí; áreas de importancia para la conservación de las aves, AICA; cuencas abastecedoras, entre otros y el Plan de Acción 2020-2023, en su Programa I. Nuestros Ecosistemas Naturales, busca garantizar la sostenibilidad y conectividad de los ecosistemas estratégicos que proveen bienes y servicios ecosistémicos, lo cual exige la planificación y ejecución articulada de estrategias para la gestión de la biodiversidad y los ecosistemas, en el marco de, entre otros, el Proyecto 2. Conectando Ecosistemas Naturales.

En la Ley 388 de 1997 y el Decreto 1077 de 2015 con respecto al ordenamiento territorial, con la armonización y actualización de nuevos determinantes ambientales, ordenamiento del suelo, estructura ecológica principal, Áreas de conservación y protección ambiental.

En cuanto, a las directrices para la gestión del cambio climático de la Ley 1931 de 2018, se encuentra la obligación de municipios y distritos de incorporar la gestión del cambio climático en los planes de desarrollo y planes de ordenamiento territorial, teniendo como referencia los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales, siendo el esquema una herramienta que consolide el territorio en una gestión integral a la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático.

La necesidad de plantear territorios conectados para conservar la vida silvestre, en el

Departamento de Antioquia desde el año 2017, se vienen realizando acciones como el reconocimiento del corredor del Oso Andino (Ordenanza Departamental 013) y la articulación interinstitucional para la identificación y consolidación de corredores biológicos (Ordenanza Departamental 023).

Al respecto la Corte Constitucional, Sentencia C-1172 de 2004, M.P. Clara Inés Vargas, ha indicado que la función ecológica de la propiedad, en la problemática planteada por la explotación y uso indiscriminado de los bienes y derechos particulares en contra de la preservación del medio ambiente sano, considerado como un derecho y un bien de la colectividad en cuya protección debe estar comprometida la sociedad entera (C.P., art. 79). Es decir, que con la introducción de la nueva función ecológica se ha incorporado una concepción del ambiente como límite a su ejercicio, propiciando de esta manera una suerte de “ecologización” de la propiedad privada, “porque así como es dable la utilización de la propiedad en beneficio propio, no es razón o fundamento para que el dueño cause perjuicios a la comunidad como por ejemplo con la tala indiscriminada de bosques, la contaminación ambiental, que van en detrimento de otros derechos de los asociados como lo son el de gozar de un medio ambiente sano, que en últimas, se traducen en la protección a su propia vida”.

Frente al principio de Gradación Normativa, señala la Corte Constitucional, Sentencia C-554 de 2007, M.P. Jaime Araujo Rentería:

“(…) con el fin de dar una protección integral y coherente al medio ambiente y a los recursos naturales renovables y armonizar los principios de Estado unitario y autonomía territorial, la Constitución Política establece en materia ambiental una competencia compartida entre los niveles central y territorial, de modo que le corresponde al legislador expedir la regulación básica nacional y les corresponde a las entidades territoriales, en ejercicio de su poder político y administrativo de autogobierno o autorregulación, así como también a las corporaciones autónomas regionales, dictar las normas y adoptar las decisiones para gestionar sus propios intereses, dentro de la circunscripción correspondiente. Con base en este reparto de competencias, es claro que las corporaciones autónomas regionales y las entidades territoriales al dictar normas y adoptar decisiones deben acatar las normas y las decisiones de superior jerarquía, en primer lugar las disposiciones contenidas en la Constitución Política y en la ley, por exigirlo así en forma general la estructura jerárquica del ordenamiento jurídico colombiano, como presupuesto de validez de las mismas, y exigirlo también en forma específica el componente jurídico del Sistema Nacional Ambiental. (...)”.

4. JUSTIFICACIÓN

En este aparte se desarrollará los elementos que justifican y sustentan el esquema de conectividad ecosistémica, entre lo que podemos encontrar los corredores biológicos, la fragmentación que se está presentando por actividades antrópicas, lo elementos conceptuales de la conectividad.

4.1. Corredores biológicos

El esquema de conectividades ecosistémicas diseñado por CORANTIOQUIA, se apoya a su vez en el propósito de las ordenanzas de la Asamblea Departamental de Antioquia No.013 de 2017 (*“Por medio de la cual se promueve la consolidación del corredor del oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) en el suroeste y occidente de Antioquia como estrategia para la conservación de esta especie de la fauna silvestre”*) y No.023 de 2017 (*“Por medio de la cual se genera un marco de acción y articulación interinstitucional para la identificación y consolidación de corredores biológicos en el departamento de Antioquia con el fin de conservar especies de la fauna silvestre”*), en la cual se solicita desarrollar un marco de articulación interinstitucional para la identificación y consolidación de corredores biológicos en el Departamento de Antioquia, priorizando los corredores biológicos del Manatí (*Trichechus manatus*), Oso Andino (*Tremarctos ornatus*), Jaguar (*Panthera onca*), Puma (*Puma concolor*) y Tití Gris (*Saguinus leucopus*). Resulta importante resaltar que, dichos corredores biológicos venían siendo considerados desde la ejecución del Plan de Acción 2016-2019 de CORANTIOQUIA.

Una de las dificultades para asimilar los corredores de fauna contemplados en las Ordenanzas de la Asamblea Departamental de Antioquia, está relacionada con el formato geográfico utilizado, toda que con la escala de 1:100.000, resulta muy difícil de apropiar por los actores regionales y locales, dada la inclusión de territorios municipales o veredales enteros, lo que resta sentido a la iniciativa. En la figura 1 se muestra la condición de estos corredores.

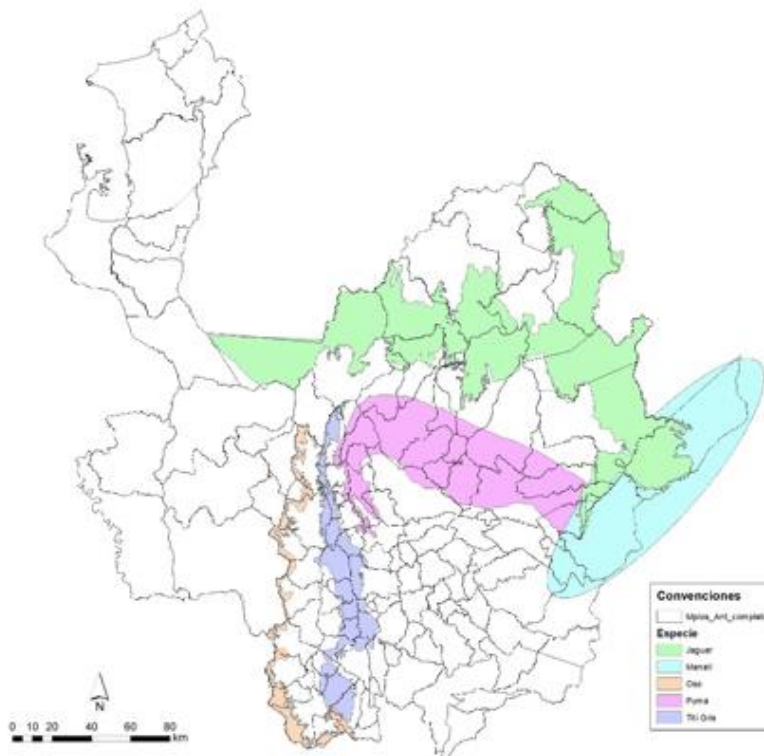


Figura 1 Corredores de fauna en el Departamento de Antioquia en jurisdicción de CORANTIOQUIA

Basados en la figura de los corredores de fauna, se realizó un análisis de conectividad funcional, entendido como aquellas características del paisaje que facilitan en mayor o menor medida el movimiento, la dispersión, el intercambio genético y los flujos ecológicos a través de este; si bien se apoya en las áreas de distribución de especies emblemáticas ya mencionadas, incluyendo también especies como la guagua (*Cuniculus Paca*) y el mono cuchuruco (*Lagothrix lagothicha*), se muestran las posibles rutas de unión entre puntos nodales, desde donde llegan o parten todas las especies que pueden dinamizar un ecosistema natural.

La red de conexiones ecosistémicas se precisa de puntos nodales y puntos de confluencia de las redes ecológicas donde se presenta la llegada y salida de la biodiversidad, los cuales, aún permiten servir de refugio o sitios de paso seguro a especies de amplia movilidad regional, y el reconocimiento de las coberturas boscosas existentes, como ocurre con el Puma o el Jaguar o también diversas especies de avifauna.

Se realizó un análisis de los posibles factores favorables o desfavorables que causan resistencia ambiental para el movimiento de las especies biológicas a nivel regional, evidenciándose que no se restringen a un límite geográfico concreto. Producto de este análisis, resulta el diseño de posibles redes ecológicas que mostrarían las rutas concretas de la conectividad funcional del paisaje, considerando el movimiento de las especies focales mediante la teoría de circuitos, ya que las resistencias efectivas, el flujo de corriente y los voltajes calculados en los paisajes pueden relacionarse con procesos ecológicos, tales como los movimientos individuales y el flujo de genes (McRae et al. 2008). Lo anterior, llevó a desarrollar un modelo para la conectividad funcional ecosistémica a partir de un uso multiespecie en el territorio jurisdicción de CORANTIOQUIA.

El esquema de conectividades ecosistémicas representa un conjunto de probabilidades de movilidad de la biodiversidad a través de distintas rutas, algunas con mayor opción que otras; rutas que conectarían áreas núcleo o de mayores extensiones de coberturas boscosas, que en muchas ocasiones presentan vacíos o desconexiones (sin cobertura boscosa, con construcciones urbanas, vías, zonas mineras) que las especies deben sortear para su movilidad. Las barreras físicas y el cambio de condiciones del contexto natural hacen que las especies en sus desplazamientos entre ecosistemas naturales estén vulnerables o cambien su comportamiento. Se presentan entonces atropellamientos, ataque de felinos al ganado, invasión de especies, áreas de extinción de especies, etc. Por lo tanto, la identificación de los sitios con vacíos de conexión debería orientar la toma de decisiones para el desarrollo de acciones concretas para conectar esos corredores, siendo el esquema de conectividades ecosistémicas el escenario para la implementación de las tareas corporativas subsiguientes a su formulación y ejecución de acciones de conservación para la conectividad rural y la realización de control y seguimiento a los corredores de conectividad establecidos.

Los municipios y los propietarios deben asimilar la integralidad de un ecosistema natural, el cual no está delimitado por un alambrado o por un límite administrativo, por lo tanto, deberán contribuir desde las distintas escalas como son las locales y regionales, a configurar las rutas de movilización y refugio para la biodiversidad.

El esquema de conectividades ecosistémicas deberá hacer parte de la estructura ecológica principal en el ordenamiento territorial de cada municipio como está definido en el Decreto 1077 de 2015 en su artículo 2.2.2.1.3, que en caso de traslape con determinantes ambientales del medio natural, sigue prevaleciendo lo definido por el ente territorial, en el marco de las Leyes 388 de 1997 y 1931 de 2018, y de los Decretos 3600 de 2007, 1640 de 2012, 1807 de 2014, 2245 de 2017 y 1232 de 2020, teniendo presente el equilibrio entre las determinantes ambientales que presentan diferentes niveles de restricción en los usos del suelo, con los modelos de producción y desarrollo local. En los suelos que no se traslapan con una determinante ambiental, el municipio deberá orientar sus esfuerzos a una conectividad ecológica ecosistémica con diferentes mecanismos de manejo del suelo, donde se diseñen paisajes vivos y dinámicos, haciendo posible el mantenimiento de la biodiversidad local y sus beneficios ecosistémicos derivados, esenciales para el desarrollo sostenible de cada municipio.

4.2. Razones para plantear una estrategia de conectividad entre los ecosistemas naturales

La fragmentación de los bosques naturales por intervenciones antrópicas ha sido la práctica más extendida y recurrente en el paisaje, con el consecuente aislamiento genético de las especies y la pérdida de la funcionalidad de los ecosistemas. Las prácticas extractivas del recurso natural, que de manera ininterrumpida se presenta desde hace varios siglos, han ocasionado cambios en la matriz dominante del paisaje, pasando de bosques continuos a áreas abiertas con parches de bosque desconectados (figura 2). El avance ininterrumpido en la fragmentación y simplificación de los ecosistemas hace perder su funcionalidad ecológica.

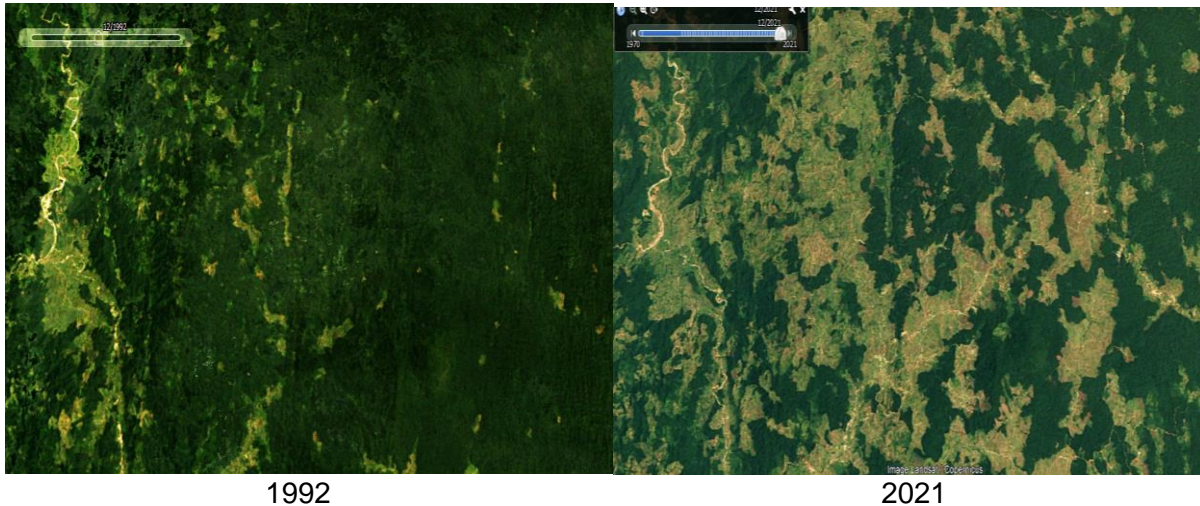


Figura 2 Fragmentación histórica de los bosques naturales (sector cercano al casco urbano de Segovia)

La conectividad ecosistémica se puede relacionar con la conexión entre los parches o fragmentos del paisaje, mientras más fragmentado aparece el paisaje, menor oportunidad de dinamizar los bosques naturales. La fragmentación de las coberturas naturales boscosas crea barreras artificiales a la biodiversidad, lo cual impide su movimiento natural para el intercambio de genes, materia y energía. Al limitarse la dispersión de especies entre los bosques, se disminuye la calidad de servicios ambientales como la regulación climática (control de vientos, temperatura, intensidad de lluvias), aporte de nutrientes, refugio de polinizadores, captura de gases Efecto Invernadero GEI (dióxido de carbono (CO₂)), fuentes de proteína, y/o refugios de vida silvestre. La fragmentación de bosques, por lo tanto, aísla y limita la función ecológica de los sistemas naturales, reduce la capacidad de autoregeneración y la recuperación ante las perturbaciones naturales y provocadas.

Los sistemas naturales tienen comunicación espacialmente en forma altitudinal, y así mismo, en forma horizontal entre las distintas formaciones vegetales del paisaje, siguiendo el contorno de los cauces hídricos desde los valles hasta las montañas, las líneas de bosques riparios, y entre fragmentos de bosque aledaños; las especies buscan diferentes ambientes en los cuales puedan alimentarse, refugiarse, reproducirse y anidar, con condiciones de humedad y temperatura óptimas a sus necesidades. Un ambiente aislado se encuentra sometido a los cambios climáticos durante el año, a la estacionalidad de la floración y fructificación, y a la escasez del recurso hídrico. Toda la variabilidad ambiental obliga a las especies a mantener comportamientos nómadas, buscando condiciones óptimas a sus necesidades biológicas.

La alteración de la conectividad natural producto de la fragmentación, ocasiona disfuncionalidad ecosistémica por el deterioro genético de sus especies y cambios en la productividad natural; la perturbación en la conectividad ecológica genera división de hábitats, ecosistemas o tipos de uso de suelo en parcelas cada vez más pequeñas (Hilty, J. et al, 2021).

El mayor reto de los municipios ante el desarrollo urbanístico y el avance de la frontera agrícola, es el cuidado de los ecosistemas naturales, basados en una línea base que determine los umbrales fundamentales, que eviten la degradación de ecosistemas y la pérdida de hábitats naturales locales mínimos, por lo cual, resulta necesario implementar mecanismos de

administración territorial donde se favorezcan las especies biológicas, facilitando su desplazamiento intra e inter sectores, sus patrones de migración y las opciones de colonización e interacciones entre especies.

En este sentido, la importancia que estudios de conectividad ecosistémicas desde lo cartográfico visualicen la realidad del territorio, y entreguen alertas de los riesgos de pérdida de la biodiversidad, con información que dé cuenta de qué tan bien o mal están conectados los relictos, parches o fragmentos del paisaje, es por esto, que los resultados del presente esquema de conectividades ecosistémicas son de fundamental importancia para la planificación y diseño del ordenamiento ambiental local desde la estructura ecológica principal, permitiendo tener insumos para la toma de decisiones adecuadas por parte de las administraciones locales para mantener la conexión ecosistémica, potenciando con ello los esfuerzos de conservación de especies y los servicios ecosistémicos, buscando que el desarrollo no genere desconectividad en el paisaje.

CORANTIOQUIA, en el marco de las funciones atribuidas por la Ley 99 de 1993 como la máxima Autoridad Ambiental y Administradora de los recursos naturales renovables en su jurisdicción, y como encargada de velar por la dimensión ambiental en las decisiones de planificación y ordenamiento territorial (Ley 99 de 1993, Artículo 31, numerales 2 y 5) (MADS, 216), debe asegurar que los modelos de ocupación de los instrumentos de ordenamiento territorial (PBOT, EOT y POT), que incorporen criterios de sostenibilidad ambiental y resiliencia territorial, lineamientos mantenidos en las actualizaciones de la guía sobre las orientaciones a las autoridades ambientales para la definición y actualización de las determinantes ambientales en el 2020 y 2022 por parte del MADS. por lo tanto, la administración integral de los recursos naturales debe considerar el flujo ecosistémico, antes que la sola consideración de protección de los bosques que aún sobreviven, es decir, la administración integral ambiental debe actuar bajo un enfoque global, valorando la función ecosistémica que puede ofrecer la conectividad entre los bosques remanentes.

La base para considerarse por parte de esta Autoridad Ambiental una regulación de la conectividad ecosistémica, se encuentra establecida en la constitución política, la cual en su artículo 80 señala: *“El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas”*. En atención a lo determinado en el mandato constitucional, esta Corporación desde un nivel supramunicipal, deberá velar por la prevención del deterioro de los recursos naturales y la integralidad de los ecosistemas naturales.

4.3. Qué es la conectividad ecosistémica o conectividad ecológica

La conectividad ecosistémica o conectividad ecológica es el tema central del presente documento, la mejor forma de comprenderla es considerando las rutas que caracterizan el movimiento de seres vivos entre diferentes lugares, con el fin de dispersarse, conectar sus poblaciones y, también mover materia, energía e información entre los diversos escenarios naturales (Herrea, 2016). otras maneras de entender la conectividad ecosistémica, es a través del papel en el intercambio genético que se presenta entre poblaciones, comunidades y

ecosistemas, así como de la materia no viva, de una ubicación a otra. Las especies biológicas, por lo tanto, no se quedan confinadas a un mismo sitio, por el contrario, se desplazan a buscar alimento y refugio ante cambios climáticos o presiones por predación, a buscar pareja reproductiva (garantizando variabilidad genética), y un mejor lugar de reproducción, anidación y cría. En este movimiento de las especies, circula la proteína y los servicios ecosistémicos naturales indispensables para la vida.

Las especies en sus interacciones mantienen la estructura ecológica de los bosques desde sus niveles de sotobosque a dosel, lo cual permite mantener los microclimas que, a su vez, configuran la habitabilidad de los sitios; la Conectividad Ecológica debe de ser protegida de forma preventiva, toda vez que garantiza un ambiente sano, que, entre otras cosas, es un derecho constitucional; en este sentido, se deben dar lineamientos para mantener esta conectividad, considerando que la mejor forma de entenderla es a través de los corredores biológicos.

- **Corredor biológico:** Un espacio geográfico claramente definido que es administrado y manejado en el largo plazo con el fin de mantener o restaurar la conectividad ecológica de forma efectiva. Los siguientes términos se utilizan de modo similar: “conexiones”, “pasos seguros”, “áreas de conectividad ecológica”, “zonas de conectividad ecológica” y “áreas de permeabilidad” (Hilty, J. et al., 2021, p4)

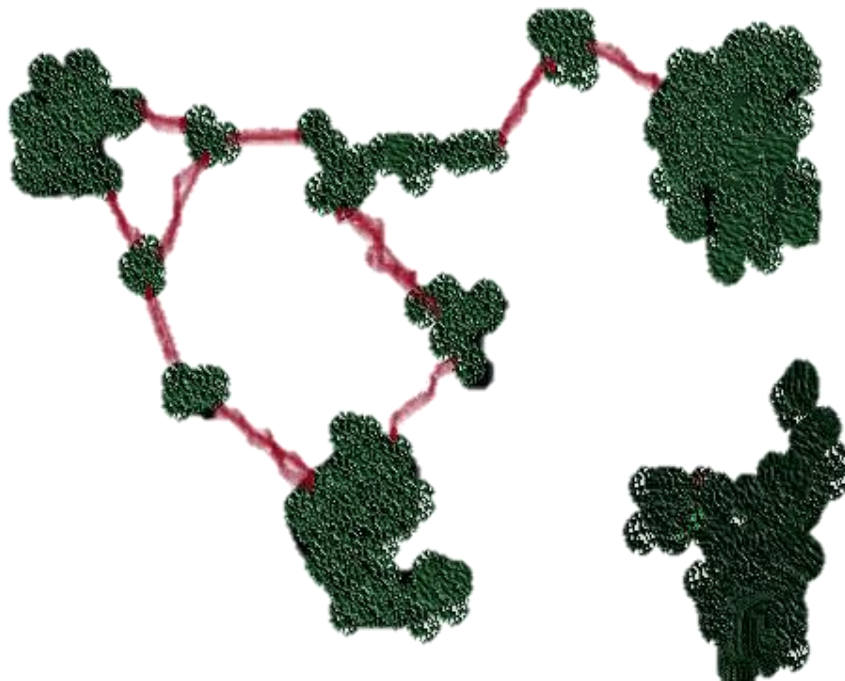


Figura 3 Figura de ejemplo de corredor biológico con acciones de conexión

Para dar un mejor soporte técnico a la conectividad ecosistémica, utilizaremos la concepción de Taylor et al., (1993), bajo dos formas de interpretación:

- La primera como *conectividad estructural*, dada por el grado de continuidad o adyacencia de los parches en el espacio, cuanto más separados o aislados estén los fragmentos de hábitat, menor conectividad espacial tendrá dicho hábitat en el paisaje.
- La segunda, es la *conectividad funcional*, la cual se interpreta mediante la pregunta de ¿cómo la configuración espacial y la calidad de los elementos en el paisaje afectan el desplazamiento de organismos entre parches de hábitat?.

En este sentido, se han propuesto diferentes métodos para evaluar la conectividad funcional del paisaje, considerando el movimiento de las especies focales dentro del mismo, partiendo de modelos como el de la teoría de circuitos, en el cual la especie estaría sometida a superficies de resistencia entre los ecosistemas naturales por los cuales se mueve en el territorio.

Con el objeto de favorecer la dispersión de las especies entre los ecosistemas naturales, se deben generar corredores ecológicos utilizando herramientas apropiadas para el diseño de estos, algunas de ellas son la Circuitscape (Shah y McRae, 2008) y Corridor Designer (Jenness, et al., 2014), las cuales permiten identificar la red de parches-hábitats potenciales para las especies, y construir el corredor final a partir del modelo de superposición espacial ponderada obtenido con las covariables, Coberturas de la tierra y usos del suelo, Pendiente, Altitud, Distancia a ríos, Distancia a lagunas, Distancia a asentamientos humanos y Distancia a vías, que deben ser valoradas y reclasificadas.

Para la modelación de un corredor biológico se deben utilizar insumos cartográficos de fuentes oficiales (IDEAM, IGAC) que para este esquema fue la del 2020, con una selección de coberturas espaciales para generar un análisis ponderado multicriterio a través de una herramienta de análisis de superposición espacial; con este modelo, es posible valorar el grado de conectividad funcional en un territorio, toda vez que refleja en el espacio las zonas con mayor viabilidad para el establecimiento de corredores ecológicos de acuerdo a las características estructurales del mosaico y las necesidades de la especie (Cubides, 2011).

La finalidad del análisis del movimiento de las especies por las rutas más propicias entre fragmentos de bosque, es el diseño de corredores ecológicos para las especies de interés en un territorio de contexto regional, dicho análisis evalúa las condiciones de hábitat idóneo para la especie, lo que incluye la calidad de los elementos presentes en el paisaje, por lo tanto, se busca evaluar cuál es la magnitud de estos para la movilidad de las especies, dados los efectos de transformación del paisaje dentro de un territorio; por otra parte, se trata de considerar cuál sería el comportamiento de las especies al movilizarse en el territorio, buscando las rutas más seguras y de menor costo energético.

5. BASES PARA LA CONECTIVIDAD ECOSISTÉMICA

5.1. Plan de Gestión Ambiental Regional de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA - PGAR 2020-2031

Desde el Plan de Gestión Ambiental Regional - PGAR 2020-2031 de CORANTIOQUIA, se definen las áreas estratégicas para la conservación a partir de la suma de atributos ambientales que poseen estas áreas: Coberturas Boscosas, Red Hídrica, Hábitats Potenciales de Varias Especies Emblemáticas (Puma, Jaguar, Oso De Anteojos, Manatí), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves - AICA, Cuencas Abastecedoras, entre otros.

A su vez, se contó con información obtenida del Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (Escala 1:100.000. Versión 2.1. Año 2017 - IDEAM), y adicionalmente, el mapa de coberturas (IDEAM – Año 2017), agrupando 18 tipos de ecosistemas naturales en siete (7) unidades más globales, tales como páramos, bosque andino, bosque subandino, bosque seco, bosques basales, humedales y bosques asociados, vegetación secundaria y bosques en crecimiento (figura 4)

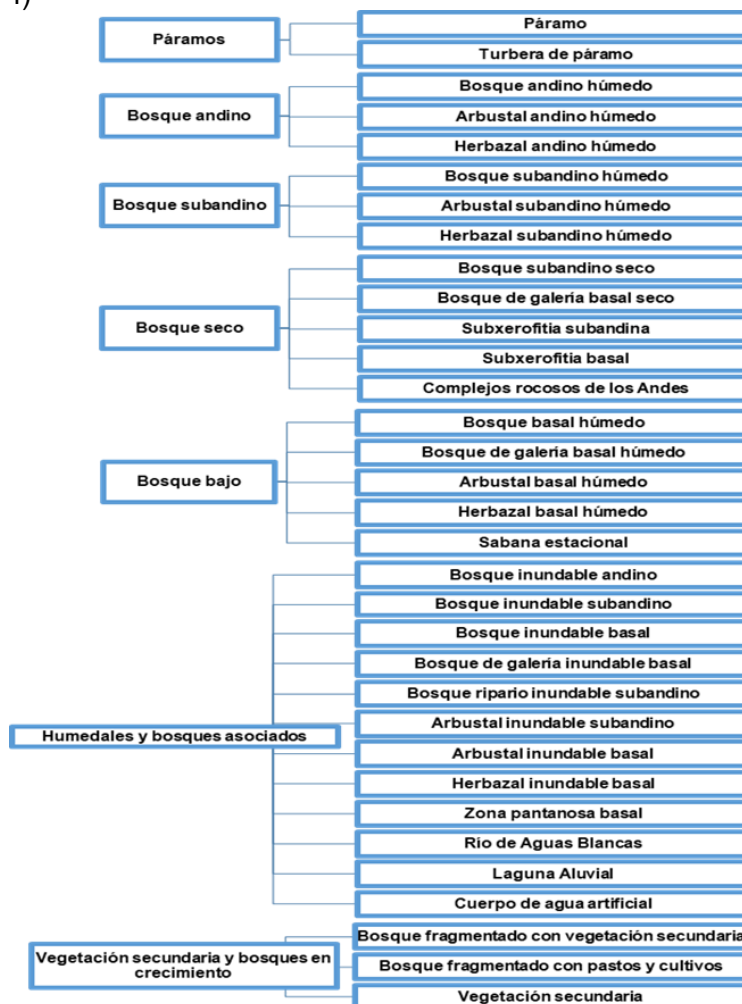


Figura 4 Reclasificación de ecosistemas IDEAM 2017 para la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

El mapa de Ecosistemas del IDEAM, fue complementado con insumos más próximos a la realidad territorial, en este caso, con las coberturas del diagnóstico recibido como capa cartográfica oficial dentro del Plan de Ordenamiento Forestal – POF en ajuste de Corantioquia (**Figura 5**), y la capa de predios urbanos de catastro departamental, que permite validar información de los ecosistemas artificializados reportados por el IDEAM (**Figura 6**).

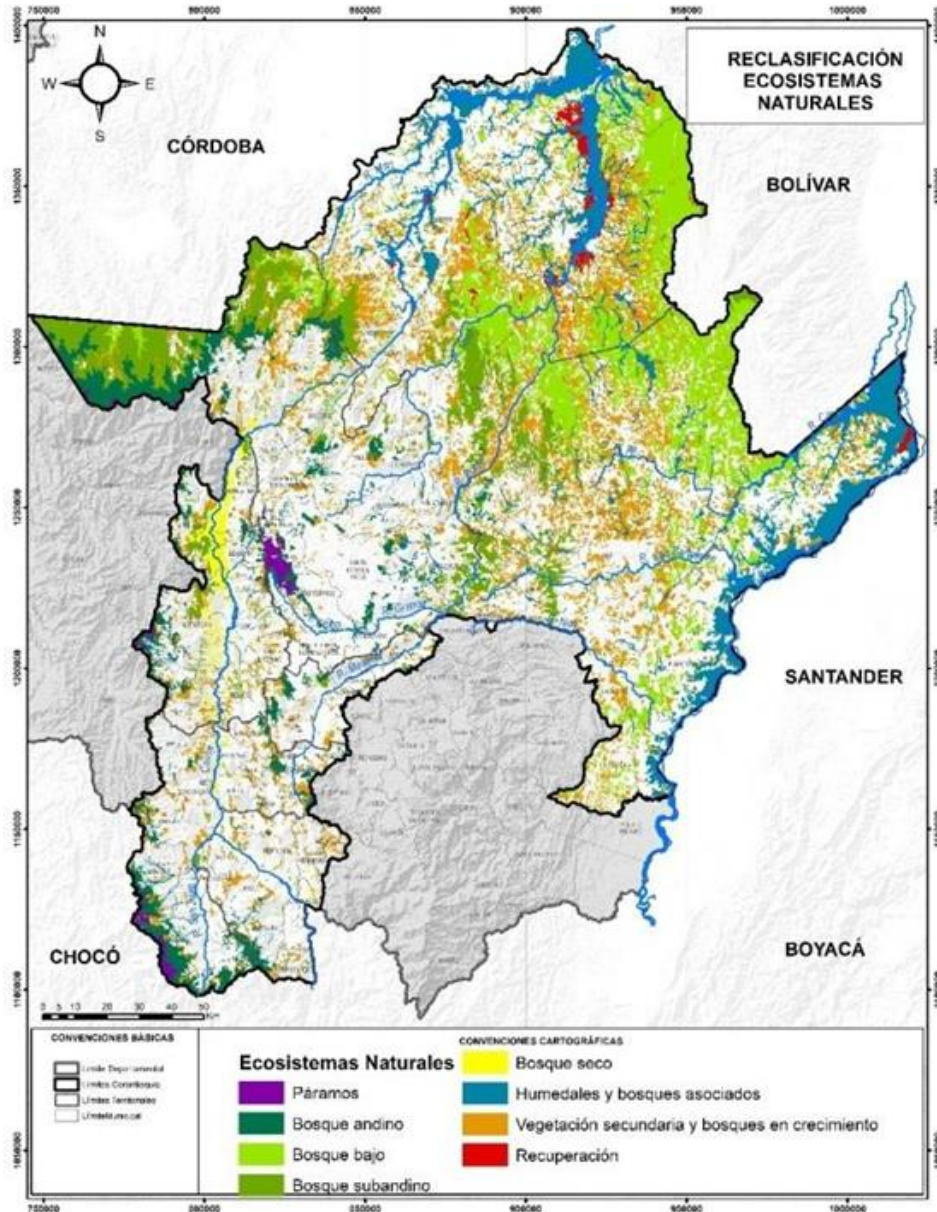


Figura 5 Mapa de coberturas naturales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, reclasificadas desde el mapa del IDEAM 2017, Fuente: PGAR 2020-2031

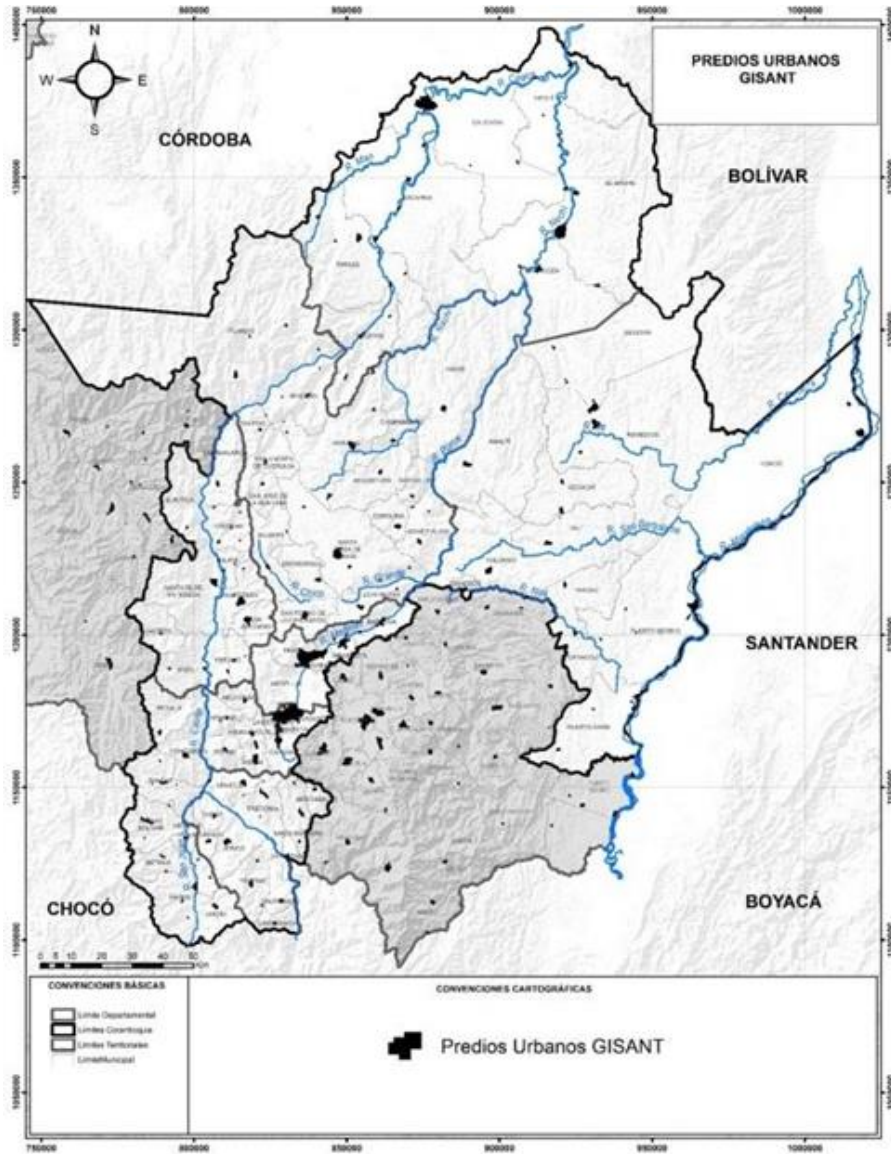


Figura 6 Predios urbanos Fuente: PGAR 2020-2031

Otra capa utilizada fue la de las áreas de distribución potencial de las especies emblemáticas: Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*), Jaguar (*Panthera onca*), Puma (*Puma concolor*) y Manatí (*Trichechus manatus*). Los corredores de estas especies fueron reconocidos en las Ordenanzas No.013 y 023 de 2017 de la Asamblea Departamental de Antioquia. El mapa resultante de la suma de las áreas de distribución potencial de estas especies se muestra en la Figura 6.

Las áreas de mayor intensidad identificadas con el color marrón en la figura 7 que se relaciona a continuación, son las que poseen una gran sensibilidad por la mayor ocupación potencial de estas especies, a las cuales se suman muchas otras como el Paujil Pico Azul (*Crax alberti*), la Danta (*Tapirus terrestris*) o el Mono Araña (*Ateles hybridus*), los cuales comparten estos hábitats.

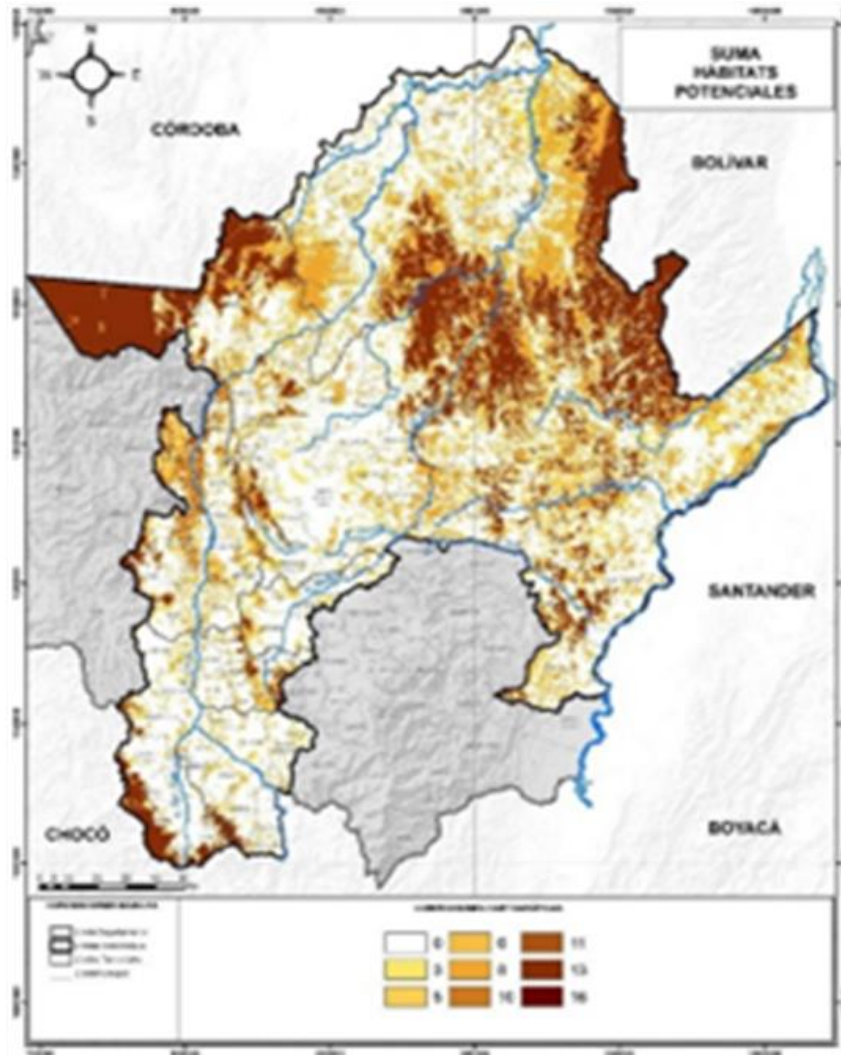


Figura 7 Suma de los Hábitat potencial del Jaguar, Oso de Anteojos, Puma y Manatí en la jurisdicción
Fuente: PGAR 2020-2031

Los criterios de valoración de las especies para obtener el anterior mapa fueron dados en función de la movilización y necesidad de hábitat, por lo que las especies de Jaguar (*Pantera onca*) y el Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*) les fue asignado el mayor valor en una escala de 1 a 5, mientras que para el Puma (*Puma concolor*) y el Manatí (*Trichechus manatus*), fue asignado un valor intermedio de tres (3), por tener una menor movilidad.

Por otra parte, fueron incluidas las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves – AICAS, las áreas de importancia estratégica de comunidades locales (Bosques de paz) y las cuencas abastecedoras; para estas 3 capas se dio valor de cuatro (4). Estos mapas se sumaron al mapa de la figura 8, de los hábitats potenciales de especies, más el mapa de las áreas naturales de la figura 2, obteniendo con ello el mapa de las áreas de alta sensibilidad, figura 5, que coincide con las áreas de mayor cobertura boscosa y muestra, por demás, el corredor San Lucas – Paramillo claramente definido, así como otros corredores naturales en la Cordillera Occidental, en el

Magdalena Medio y en varias zonas del norte medio de Antioquia.

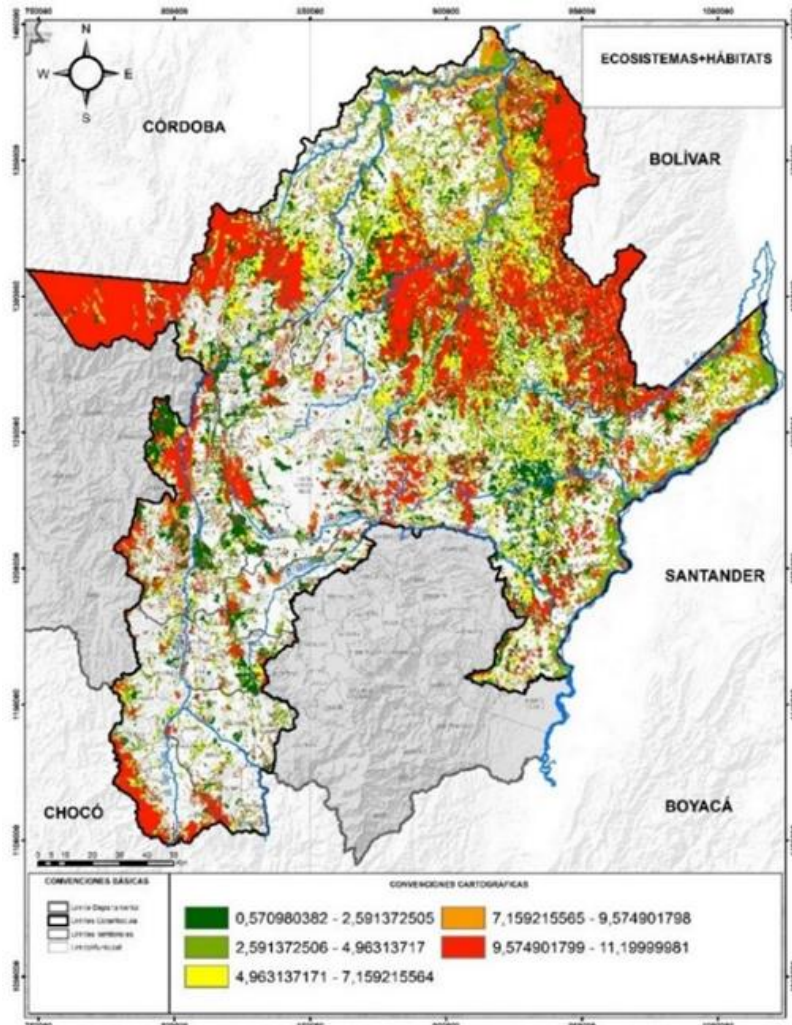


Figura 8 Suma ponderada de ecosistemas naturales corporativos con hábitats potenciales Fuente: Elaboración propia.

La inclusión de las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves – AICAS, los bosques de paz y las cuencas abastecedoras, se hace a la luz del Convenio de Diversidad Biológica (Ley 165 de 1994).

El procesamiento de la información espacial incluyó varios pasos para obtener el resultado de las áreas más sensibles y susceptibles, objeto de priorización para conservación en la jurisdicción, de tal forma que se pueda validar con la información ya señalada, con la finalidad de brindar un mayor soporte técnico al análisis realizado.

Los pasos llevados a cabo para el procesamiento de la información espacial fueron los siguientes:

- 1) Eliminación de las capas de agroecosistemas del mapa de Ecosistemas 2017 IDEAM.



CORANTIOQUIA

- 2) Reclasificación de los ecosistemas naturales por agrupación de tipos de ecosistema general, tal como se relacionó en la figura 3.
- 3) Validación de territorios artificializados con la capa de coberturas, para filtrar capas urbanas y suburbanas, equipamientos, industria, residuos sólidos y otros relacionados. Así mismo se definió una capa de recuperación, basada en las coberturas erosionadas y de zonas de extracción minera.
- 4) Validación de ocupación urbana con capa predial, para eliminar territorios artificializados. Para el caso de los territorios transformados se da una valoración de 5, mientras que zonas naturales su valoración es de 10.

Las amenazas antrópicas califican de manera negativa sobre los ecosistemas naturales por las afectaciones generadas sobre estos, en ese sentido, fueron tenidos en cuenta los datos de deforestación obtenidos desde el año 2010 a 2018, presentados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, y así mismo, los polígonos de macroproyectos de vías, hidroeléctricos, minería e hidrocarburos que aporta la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA (figuras 9 y 10).

El área de influencia de los proyectos viales fue estimada en 500m a cada lado de la vía, de manera que pudiera ser medido su impacto en un radio de actuación determinado.

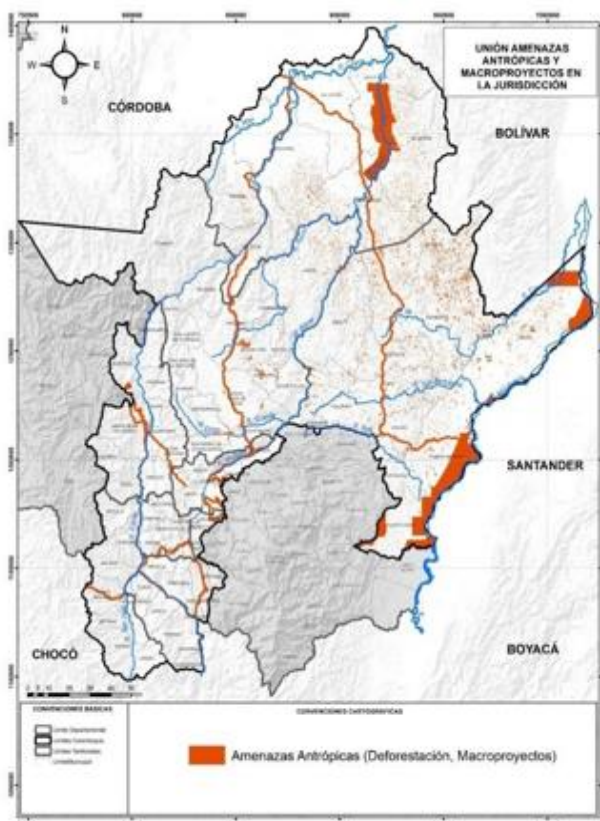


Figura 9 Mapa amenazas antrópicas.
Fuente: PGAR 2020-2031

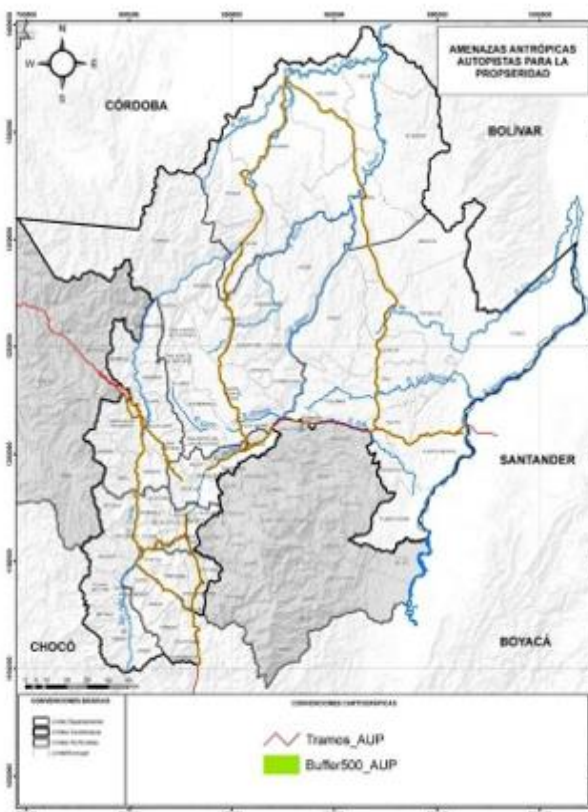


Figura 10 Área de influencia autopistas de la prosperidad

En el mapa de la figura 11 se logran evidenciar manchas más densas de áreas sensibles localizadas en la serranía de San Lucas, Nordeste y Norte del Departamento de Antioquia, jurisdicción de Corantioquia, en dirección Nudo del Paramillo. Las zonas de humedales y bosques inundables tienen distribuciones notorias en la zona del Bajo Cauca y Magdalena Medio Antioqueño. En esencia, son los bosques bajos o bosques basales las coberturas predominantes.

La mayoría del territorio en la jurisdicción de CORANTIOQUIA está transformada en agroecosistemas y territorios artificializados en aproximadamente un 70%, quedando solamente el 30% en coberturas naturales con algún nivel de conservación, y con tendencia a la baja de esta superficie. Al realizarse una suma ponderada de las superficies del área de los ecosistemas naturales ya reclasificados con el intercepto de los hábitats potenciales, se obtienen las áreas de mayor importancia identificadas con color rojo en la figura 10 que se relacionan a continuación, la cuales resultan ser altamente importantes para la fauna que se localiza en la Serranía de San Lucas, Nordeste, Paramillo y otras áreas dispersas en la Cordillera Occidental, Altiplano Norte y Magdalena Medio.

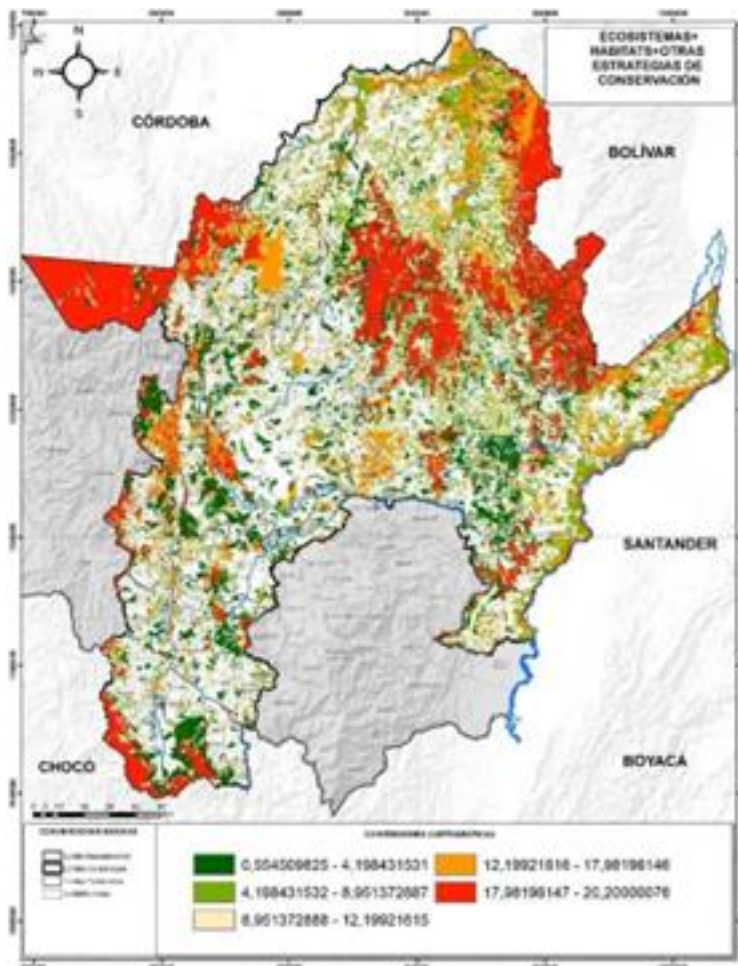


Figura 11 Suma ponderada de ecosistemas naturales Corporativos con áreas estratégicas, Fuente: PGAR 2020-2031

Adicional a las anteriores consideraciones, fue realizado un comparativo con la cartografía obtenida de los Planes de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), a través de los cuales se ponen en marcha con mayor celeridad los instrumentos de la Reforma Rural Integral en los territorios más afectados por el conflicto armado, la pobreza, las economías ilícitas y la debilidad institucional. Los resultados obtenidos permiten validar la coincidencia de las áreas priorizadas por protección propuestas por la Corporación, y las áreas con alta y media oferta de servicios ecosistémicos de la zonificación ambiental de los PDET, lo que facilita la unidad de criterio para la gestión de estas áreas.

Se realizó la reclasificación de la integración de los atributos ambientales territoriales incluyendo todos los ecosistemas naturales y estratégicos de la jurisdicción, con prioridad en zonas con las mayores coincidencias de hábitats potenciales, sitios con otras estrategias de conservación y las áreas que evidencian las mayores amenazas antrópicas; como resultado de la reclasificación realizada se obtuvo el mapa con las áreas de ecosistemas con mayor importancia ambiental que se relaciona a continuación, y a su vez, las áreas de amenazas y presiones, como la matriz dominante en todo el territorio. En la figura 12 se plasma información que en esencia resulta ser muy similar a la reflejada en los mapas que reposan en las figuras 8 y 11.

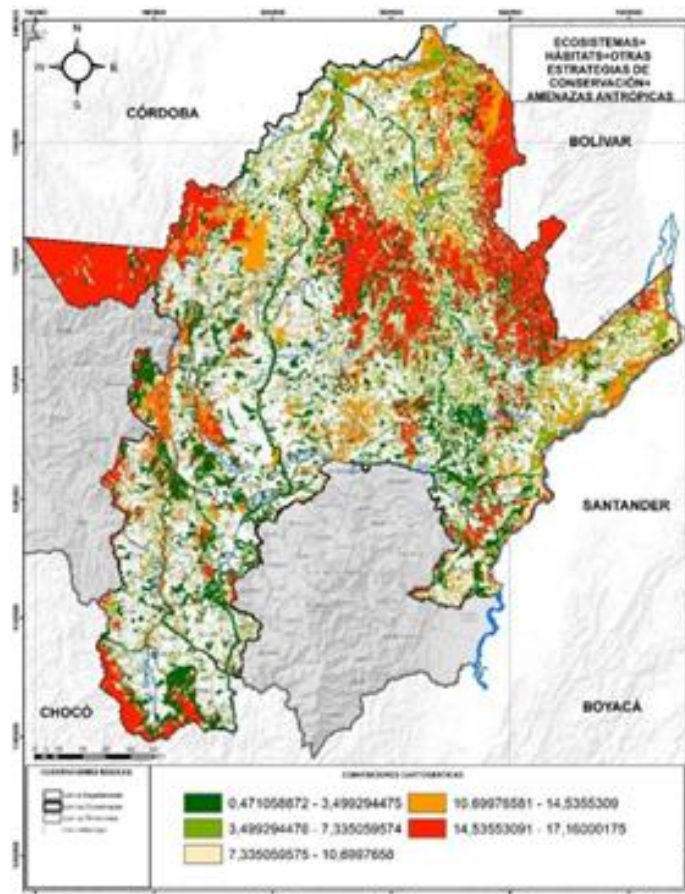


Figura 12. Mapa análisis espacial ecosistemas naturales con mayor nivel de importancia ambiental. Fuente: PGAR 2020-2031

Los análisis realizados establecen retos para la preservación de ecosistemas naturales por

diversas razones, al tratarse no solo de ecosistemas naturales que aún permanecen, sino que a su vez coinciden con la presencia potencial de especies emblemáticas como el Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*), Jaguar (*Pantera onca*), Puma (*Puma concolor*) y Manatí (*Trichechus manatus*) que coinciden con áreas clave como las AICAS o las cuencas abastecedoras, la cuales finalmente son áreas proveedoras de diversos recursos naturales y servicios ambientales invaluable, claves por su papel de refugio de biodiversidad. Dichas áreas son consideradas a su vez como el soporte de las generaciones actuales y futuras de una población humana en constante crecimiento.

CORANTIOQUIA deberá trabajar en la conexión ecológica de todo su territorio, priorizando la conexión de sus ecosistemas naturales principales, como ocurre con la Serranía de San Lucas y el Parque Nacional Natural Paramillo, para los cuales entre ambos sitios existe una ruta de conexión incluso transnacional, que puede ser usada en el norte de Suramérica por especies como el Jaguar. Otras rutas importantes de movimiento de la biodiversidad tienen lugar entre el Parque Nacional Natural Tatamá en Risaralda – Chocó y el Parque Nacional Natural Paramillo a lo largo de la Cordillera Occidental y el cañón del río Cauca.

En el norte de Antioquia se logra identificar una desconexión ecosistémica alta por la transformación del paisaje producto del desarrollo de la actividad lechera, sin embargo, sectores del páramo de Belmira cuentan con un dinamismo ecológico con el Norte y Occidente Antioqueño, a su vez, la zona del Magdalena Medio y el Nordeste Antioqueño tienen con una afinidad ecológica importante, lo cual deberá primar en las decisiones de manejo Corporativo.

En cumplimiento de la función Corporativa de administración integral de los recursos naturales otorgada por la Ley, CORANTIOQUIA deberá identificar y determinar las diferentes estrategias de preservación de los ecosistemas a su cargo, teniendo claro su integridad ecológica, y tomando como referente la meta 11 de biodiversidad AICHI para Colombia, mínimo de 17% para zonas terrestres se conserven en el sistema nacional de áreas protegidas, lo cual es un punto cercano al umbral inferior o punto de no retorno de las condiciones de estos ecosistemas. Por otro lado, la implementación de un sistema de áreas estratégicas, la priorización de algunas áreas por sus ecosistemas estratégicos, el reconocimiento de esfuerzos privados como las Reservas Naturales de la Sociedad Civil – RNSC, las áreas valoradas localmente como los Sistemas Locales de Áreas Protegidas – SILAP, las Áreas de Importancia en la Conservación de las Aves – AICAS o la consideración de los Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), en las cuales podría implementarse Pagos por Servicios Ambientales (PSA); dichas áreas pueden tener mayor funcionalidad ambiental cuando se enlazan con redes de corredores ecológicos, por lo cual, no serían islotes ecológicos, sino ecosistemas dinámicos interconectados.

Las Áreas de Importancia en la Conservación de las Aves – AICAS y las áreas REAA, creadas y reglamentadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, han sido priorizadas, por tratarse de:

- Ecosistemas o áreas ambientales de importancia ecológica debido al mantenimiento de biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos.
- Ecosistemas o áreas que presentan valores de biodiversidad que persisten y cuentan con condiciones especiales en términos de representatividad, remanencia, rareza, además de considerarse frágiles, amenazados o en peligro de extinción.

- Ecosistemas o áreas que mantienen el hábitat de especies importantes para la conservación (endémicas, con distribución restringida, amenazadas o en peligro de extinción, migratorias, gregarias) o grupos funcionales de especies.
- Ecosistemas o áreas susceptibles o priorizados para la conservación.
- Ecosistemas o áreas con categorías legales de protección ambiental siempre y cuando no pertenezcan al RUNAP.
- Áreas de proyectos de Bosques de Paz que cumplen con las acciones que se han puesto en marcha, orientadas a la restauración, educación ambiental (guardianes de paz y ambiente) y memoria histórica.

Las áreas protegidas que cuentan con Registro Único de ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), aparte de ser determinantes ambientales, se caracterizan por lo siguiente:

- Ecosistemas o áreas ambientales priorizadas a escala nacional, con base en la información oficial incluida en el Geovisor del SIAC a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ecosistemas o áreas ambientales priorizados a escalas regionales y locales, a cargo de las Autoridades Ambientales Regionales y de grandes centros urbanos, según la aplicación de los criterios definidos para tal fin por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Áreas asociadas a la iniciativa Bosques de Paz, que buscan implementar un modelo sostenible en los territorios para propiciar la restauración ambiental y la reconciliación entre las comunidades víctimas y su entorno, así como aportar al mejoramiento de las condiciones ambientales y productivas que permitan construir una paz estable y duradera.

Es decir que muchas de las estrategias de conservación adicionales a las coberturas boscosas actuales, pueden enlazarse en un sistema de conexiones ecológicas para aumentar su funcionalidad ambiental. Estas áreas, pueden potencializarse como puntos nodales dentro de la red de conexiones, reconociendo mucho más su importancia natural, en el aporte a la conservación de la biodiversidad.

Algunas de las áreas estratégicas, ya se encontraban definidas previamente en el mapa de Ecosistemas del IDEAM, tal como ocurre con el Bosque Seco por parte de CORANTIOQUIA, el cual contiene varios ecosistemas que van desde los bosques basales, hasta los bosques xerofíticos debido a la geomorfología que presenta el río Cauca a su paso por el departamento de Antioquia. Desde el PGAR 2020-2031, esta Corporación orientó al trabajo de la conectividad ecosistémica, contemplando dentro del Reto 4 el aumento de la conectividad y diversidad biológica en predios públicos y privados para consolidar la estructura ecológica del territorio.

5.2. Esquema de conectividad ecosistémica en el Plan de Acción 2020-2023

Dentro del Plan de Acción 2020-2023, esta Corporación contempló la necesidad de mejorar la conectividad entre las áreas que proveen bienes y servicios ecosistémicos, en especial las áreas forestales protectoras (zonas de retiro) de todas las fuentes hídricas con sus coberturas boscosas riparias, toda vez que, a través de éstas se mantienen niveles de conectividad entre relictos de bosque que se encuentran aislados; se hace especial énfasis al área priorizada por Biodiversidad del Bioma del Bosque Seco Tropical, siendo de gran importancia propiciar la conectividad entre

relictos de bosques que se encuentren aislados en todo el eje sur – norte de Antioquia, a través del río Cauca.

La deforestación para generar grandes pastizales para el desarrollo de la actividad de ganado de leche ha generado que los relictos de bosques donde se tiene presencia de especies emblemáticas como el roble de montaña, el abarco, el marfil, el Sapan, entre otras, queden aislados, afectando la dinámica natural de estos bosques de zonas montañosas, y también de las zonas bajas. El principal motor de deforestación tiene motivaciones para los suelos ganaderos y, en los últimos años, para la parcelación y construcción de infraestructuras habitacionales y equipamientos urbanos.

Las áreas naturales deben tener una mayor eficiencia en la provisión de bienes y servicios que demandan las sociedades humanas y los demás seres vivos, el dinamismo de los bosques, soportado en sus especies biológicas y el equilibrio de sus poblaciones, hace más efectiva la labor de los ecosistemas; mientras más complejo sea un sistema natural, mayores interacciones y mayor funcionalidad ecológica.

Las estrategias contempladas por CORANTIOQUIA en el Plan de Acción 2020-2023 para aumentar la conectividad y la diversidad biológica, se resumen en su programa I, “Nuestros Ecosistemas Naturales”; este programa busca garantizar la sostenibilidad y conectividad de los ecosistemas estratégicos que proveen bienes y servicios ecosistémicos necesarios para la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras, a través de la protección efectiva de los ecosistemas presentes en los territorios en la jurisdicción de la Corporación, haciendo énfasis en el papel especial de los territorios étnicos, que aportan a la conectividad de los ecosistemas estratégicos regionales. El propósito central de este programa es mejorar la conectividad de los ecosistemas para disminuir el efecto del aprovechamiento indiscriminado e insostenible de los recursos naturales y la expansión de actividades antrópicas, sin desconocer el aporte que los Programas III. “Modelo de ocupación sostenible” y V. “Conectados por el ambiente”, pueden hacer a la disminución de las intervenciones humanas continuadas. De igual forma, este programa incorpora acciones de conectividad de áreas estratégicas a través de los elementos naturales asociados al espacio público con el proyecto 2. “Conectando los ecosistemas naturales”, el cual pretende consolidar rutas conectoras entre las áreas que proveen bienes y servicios ecosistémicos, mediante la intervención de predios públicos y privados, que faciliten la movilidad de la biodiversidad, entre ellas, el intercambio genético, la conservación de la flora silvestre priorizada, entre otras funciones ecológicas. La conectividad entre áreas estratégicas permitirá disminuir las interacciones negativas con la fauna silvestre priorizada, adicionalmente, en el mencionado proyecto se intervendrán áreas degradadas priorizadas, cuya recuperación aporte a la conectividad de los ecosistemas.

Para lograr el propósito de la conectividad se plantean en el Plan de Acción varias actividades prioritarias (Tabla 1), que de manera directa e indirecta contribuirán con el fortalecimiento de las redes de conectividades ecosistémicas en jurisdicción de la Corporación. La siguiente tabla resume las actividades prioritarias que contribuirán con el esquema de conectividades:

Tabla 1. Actividades dentro del Plan de Acción 2020-2023 relacionadas con el esquema de conectividades ecosistémicas.

No.	Actividad	Temáticas para abordar
2.1	Definir conectividades ecosistémicas con enfoque diferencial	<p>Establecimiento de conectores biológicos que faciliten la conectividad de los ecosistemas estratégicos del territorio.</p> <p>Generar conectividad ecológica en ecosistemas priorizados por biodiversidad y oferta de bienes y servicios ecosistémicos.</p> <p>Definir los corredores biológicos y plantear acciones sobre ellos (definir figura jurídica).</p> <p>Corredores identificados y con figura de protección y manejo.</p> <p>Desarrollar ejercicios de gobernanza con actores sociales y privados para fortalecer las acciones de conectividad.</p>
2.2	Formular y ejecutar acciones de conservación para la conectividad rural	<p>Adquirir predios para consolidar los espacios de conectividad y diversidad biológica</p> <p>Compra de predios para preservación y/o restauración.</p> <p>Esquemas de compensación por actividades de preservación y/o restauración.</p> <p>Desarrollar procesos de restauración, producción sostenible, y ejercicios de gobernanza.</p> <p>Desarrollar modelos de consumo sostenible en las áreas protegidas y otros instrumentos de conservación.</p> <p>Implementar y ejecutar incentivos a la conservación en las áreas protegidas y zonas de amortiguación</p> <p>Implementar acciones de restauración en áreas protegidas</p> <p>Acuerdos de manejo sostenible en áreas conectoras bajo el esquema de incentivos a propietarios.</p>
2.3	Realizar control y seguimiento a los corredores de conectividad establecidos	<p>Ejercer la autoridad ambiental más allá de los trámites ambientales</p> <p>Implementar métodos y tecnología de punta que permita monitorear los corredores de conectividad a distancia</p>
2.4	Aprobar y ejecutar el plan de ordenación forestal (POF)	Implementar el POF bajo criterios de corresponsabilidad y en articulación con los demás instrumentos de planificación institucionales
2.5	Implementar acciones de intervención en especies de flora y fauna priorizadas	Desarrollar estrategias de conservación y manejo en especies priorizadas, amenazadas e invasoras de conformidad con la normativa aplicable (Resolución 1912 de 2017)
2.6	Fortalecer la capacidad de los actores para la gestión	Actividades de educación ambiental a la comunidad en zonas de mayor interacción humana y fauna silvestre.

No.	Actividad	Temáticas para abordar
	corresponsable en la conectividad de corredores biológicos y sus ecosistemas	Formar, capacitar y dejar capacidad instaladas en los actores para fomentar y promover conectividad, biología, restauración y fortalecimiento de espacios públicos.

Para el caso de la actividad 2.1, la Corporación definió las redes de conectividades ecosistémicas y las pone a disposición de todos los actores territoriales, con la finalidad que puedan incorporarse en el ordenamiento territorial de los municipios, cumplir con obligaciones ambientales, direccionar esfuerzos específicos de restauración ecológica o de adquisición de predios de conservación, priorizar algunas rutas para consolidar corredores de fauna específicos como el corredor del oso, el jaguar y/o el puma, o propiciar la conectividad entre Áreas Protegidas para garantizar la integridad de sus ecosistemas, para que estas áreas no queden como islotes ecológicos.

Actualmente no han sido concentrados los esfuerzos necesarios entre todas las entidades que pueden aportar a la conectividad ecosistémica, toda vez que se asumen diferentes enfoques sobre la conectividad ecosistémica, se trabaja de manera independiente o no es una meta común entre los planes de acción de las demás Autoridades Ambientales en el departamento de Antioquia; no obstante, se evidencian grandes esfuerzos, pero los mismos se mantienen de manera aislada.

Al revisar el trabajo de las Corporaciones Autónomas Regionales, CORNARE aborda los esfuerzos de conectividad desde la política de Bosques y Alimentos mediante programas de restauración productiva; estrategias con las cuales ha logrado incrementar e integrar los sistemas productivos convencionales con la conservación, aumentando la conectividad con los corredores biológicos y la resiliencia en zonas degradadas por la agricultura y la ganadería, mediante los programas Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, el proyecto Restauración Ecológica, y por medio de la restauración pasiva, activa y productiva.

Para la restauración activa, CORNARE trabaja en 2.827,6 ha, implementando estrategias como cercos vivos, enriquecimiento de coberturas boscosas, núcleos, parque y monumento de paz, reforestación de áreas abiertas y sembradío; a su vez, en la restauración pasiva trabaja en 14.920,5 ha, donde implementa las estrategias de BanCO2, cerco protector y compra de predios. A través del proyecto de Bosques y Alimentos, la mencionada Autoridad Ambiental busca generar un aumento de la cobertura boscosa y Ordenamiento Ambiental del Territorio, mediante proyectos para la conectividad físico espacial a través de la configuración de elementos naturales y paisajísticos.

La Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá – CORPOURABÁ, contempla dentro de sus políticas propiciar la conectividad de ecosistemas costeros y del bosque seco, toda vez que, en este último, se presenta un nivel medio, bajo y muy bajo, con poco menos del diez por ciento (10%) bajo alguna figura de protección en cumplimiento de metas de país.

La Gobernación de Antioquia estableció a través del artículo 11 de la Ordenanza No.16 de 2015, *“Por medio de la cual se moderniza el Sistema Departamental de Áreas Protegidas de Antioquia, las categorías de manejo, así como los instrumentos y actores que lo conforman”*, las acciones

que se relacionan a continuación, las cuales son afines a una estrategia de conectividad ecosistémica en el departamento de Antioquia:

“(…)

C) *Aportar a las políticas de ordenamiento ambiental de los territorios relacionados con las áreas protegidas, las estrategias conservación de la biodiversidad y el patrimonio geodiverso asociado a los valores de biodiversidad y paisaje en el Departamento.*

D) *Definir las prioridades de conservación para el Departamento mediante la construcción de una herramienta que se articule a las metodologías diseñadas a nivel nacional para tal fin. Las zonas prioritarias así definidas serán la principal herramienta para que las entidades encargadas con jurisdicción en el Departamento declaren áreas protegidas o establezcan otras estrategias de conservación, a fin de alcanzar un sistema departamental ecológicamente representativo.*

(…)

F) *Generar procesos que articulen e integren las áreas naturales protegidas locales, regionales y nacionales, así como las reservas naturales privadas, los territorios colectivos y étnicos en aras de conformar un sistema Departamental de áreas protegidas completo, de tal manera que se garantice una oferta ambiental suficiente para el desarrollo del territorio.*

G) *Crear un portafolio de Áreas Protegidas del Departamento, de tal manera que se tenga información clara y precisa sobre el área departamental en conservación, delimitación, zonificación, planes de manejo formulados y en implementación, administración y demás aspectos relevantes. Dicha información hará parte del sistema de información ambiental del Departamento.*

H) *Promover otras estrategias de conservación de la biodiversidad que fortalezcan las áreas protegidas tales como mosaicos de conservación, corredores biológicos de conectividad y zonas con función amortiguadora de amortiguación, que garanticen un sistema departamental conectado ecológicamente.*

I) *Orientar las acciones necesarias para articular al sistema las estrategias de conservación insitu (definidas en el artículo 22 del Decreto 2372 de 2010 y específicamente las contenidas en los lineamientos de ordenamiento territorial para Antioquia 2012).*

J) *Contribuir a la elaboración de la Estructura Ecológica Principal del Departamento mediante la identificación, localización y caracterización de los elementos señalados en el literal a) del artículo 4 de la presente ordenanza.”*

La Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad de la Gobernación de Antioquia, ha tenido un interés especial por liderar la consolidación de un esquema de conectividad departamental, para ello, logró agrupar un modelo que reúne las acciones realizadas por CORNARE, CORPOURABÁ, el AMVA y CORANTIOQUIA, así mismo, en el año 2021 celebró el contrato de prestación de Servicios Profesionales No.4600012276, cuyo objeto fue *“prestar servicios profesionales para modelar las redes ecológicas del departamento de Antioquia, con el fin de fortalecer la estructura ecológica adaptativa del Plan de Ordenamiento Departamental - POD, en el marco del sistema departamental de áreas protegidas de Antioquia SIDAP”*

El contrato suscrito por la Gobernación de Antioquia se sustenta en el consenso de priorización de intereses entre las entidades que hacen parte del Sistema Departamental de Áreas Protegidas de Antioquia - SIDAP, de acuerdo con los preceptos de la Ordenanza No.16 de 2015, y lo estipulado en el Plan de Desarrollo Unidos por la Vida 2020-2023, con la finalidad de contar con insumos técnicos que permitan fortalecer la Estructura Ecológica Territorial Adaptativa (EE-TA) dispuesta en el Plan de Ordenamiento Departamental de Antioquia – POD (ordenanza No.31 de 2019), y en beneficio de los procesos naturales del Departamento con enfoque socio ecosistémico y de la toma de decisiones basadas en información de calidad.

En la figura 13 que se relaciona a continuación, se encuentra plasmado un modelo del esquema de conectividades ecosistémicas para el departamento de Antioquia, evidenciándose que el tema empieza a ser un referente nacional, toda vez que por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible se ha tenido la oportunidad de recibir los aspectos técnicos del modelo, y podría avanzarse a una integración más amplia.

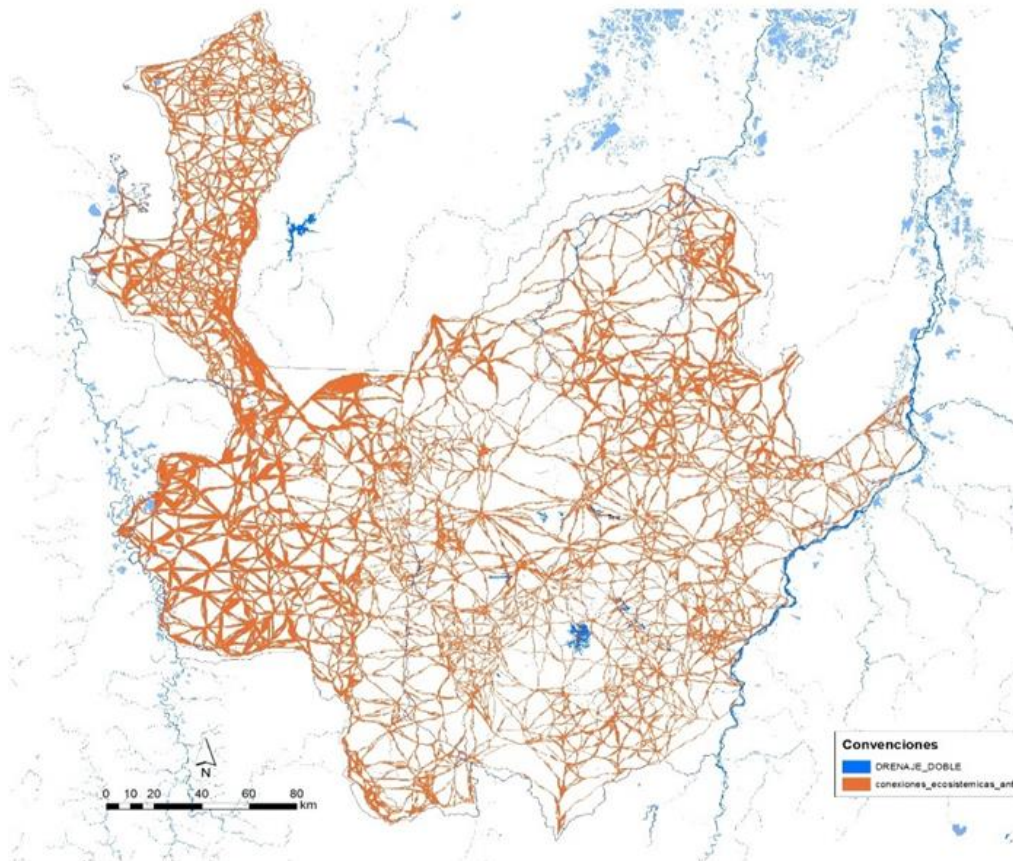


Figura 13 Mapa redes de conectividades ecosistémicas propuesto para Antioquia (contrato 4600012276 de 2022)

Para el caso de Parques Naturales Nacionales, Dirección Andes Occidentales, la funcionalidad de los ecosistemas debe incluir la conectividad, especialmente para mantener especies emblemáticas como la Danta de Páramo, el Jaguar, el Puma, el Mono Churuco, la Guagua, el Manatí, la Nutria, el Pato Colorado o el Oso de Anteojos; para ello consideran clave identificar las áreas de distribución potencial, definiendo áreas de mayor probabilidad de la especie, según la heterogeneidad del paisaje, vulnerabilidad, funcionalidad ecológica e importancia socio-económica, generando con ello varios mapas de distribución potencial de las especies. Estos mapas fueron la base para la identificación de áreas estratégicas en el PGAR 2020- 2031 de CORANTIOQUIA (figura 14).

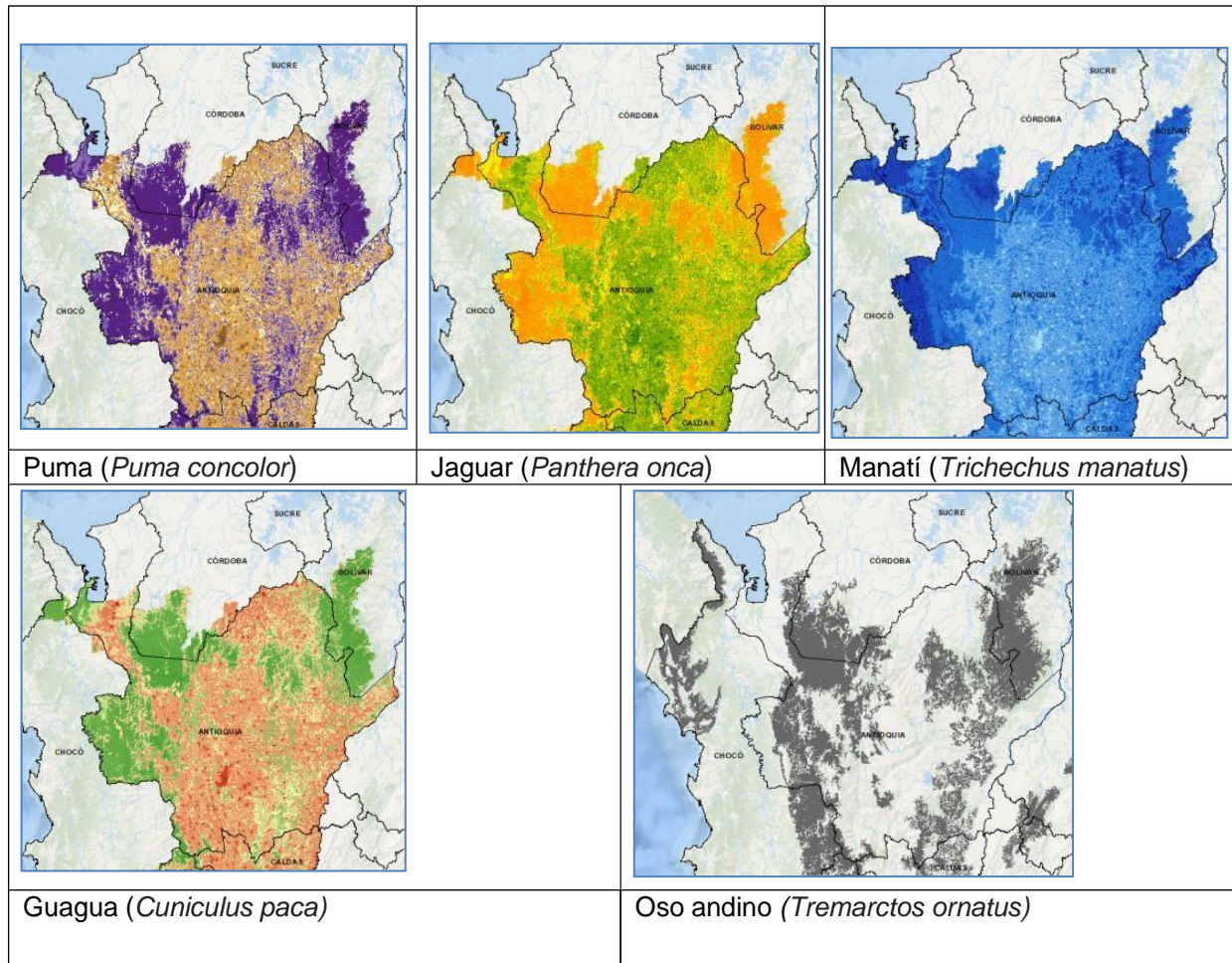


Figura 14 Hábitats potenciales de varias especies emblemáticas de fauna silvestre en el departamento de Antioquia

En la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP, Visión 2020-2030, se resalta la necesidad de implementar acciones para aumentar la conectividad de dicho sistema, los paisajes que contienen las áreas protegidas del SINAP, especialmente los localizados en los Andes, sus valles interandinos, entre otros en el contexto nacional, se encuentran bajo dinámicas de transformación generadas por factores principalmente antrópicos, que causan pérdida de biodiversidad, la falta de un manejo integral de dichos paisajes y el poco conocimiento de la sociedad en general sobre la importancia de la conservación de la naturaleza para el bienestar humano. Estas circunstancias dificultan las interacciones necesarias entre las áreas protegidas y entre estas y su entorno para mantener su viabilidad a largo plazo.

La conectividad ecosistémica se ve alterada principalmente por la ganadería extensiva, la minería a cielo abierto, el desarrollo de infraestructuras y equipamientos urbanos, expansión habitacional, desarrollo agrícola, entre otras intervenciones, así mismo, se pueden incluir algunos procesos naturales como huracanes, sequías y cambio climático en general, que puedan deteriorar las coberturas boscosas en el mediano y largo plazo. Los usos actuales del suelo no conservacionistas son una realidad territorial, cuyo mayor reto será integrar elementos de manejo

del paisaje que puedan favorecer el desplazamiento de especies en algunos sectores del proyecto de desarrollo económico.

5.3. Ecosistemas funcionales

El mayor propósito del esquema de conectividades ecosistémicas es mejorar la funcionalidad de los ecosistemas naturales, entendiendo el término funcionalidad como el dinamismo y estado saludable del ecosistema, en el cual se tenga la capacidad suficiente para la regulación del ciclo hídrico, el ciclaje de nutrientes, la regulación climática, el mantenimiento de las cadenas alimenticias, el control biológico de especies plaga, la productividad biológica con la captura de gases carbonados y las tasas de fotosíntesis, la recuperación o estabilización de suelos en los eventos de erosión severa, entre otros procesos que redundan en los servicios ambientales clave para la supervivencia de las poblaciones humanas.

Las actividades de desarrollo económico se benefician con ecosistemas funcionales, mientras mayor complejidad se permita al ecosistema natural, mucho mayor el impacto positivo para los sistemas productivos y habitacionales, por ejemplo, la agricultura, la ganadería, la actividad forestal y la pesca, se benefician de los servicios que brindan las especies controladoras de plagas, reduciendo la cantidad de agroinsumos para su control. Si bien la agricultura se convierte en un nuevo hábitat para algunas especies silvestres y puede crear paisajes con valor estético, también es cierto que los plaguicidas y la homogenización del paisaje reducirían la polinización natural y el control biológico. Los ecosistemas funcionales tienen coberturas boscosas que ayudan a mantener el recurso hídrico limpio, mientras que los sitios deforestados y una ordenación territorial deficiente, pueden aumentar las inundaciones y los movimientos en masa por deslizamientos. La biomasa de la fauna y flora silvestre es una fuente importante de nutrientes y de dispersión de semillas, lo que mantiene la fertilidad de los suelos para la ganadería y la agricultura, mientras que el exceso de excrementos de animales (por ejemplo, de ganados criados masivamente) y su gestión deficiente, pueden conllevar a la contaminación del agua y poner en peligro la biodiversidad acuática y la calidad del recurso hídrico para su consumo.

Tanto los ecosistemas homogéneos como las áreas de potreros abiertos, disminuyen la funcionalidad ecológica, teniendo menor capacidad de retener contaminantes en la escorrentía superficial, y de control de la pérdida de suelos por inundación. Las áreas homogenizadas, tal como ocurre con las plantaciones homogéneas o los monocultivos extensos, tienen menor oportunidad de hacer abastecimiento (agua, fibras, maderas, combustibles), de ofrecer servicios de regulación (de la calidad del aire, de la fertilidad de los suelos, del control de inundaciones o de enfermedades o de polinizar cultivos), y de ofrecer servicios culturales (de identidad cultural y bienestar espiritual); es por esto, que los ecosistemas simplificados tienen una baja productividad biológica, muy poca biodiversidad y unos servicios ambientales limitados. Ver Figura 15.



Figura 15 Los factores necesarios para el funcionamiento equilibrado de los ecosistemas incluyen la presencia de seres vivos (seres microscópicos y macroscópicos) y el componente abiótico (agua, suelo, minerales, aire), relaciones interespecíficas e intraespecíficas, relaciones con el entorno, flujos de materia y energía, sucesión ecológica y equilibrio del ecosistema

(Fernandez R. L. <https://www.ecologiaverde.com/cuales-son-los-componentes-de-un-ecosistema-2129.html>).

La visión productiva de los ecosistemas demanda el aporte de nutrientes externos de manera excesiva, lo cual ocasiona contaminación y atracción de seres vivos plaga, por la sobreoferta de alimentos y ausencia de controladores, además de la degradación de los ecosistemas naturales por el desgaste del suelo. La visión puramente económica de los territorios no es sostenible ambientalmente, promueve inequidades sociales y, por otra parte, por el hecho de tener ecosistemas abiertos, los impactos ambientales repercuten por fuera del ecosistema intervenido. La figura 16 plantea una buena forma de entender el equilibrio ecosistémico, pero también los puntos de no retorno en las intervenciones humanas en el medio natural. Ver figura 16.

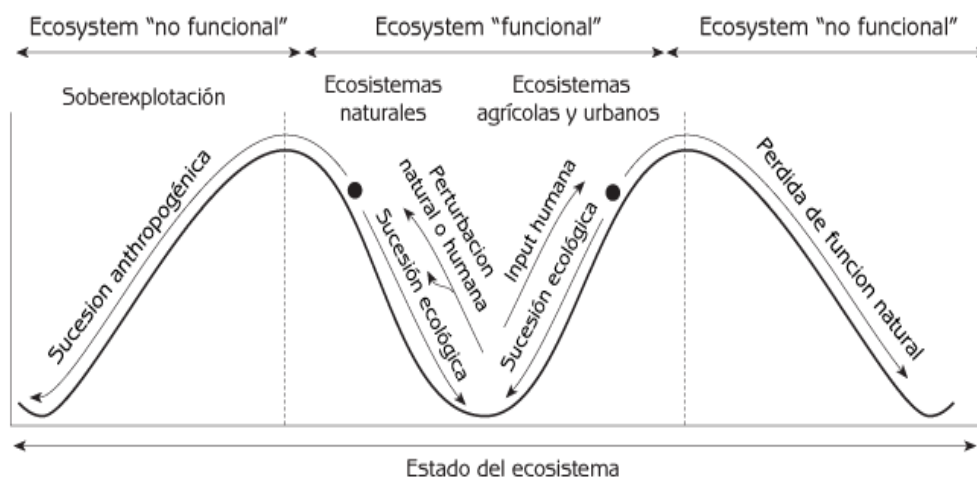


Figura 16 Puntos de no retorno, condiciones inestables y equilibrio natural y su relación con las intervenciones humanas

(fuente: Gerar G., M. 2001. Ecología humana: Conceptos básicos para el desarrollo, disponible en

<http://gerrymarten.com/ecologia-humana/capitulo06.html>

5.4. Metodología para la propuesta técnica del esquema de conectividades ecosistémicas

El esquema de conectividades ecosistémicas parte del análisis de conectividad funcional del paisaje, que con un diseño de redes ecológicas para ecosistemas estratégicos del departamento de Antioquia (Pérez y Correa, 2020_b en construcción), considera el movimiento de especies emblemáticas en el paisaje. Las variables que llevan a establecer estas redes son las siguientes:

- a. Rango de hogar (home range) y necesidades de dispersión individual,
- b. Heterogeneidad y área mínima para satisfacer sus requerimientos ecológicos,
- c. Vulnerabilidad a actividades humanas,
- d. Funcionalidad ecológica y
- e. El reconocimiento e interacción con las poblaciones humanas (Coppolillo et al., 2004; Baguette et al., 2013; Sattler et al., 2014).

El diseño de las redes ecológicas se realiza a través de un análisis de costo energético, con el supuesto de que la especie puede o no desplazarse en el territorio, y como la calidad de los elementos del mismo minimizan el riesgo de mortalidad de ésta en dicho desplazamiento; para esto, se propuso la herramienta denominada “Linkage Mapper Tools” propuesta por McRae y Kavanagh, 2019, por medio de la cual, al tomar las diferentes especies emblemáticas y las condiciones o elementos del paisaje, se pueda analizar su movimiento selectivo por las diferentes rutas específicas dados los valores de conductividad / resistencia (Shah y McRae, 2008).

Desde lo metodológico se usó como herramienta geoestadística, que permitió desarrollar un modelo espacial precisó de dos entradas o insumos: El primero, fue una serie de nodos para ser conectados, y la segunda una superficie de conducción. En el primer caso, se seleccionaron las áreas estratégicas planteadas por CORANTIOQUIA en su PGAR 2020 – 2031 donde se hay mayor presencia de las especies focales, y para el segundo caso fue utilizado el modelo de resistencia propuesto por Pérez y Correa (2020_b), como nuestra superficie de conducción la cual representa la facilidad con la que las especies pueden moverse en el paisaje, según tengan elementos favorables (coberturas vegetales, ríos, lagunas, áreas protegidas, etc.) o desfavorables (centros poblados, red vial, áreas abiertas, etc.), con lo cual se obtienen zonas optimas de hábitat. (Figura 17)

Este análisis permite identificar las rutas entre cada posible par de nodos (ej. un par es un nodo en el oeste y otro en este). Se le asignó un posible valor a estas rutas que representa la posibilidad de movimiento por un pixel contra otro pixel vecino disponible. Los resultados de este análisis representan la probabilidad de desplazamiento en el territorio.

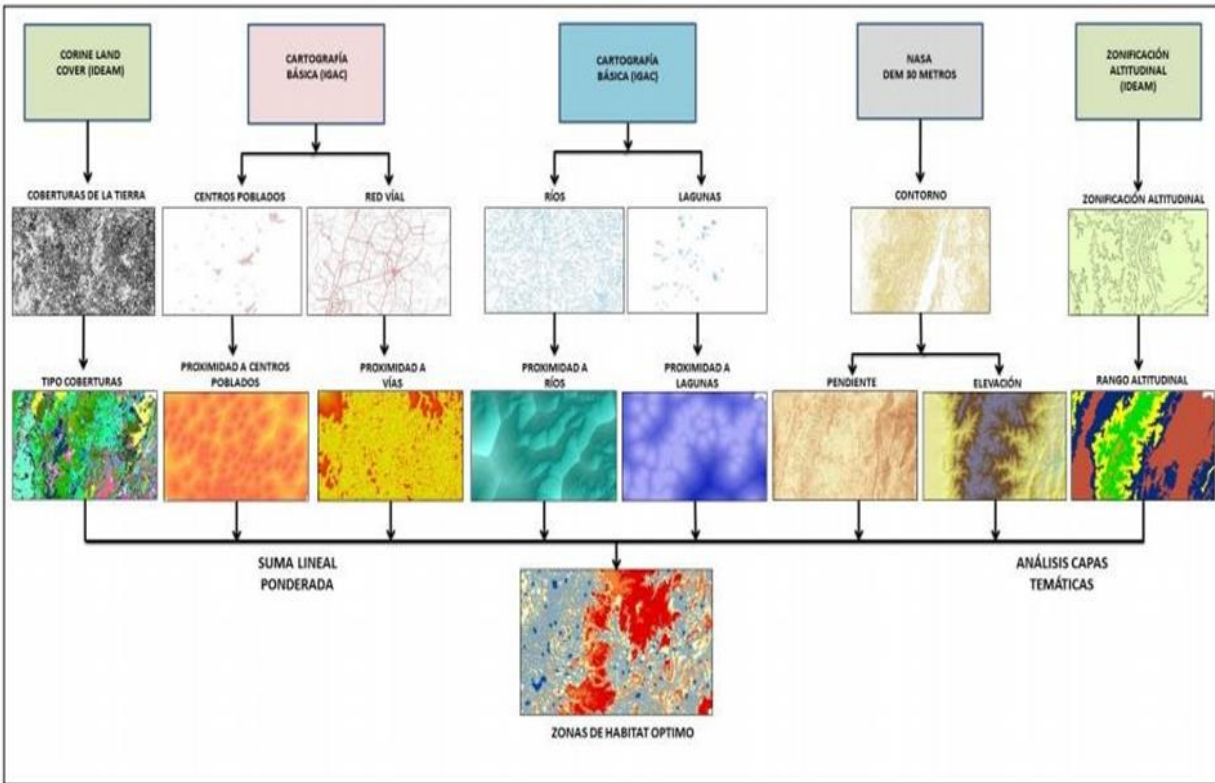


Figura 17 Esquema metodológico (Pérez y Correa 2021) para el establecimiento inicial de los hábitats óptimos como puntos de partida y de llegada de las especies.

Para la realización del análisis de conectividad funcional fue utilizada la teoría de circuitos, la cual consiste en modelar la conectividad en paisajes heterogéneos complementando los modelos de conectividad comúnmente utilizados, toda vez que las resistencias efectivas, el flujo de corriente y los voltajes calculados en los paisajes, pueden relacionarse con procesos ecológicos tales como los movimientos individuales y el flujo de genes (McRae, 2008); dicho modelamiento fue realizado con el software Linkage Mapper en su versión 2.0.0, este proceso se elaboró con la incorporación de dos elementos principales: los nodos a conectar (ejercicio de prioridades realizado por CORANTIOQUIA, con información de áreas RUNAP 2020 y áreas de importancia mayores o iguales a cincuenta hectáreas) y la resistencia del paisaje).

Igualmente, se tomó el concepto de resistencia del paisaje que es el grado en el cual los elementos y características de este facilitan o dificultan el desplazamiento de las especies focales a través de este (Adriaensen, 2003). Para aplicar la teoría de circuitos es preciso tener dos entradas: 1- Una serie de nodos para ser conectados y 2- Superficie de conducción y/o resistencia (Figura 18).

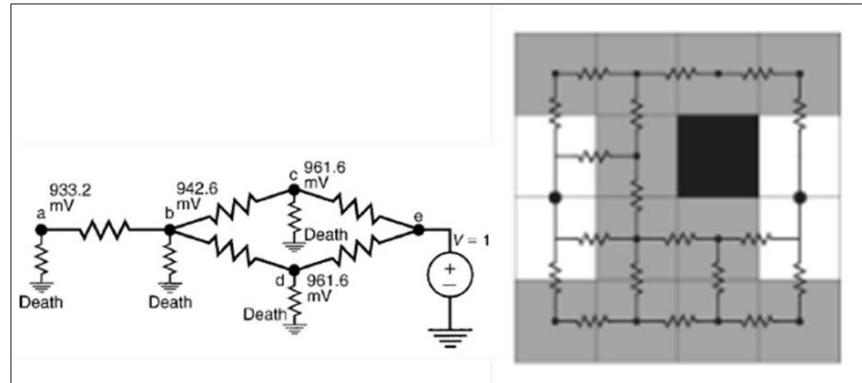


Figura 18 Aplicación de un análisis de circuitos para un modelo Raster, Fuente: McRae et al., 2008.

Aplicando el modelo de resistencia del paisaje se pueden identificar las rutas más probables y las menos probables que utilizaría la fauna silvestre, dadas las condiciones de presión antrópica y ambientales a las que se tiene que enfrentar, de tal forma que elegirá rutas con menores niveles de resistencia, siendo probablemente las rutas de corredores naturales con mayores coberturas boscosas, sin embargo, en cada una de las rutas conectoras se encuentran áreas abiertas por usos del suelo habitacionales y productivos, que necesariamente las especies cruzarán, por lo tanto, demandarán enriquecer con cercos vivos y disminuir las presiones actuales bajo la voluntad de propietarios, en algunos casos, aislar algunas zonas para que cumplan un papel conector (figura 19).



Figura 19 Diversos contextos en el uso del suelo de las redes conectoras

El modelo específico para las redes ecológicas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, parte del formato de corredores de fauna silvestre contemplado desde el Plan de Acción 2016-2019, los cuales incluían el corredor del Jaguar, el Puma, Oso de Anteojos, Manatí y Tití Gris, reconocidos por la Asamblea Departamental de Antioquia a través de las ordenanzas No.013 y 023 de 2017, sin embargo, estos corredores son gruesos y se trazan de manera visual por los profesionales

que pueden tener experiencia y reconocimiento de campo, pero no abarcan la totalidad de los hábitats potenciales de la especie, por lo tanto, dejan por fuera varios sitios de distribución y movimiento de las especies.

El modelo de conectividad funcional tiene en cuenta la composición de especies, en este caso es multiespecífico y se apoya en los análisis de distribución potencial que hace la Dirección Territorial de Andes Occidentales de Parques Naturales Nacionales para varias especies de fauna silvestre como el Oso de Anteojos, Jaguar, Puma o Manatí, el Mono Churuco, la Nutria y la Guagua, seleccionadas por su papel emblemático, de tal forma que al conjugar con el criterio de funcionalidad, calidad de hábitat y potencialidad de conexión, se puede hablar de conectividad funcional. El modelo específico para la red conectora se muestra en la figura 20 que se relaciona a continuación.

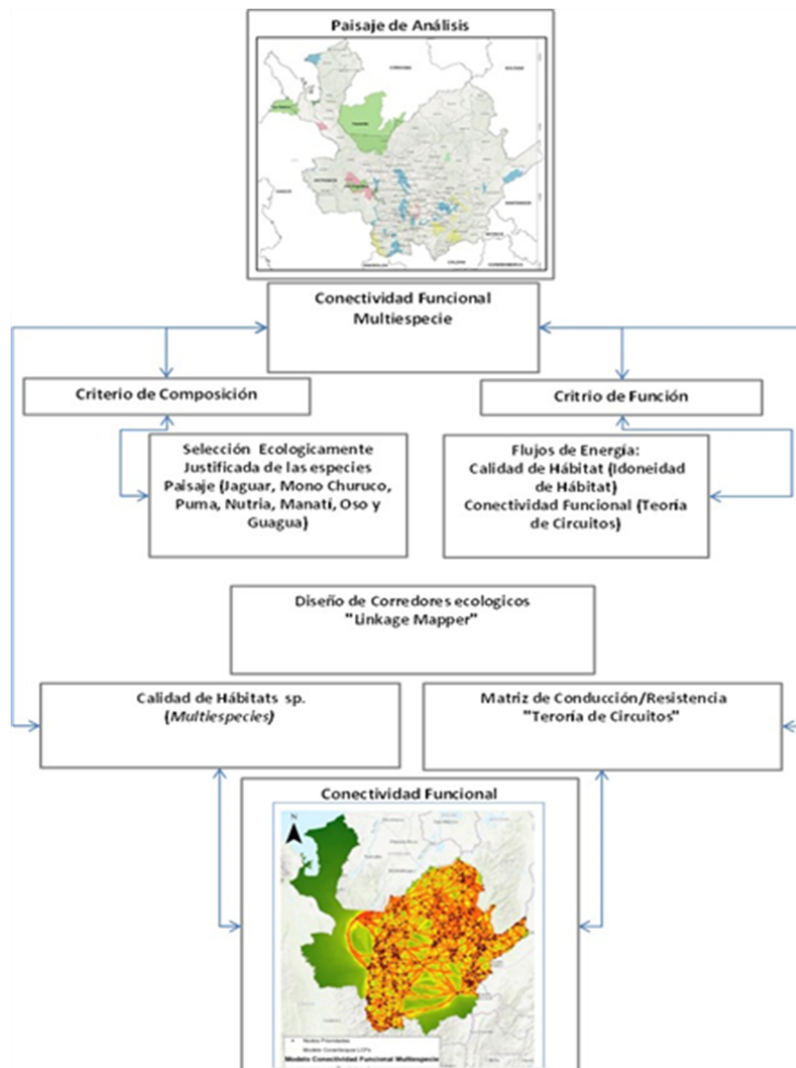


Figura 20 Modelo para la conectividad funcional ecosistémica a partir de un uso multiespecie en el territorio

La mayor presencia de las especies se asocia a zonas con coberturas boscosas, por ser áreas de refugio y con mayor oferta ambiental de alimento, sin embargo, estas áreas ofrecen sustento limitado a las especies, al menos no de manera permanente, siendo necesario el desplazamiento a otras zonas. El movimiento de las especies implica el cruce de áreas abiertas, que las hace vulnerables a depredadores, a la deshidratación o la orientación, en ese caso, es necesario facilitar en estos sitios las condiciones para que la fauna silvestre pueda sortear su movimiento de manera más sencilla, dado que en estos puntos se presenta una mayor probabilidad de conflictos (cacería, atropellamientos, ataque de felinos a ganados, entre otros). En la figura 21 que se relaciona a continuación, se expone una condición recurrente en las rutas de movilidad de las especies, en relación con las coberturas boscosas.

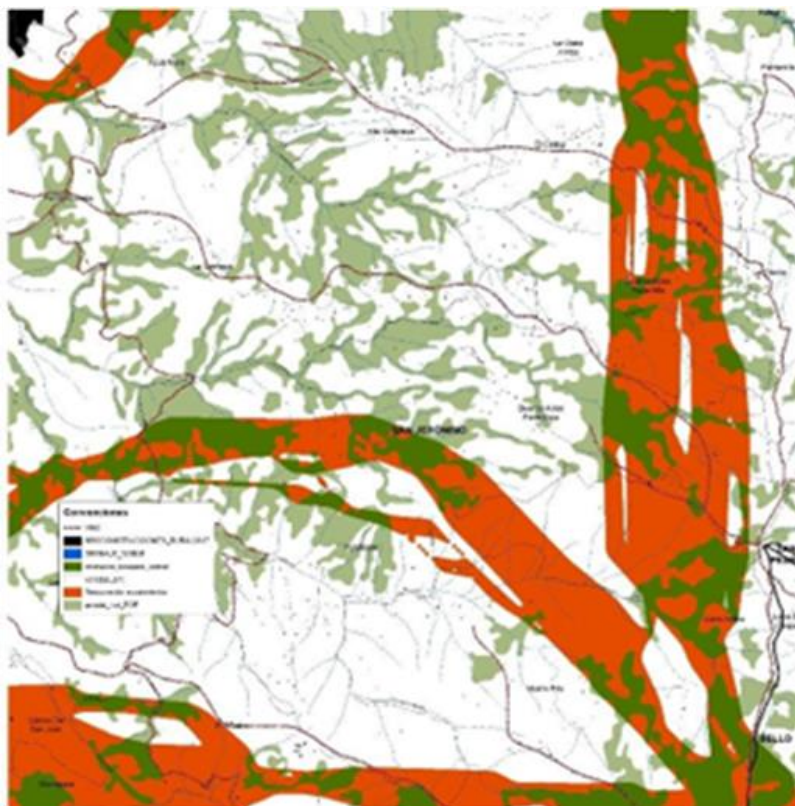


Figura 21 Modelo del esquema de conectividad ecosistémica traslapado con las coberturas naturales del Plan de Ordenamiento Forestal – POF en construcción

La red de conexiones ecosistémicas tiene diferentes probabilidades de movimiento de la fauna silvestre, algunas rutas pueden ser menos probables para el cruce de las especies, por mayor presencia de áreas abiertas, presencia de infraestructuras industriales o urbanas, tener lugares contaminados, o por otros motivos menos visibles o comprensibles, sin que ello signifique que el trayecto carezca de utilidad para el movimiento de la biodiversidad. Las diversas rutas son alternativas para el desplazamiento hacia sectores similares o destinos diversos. La figura 22 muestra varios escenarios por donde podría cruzar la biodiversidad entre áreas boscosas o ecosistemas naturales, en algunos casos, no se cuenta con casi ninguna cobertura vegetal protectora en largos trayectos, lo que demandaría mayor atención por los diferentes actores territoriales, concentrando sus esfuerzos en estos sitios puntuales.

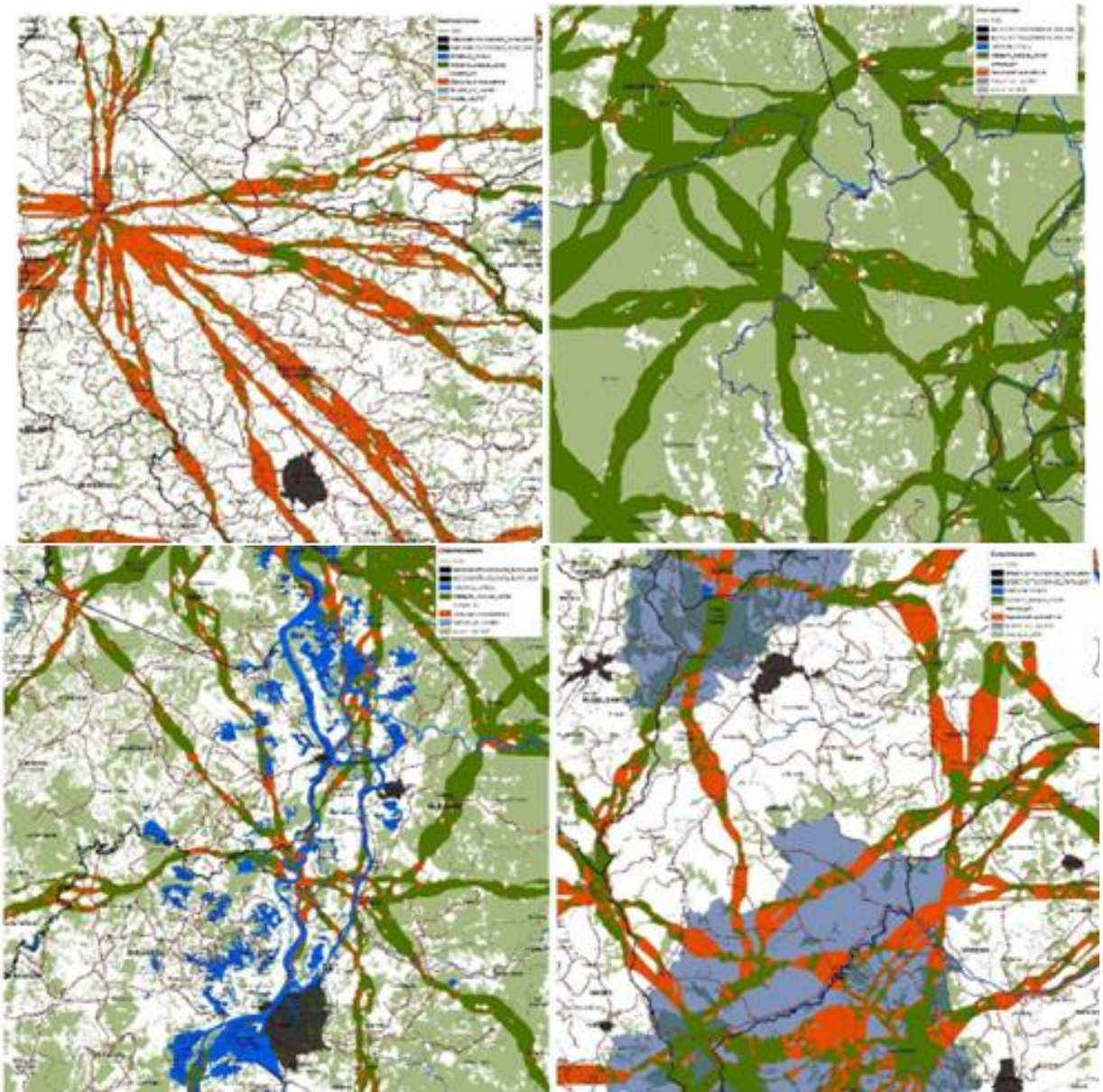


Figura 22 Diferentes escenarios para la movilidad de la biodiversidad en el paisaje.

La imagen superior izquierda refleja una situación especial con pocas coberturas boscosas, sin embargo, se evidencia una extensa y compleja red de conexiones que obliga al paso de las especies por estos sitios a pesar de las intensas intervenciones, lo anterior, contrasta con la imagen superior derecha, con una presencia boscosa amplia para las rutas. La imagen inferior izquierda, tiene un contexto de alta fragmentación, sin embargo, aún aparecen diferentes refugios de vida silvestre en las rutas de desplazamiento; respecto de la imagen inferior derecha, se muestra un escenario de comunicación de áreas protegidas, en este caso, entre los DMI Cuchilla Jardín Támesis y Nubes Trocha Capote en el suroeste antioqueño, estas rutas se presentan entre

áreas muy abiertas, y resulta necesario priorizarlas para que contribuyan a la conexión entre ecosistemas naturales protegidas.

En las rutas de conectividad ecosistémica se pueden movilizar diferentes especies, una ruta con altos niveles de desconexión entre parches de bosque como se presenta en las zonas lecheras del norte antioqueño (figura 21 superior izquierda), puede ser menos probable que sea transitada por mamíferos grandes, sin embargo, algunos mamíferos pequeños y la avifauna pueden hacer uso de dichas rutas. En algunas ocasiones las rutas de conectividad ecosistémica surcan entornos diversos por la complejidad ecológica, aun teniendo desconexiones ecológicas tendrían mayor probabilidad de uso por diferentes especies, por la recurrencia de refugios de vida silvestre, como es el caso de las zonas de humedales del Bajo Nechí (figura 21 inferior izquierda), todas estas condiciones determinan los tipos de intervención que se deben realizar sobre los territorios, si el propósito es hacer labores de restauración ecológica.

6. MODELO DE CONECTIVIDADES ECOSISTÉMICAS EN LA JURISDICCIÓN DE CORANTIOQUIA

Al configurar el modelo de conexiones ecosistémicas en la jurisdicción de CORANTIOQUIA, se identificó un total de 887.071 hectáreas del esquema de las redes conectoras, con las cuales se pueden unir 645 puntos nodales (áreas de interés estratégico ambiental) mediante 2068 rutas posibles, los puntos nodales se seleccionaron en sitios con coberturas boscosas mayores a 50 hectáreas, centros de áreas protegidas públicas y privadas, áreas priorizadas por biodiversidad, y por la presencia de otras estrategias de conservación (figura 23).

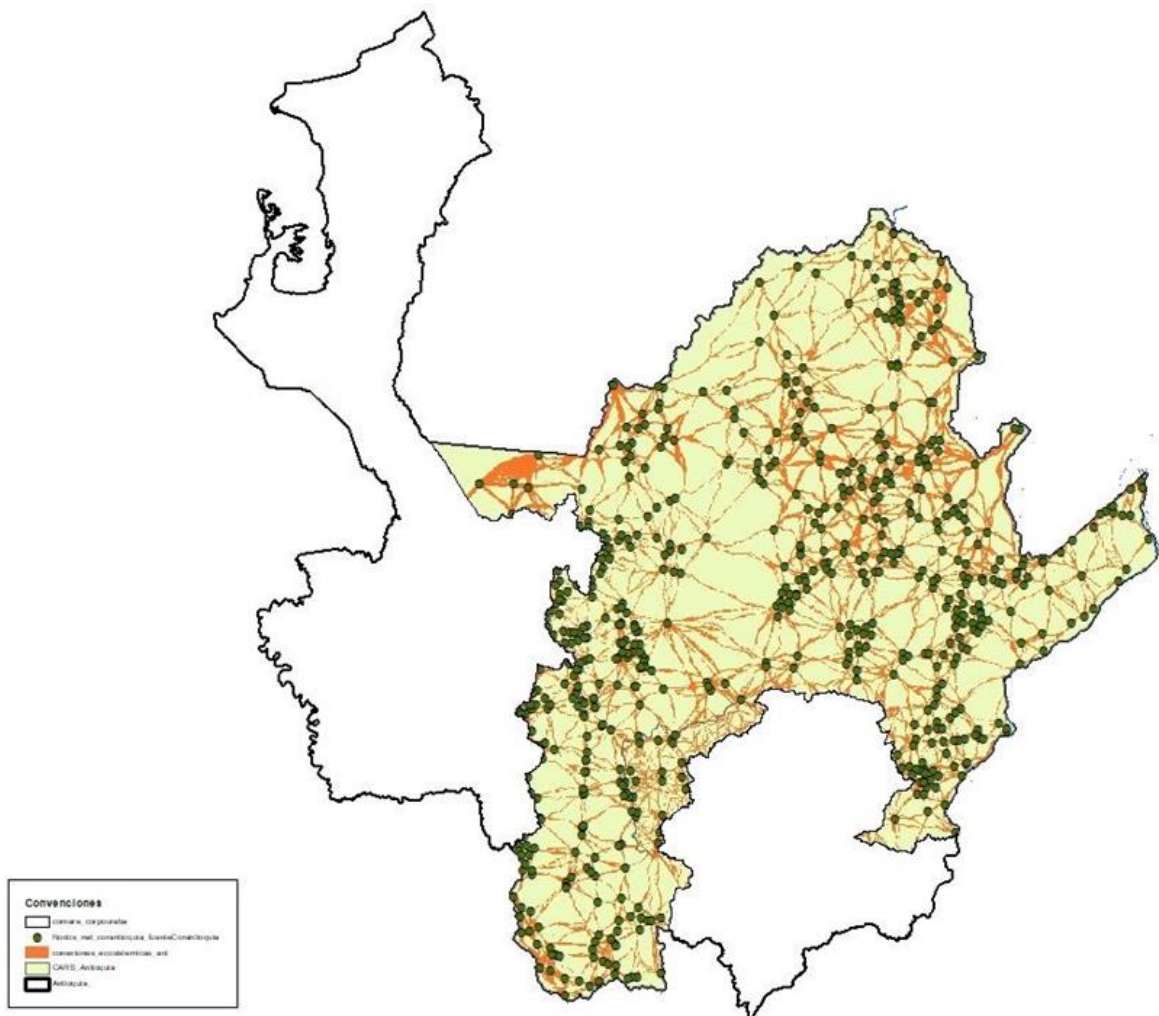


Figura 23 Panorama de la red de conexiones ecosistémicas y los puntos nodales en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

Los sitios con mayor densidad y complejidad de las redes de conexión ecosistémica se ubican en los bosques del noreste - Serranía de San Lucas, Bajo Cauca, Magdalena Medio,

suroccidente del Valle de Aburrá en conexión al río Cauca, vertiente oriental de la Cordillera occidental en el occidente y suroeste antioqueño, por el contrario, las zonas con menores opciones de conexión ecosistémica se pueden observar en todo el altiplano norte (zona lechera y papera del departamento de Antioquia), llanuras bajas del río Cauca y Nechí, en las zonas cafeteras del suroeste y en las zonas ganaderas del Magdalena Medio.

El traslape de la red de conectividades con la capa de coberturas naturales del Plan de Ordenamiento Forestal, muestra un 72,8% de toda la red bajo alguna cobertura vegetal, lo cual deja un total de 240.719 hectáreas (30,3%) en desconexión ecosistémica. El esquema plantea lugares específicos donde se presentan los vacíos de conexión a ser “rellenados” con herramientas de manejo del paisaje que permitan una conectividad ecológica.

Las distintas subregiones territoriales en jurisdicción de CORANTIOQUIA tienen un panorama diverso en la desconexión ecosistémica según el esquema planteado, la zona del Aburrá Norte presenta la mayor proporción de desconexión ecosistémica con el 66%, siendo Girardota el municipio con mayor cantidad de vacíos en la red ecológica (81,4%), mientras que la subregión de Panzenú (Bajo cauca antioqueño) presenta la menor desconexión con un promedio del 20%. Paradójicamente esta última subregión presenta las mayores tasas de deforestación en los últimos años, posterior a la firma de los acuerdos de paz. La baja cifra de desconexión en la zona del Bajo Nechí se da por la presencia de masas boscosas extensas, sin embargo, las mismas están siendo diezgadas de una forma rápida, en la tabla 2 que se relaciona a continuación, se refleja el panorama de desconexiones en los distintos municipios y subregiones en jurisdicción de CORANTIOQUIA.

Tabla 2. Datos de conectividad ecosistémica en los municipios en jurisdicción de CORANTIOQUIA.

Municipio	Área	Área del Esquema	Área Desconectada	Área Conectada	(%) Desconexión
OT Aburrá Norte					
Medellín	37344,0	13543,1	7200,1	6343,0	53,2
Bello	14785,7	4979,9	3283,9	1695,9	65,9
Copacabana	6792,4	1677,7	1126,3	551,5	67,1
Girardota	8280,1	2729,9	2221,0	508,9	81,4
Barbosa	20560,3	6798,9	4228,8	2570,1	62,2
		29729,4	Promedio desconexión		66,0
OT Aburrá Sur					
Amagá	8411,9	1855,9	1066,6	789,3	57,5
Angelópolis	8186,0	1926,5	193,0	1733,5	10,0
Armenia	11042,2	2032,1	1202,3	829,8	59,2
Caldas	13273,0	4366,5	1287,2	3079,3	29,5
Envigado	8380,2	2197,9	1081,4	1116,5	49,2
Heliconia	11483,1	2831,2	779,8	2051,4	27,5
Itagüí	1950,8	661,5	472,6	189,0	71,4
La Estrella	3683,8	1285,7	440,0	845,7	34,2



CORANTIOQUIA

Esquema de Conectividades
Ecosistémicas con Enfoque Diferencial

Sabaneta	1573,3	566,3	215,5	350,8	38,0
Titiribí	14032,9	2263,0	1246,4	1016,6	55,1
		19986,6	Promedio desconexión		43,2
OT Zenufaná					
Amalfi	120834,6	40834,8	7389,4	33445,5	18,1
Caracolí	26258,4	10599,3	3715,6	6883,7	35,1
Cisneros	4691,5	1004,8	481,5	523,3	47,9
Maceo	38680,3	11288,2	5148,1	6140,2	45,6
Puerto Berrio	121893,2	24441,0	8646,6	15794,4	35,4
Puerto Nare	66873,1	18744,3	7125,9	11618,4	38,0
Remedios	197307,4	63028,4	10327,4	52701,0	16,4
Segovia	112473,3	40327,7	2257,4	38070,3	5,6
Vegachí	54029,9	11226,6	2768,7	8457,9	24,7
Yalí	44055,5	8140,6	2456,9	5683,7	30,2
Yolombó	101188,2	29288,8	11794,8	17494,1	40,3
Yondó	189295,4	35881,1	10196,8	25684,3	28,4
		294805,7	Promedio desconexión		30,5
OT Tahamíes					
Angostura	33835,4	3031,3	1386,3	1644,9	45,7
Anorí	141295,7	38780,9	3059,4	35721,6	7,9
Belmira	29608,8	10256,2	2851,4	7404,8	27,8
Briceño	37624,0	7852,9	2050,6	5802,3	26,1
Campamento	23208,5	1283,6	419,5	864,0	32,7
Carolina del Príncipe	14951,4	1062,8	420,4	642,4	39,6
Don Matías	20321,6	7652,8	5332,9	2319,9	69,7
Entrerriós	21413,5	4237,6	2007,1	2230,5	47,4
Gómez Plata	33203,1	9278,6	4150,3	5128,4	44,7
Guadalupe	11814,8	1171,8	580,4	591,4	49,5
Ituango	284092,6	78847,5	5723,9	73123,6	7,3
San Andrés de Cuerquia	20681,7	3468,9	1281,2	2187,7	36,9
San José de La Montaña	12604,8	2662,8	1059,8	1603,0	39,8
San Pedro de los Milagros	22100,0	2438,2	1520,1	918,2	62,3

Santa Rosa de Osos	86449,9	22064,8	15700,5	6364,4	71,2
Toledo	13441,8	3583,7	1803,7	1780,0	50,3
Yarumal	71233,0	8530,9	2666,0	5864,9	31,3
		206205,3	Promedio desconexión		40,6
OT Cartama					
Caramanta	9206,3	1196,9	538,1	658,8	45,0
Fredonia	25804,1	3258,1	2120,9	1137,2	65,1
Jericó	20497,1	4093,0	1723,6	2369,4	42,1
La Pintada	5429,8	2045,3	1203,3	841,9	58,8
Montebello	7600,5	2123,6	916,2	1207,4	43,1
Pueblorrico	7542,7	1497,2	803,7	693,5	53,7
Santa Bárbara	19611,8	3365,2	1902,3	1462,9	56,5
Támesis	25219,5	7891,2	3210,8	4680,4	40,7
Tarso	12046,1	2554,4	1384,6	1169,9	54,2
Valparaíso	12614,6	2574,9	1695,6	879,3	65,9
Venecia	13963,5	3065,0	1600,5	1464,5	52,2
		33664,8	Promedio desconexión		52,5
OT Citará					
Andes	40248,7	13632,4	3517,3	10115,1	25,8
Betania	18052,6	5247,6	1136,6	4111,0	21,7
Betulia	26236,2	3699,0	1786,9	1912,1	48,3
Ciudad Bolívar	26379,1	4271,5	1524,9	2746,5	35,7
Concordia	24788,7	3817,3	2607,6	1209,8	68,3
Hispania	5417,8	308,6	237,3	71,3	76,9
Jardín	20114,1	6749,3	1520,6	5228,7	22,5
Salgar	28823,9	7177,8	3177,7	4000,2	44,3
		44903,6	Promedio desconexión		42,9
OT Panzenú					
Cáceres	187269,7	39471,6	6181,7	33289,9	15,7
Caucasia	142823,9	16681,8	5048,2	11633,6	30,3
El Bagre	155862,1	48508,0	3654,5	44853,5	7,5
Nechí	93658,1	24233,5	4264,5	19969,0	17,6
Tarazá	114869,4	20551,2	4467,1	16084,1	21,7
Valdivia	56748,2	5749,2	2188,5	3560,7	38,1
Zaragoza	116673,5	35035,7	3087,0	31948,7	8,8
		190231,0	Promedio desconexión		20,0

OT Hevexicos					
Anzá	25591,1	4450,0	2083,6	2366,4	46,8
Buriticá	35519,1	10815,9	4725,7	6090,3	43,7
Caicedo	20013,0	6099,5	1924,3	4175,2	31,5
Ebéjico	23774,7	5403,7	3601,4	1802,2	66,6
Liborina	21638,7	6100,4	2000,3	4100,0	32,8
Olaya	8697,4	2235,4	774,9	1460,4	34,7
Sabanalarga	26572,6	6484,2	2858,5	3625,6	44,1
San Jerónimo	16123,5	3947,6	2009,9	1937,7	50,9
Santafé de Antioquia	52557,2	14439,2	5879,1	8560,1	40,7
Sopetrán	21903,6	6319,1	2994,9	3324,2	47,4
		66294,8	Promedio desconexión		43,9

El esquema de conectividades ecosistémicas compromete en mayor proporción a algunos territorios municipales que a otros, con los vacíos de conexión ecosistémica; los municipios de Remedios, Yolombó, Yondó y Santa Rosa de Osos, con más de cuarenta y ocho mil (48.000) hectáreas en desconexión ecosistémica, en su conjunto tienen aproximadamente el 20% de la desconexión territorial; dichos municipios serían los lugares donde más intervenciones se precisa realizar con la finalidad de facilitar la integración ecológica territorial.

De los 80 municipios que hacen parte de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, al menos 24 tienen más del 50% del esquema conector con vacíos de conexión, en estos territorios, se ha transformado el uso del suelo de conservación por áreas predominantes de parcelaciones, cultivos de caña panelera, ganadería extensiva doble propósito, plantación forestal o monocultivos, en casi todos los territorios se dejan algunos parches de bosque natural con el propósito de conservación natural, sin embargo, lo hacen en una condición de aislamiento y desconexión. En la figura 24 se refleja un contraste entre territorios con coberturas boscosas y de amplia ocupación.

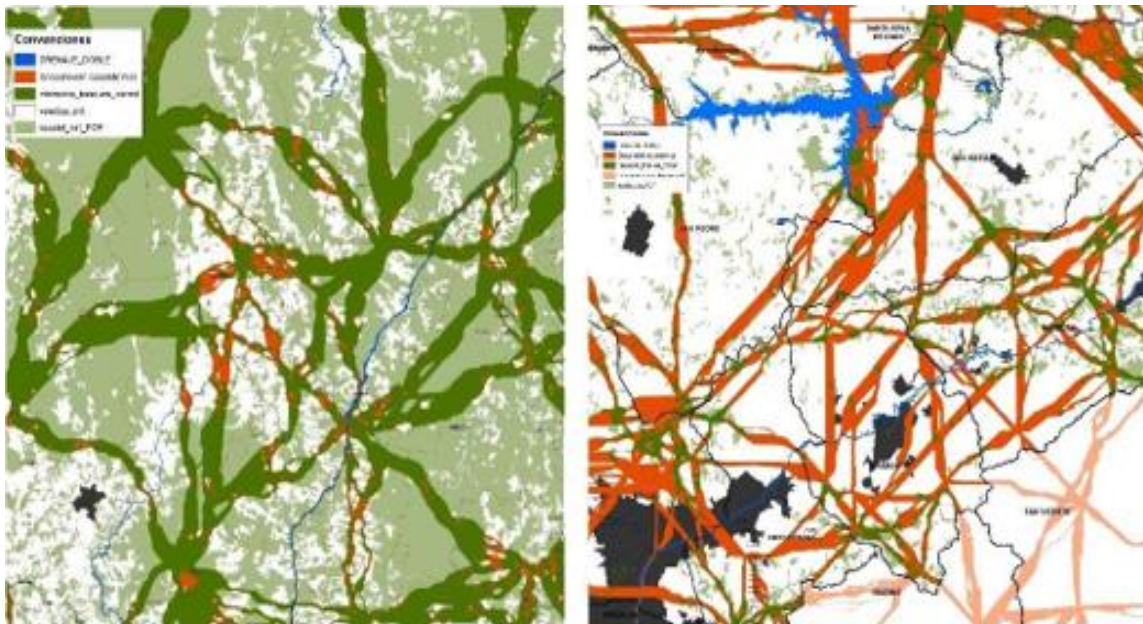


Figura 24 Desconexión ecosistémica en las rutas conectoras a lo largo de las diferentes coberturas vegetales.

En la tabla 2 relacionada con anterioridad, se pueden observar varios fenómenos territoriales relacionados con la desconexión de los ecosistemas naturales, el Municipio de Girardota presenta un porcentaje muy alto en proporción a su tamaño territorial, mientras que municipios como Yondó y Remedios presentan las mayores áreas de desconexión, pero con relación a la proporción territorial, aún es baja.

En municipios como Segovia, Ituango, Anorí, El Bagre, Zaragoza, Remedios, Amalfi, Cáceres, Nechí y Tarazá el proceso de desconexión va en aumento, especialmente en los últimos tres años, solo en estos municipios se suman casi 60 mil hectáreas en desconexión de ecosistemas. En las fotos que se relacionan a continuación en la figura 25, se muestra parte de la dinámica que se tiene del uso del suelo en municipios como Anorí, Nechí y Yondó.

Cada municipio deberá tener claro su contexto ecológico, el papel que juega en la comunicación de los ecosistemas, y en la participación que podría tener en el favorecimiento de la condición del equilibrio natural, los límites territoriales son arbitrarios y no pueden ser un obstáculo a la conexión ecosistémica, toda vez que los recursos naturales como el aire, el agua, la fauna y la dispersión de las plantas, se da por todo el territorio sin tener presente si pertenecen a un municipio u otro.

Los municipios donde más se requiere trabajar por la conexión ecosistémica incluyen los del Magdalena Medio, Norte, Nordeste y Occidente Antioqueño (Yondó, Puerto Berrío, Santa Rosa de Osos, Entreríos, Don Matías, Remedios, Cáceres, Amalfi, Yolombó, Caucaasia, Nechí, Puerto Nare); en estas localidades se precisan intervenciones rápidas y continuadas en razón a la ruptura en la conectividad por la deforestación y/o mantenimiento de usos del suelo con pastizales extensos. Las siguientes fotografías (figura 19) muestran parte de la dinámica actual de estas zonas.



Figura 25 Remoción de coberturas boscosas y transformación a sistemas simplificados en el norte de Anorí, Nechí y Yondó.

Las cifras de la desconexión ecosistémica llevadas a escala veredal, permiten identificar los territorios con intervenciones puntuales en las rutas de intercambio de los ecosistemas naturales, el listado a escala veredal, según la proporción de los vacíos del esquema de conectividad en el área superficial, es muy diferente a la escala municipal, la vereda con mayor desconexión ecosistémica, de acuerdo con su superficie, es El Golfo en el municipio de San Jerónimo, seguida por la vereda Las Colonias del municipio de Andes, La Ferrería del municipio de Amagá, El Paraíso del municipio de Girardota, Guaimaral del municipio de Andes y Travesías en el municipio de Medellín, todas con más de un 50% de interrupción de las áreas de intercambio ecosistémico, sin embargo, los primeros lugares de desconexión en veredas corresponden con áreas muy pequeñas y cercanas a cascos urbanos próximos al municipio de Medellín, en los cuales la ocupación para vivienda es el uso dominante de la tierra. En la tabla 3 se establece un listado de las primeras 36 veredas con menor conexión ecológica.

Tabla 3. Veredas con menor nivel de conectividad ecosistémica

Municipio	Vereda	Área (Ha)	Área Vacía (Ha)	(%) Desconexión
San Jerónimo	El Golfo	106,82	69,09	64,67
Andes	Las Colonias	87,77	56,51	64,38
Amaga	La Ferrería	165,47	102,91	62,20
Girardota	El Paraíso	118,94	72,01	60,55
San Jerónimo	Murrapala	144,97	78,88	54,41
Copacabana	El Noral	91,08	48,80	53,59
Andes	Guaimaral	152,25	79,88	52,47
Medellín	travesías	142,35	72,24	50,75
Amaga	La Clarita 2	117,43	57,33	48,82
Medellín	Palmitas	22,35	10,25	45,86
San Jerónimo	Pesquinal	249,98	111,09	44,44
Andes	El Rojo	155,78	67,14	43,10
Andes	Alto Del Rayo	103,14	43,81	42,47
Salgar	El Clavel	322,70	135,16	41,88
Girardota	San Esteban	208,27	82,59	39,65
Venecia	Villa Silvia	355,04	140,21	39,49
Pueblorrico	Mulato	422,61	160,53	37,99

Barbosa	Aguas Claras Abajo	198,81	75,18	37,82
Barbosa	Guayabal	149,72	54,26	36,24
Amaga	Nechi	606,59	199,79	32,94
Yolombó	El Oso	252,97	82,14	32,47
Tarso	Cascabel	314,62	101,07	32,13
Girardota	La Meseta	269,38	86,12	31,97
Barbosa	Platanito Parte Baja	432,24	137,46	31,80
Barbosa	San Eugenio	214,04	67,51	31,54
Sabaneta	Cañaveralejo	3,94	1,18	29,99
Betulia	La Iracala	356,63	105,65	29,63
Girardota	La Matica	243,00	68,31	28,11
jardín	San Bartolo	262,90	73,42	27,93
San Jerónimo	Llanos De San Juan	270,69	72,57	26,81
Barbosa	Las Lajas	247,31	65,54	26,50
Puerto Berrio	Murillo	5,86	1,55	26,42
Santa Rosa De Osos	Orobajo Santa Inés	274,29	72,21	26,33
Barbosa	Platanito Parte Alta	152,45	39,62	25,99
Girardota	Portachuelo	451,41	113,60	25,16
Támesis	La Argentina	280,40	69,71	24,86

El listado de veredas que se presenta en la tabla 3, permite soportar algunas decisiones de manejo en territorios muy ocupados, caso específico el de la vereda El Golfo en el municipio de San Jerónimo, la cual no solo tiene desconexión ecosistémica, sino una alta densidad de construcciones rurales, las decisiones en estos contextos, no necesariamente deben ser evitar estas rutas de conexión o plantear usos de alta restricción, por el contrario, precisa un análisis y un diálogo con los actores para seleccionar la Herramienta de Manejo del Paisaje más aproximada a la realidad.

El listado completo de veredas incluye algunas de ellas con grandes extensiones deforestadas, o con cambios de usos del suelo no compatibles con las rutas de intercambios ecosistémico, es el caso de la vereda Oro bajo del Corregimiento de Río grande del municipio de Santa Rosa de Osos, en la cual aproximadamente 500 hectáreas tienen usos del suelo que impiden la movilización de la biodiversidad a través de los territorios. En la tabla 4 se refleja el panorama de las veredas con más de 100 hectáreas del esquema de conectividad ecosistémica en usos del suelo no conectores.

Tabla 4. Veredas con las mayores extensiones comprometidas en la desconexión ecosistémica.

Municipio	Vereda	Área (Ha)	Área Vacía (Ha)	(%) Desconexión
Santa Rosa De Osos	Oro bajo y Río grande	5753,00	489,67	8,51
Valparaiso	La Barca	1736,43	323,11	18,61
Yondó	La Condor - X10	1930,86	245,57	12,72

Amaga	Nechí	606,59	199,79	32,94
Betania	La Libia	804,31	194,89	24,23
Cáceres	Isla La Amargura	795,16	189,19	23,79
Pueblorrico	Mulato	422,61	160,53	37,99
Cáceres	Puerto Santo	2483,45	155,51	6,26
Venecia	Villa Silvia	355,04	140,21	39,49
Barbosa	Platanito Parte Baja	432,24	137,46	31,80
Salgar	El Clavel	322,70	135,16	41,88
Yondó	Zona Urbana Vereda El Dique	939,42	125,15	13,32
Cáceres	Las Malvinas	1324,95	119,39	9,01
Girardota	Portachuelo	451,41	113,60	25,16
San Jerónimo	Pesquinal	249,98	111,09	44,44
Itagüí	Casco	1177,52	109,40	9,29
Betulia	La Iracala	356,63	105,65	29,63
Tarso	<i>Cascabel</i>	<i>314,62</i>	<i>101,07</i>	32,13

La visualización de las rutas conectoras y el estado en el que se encuentran les permite a los municipios identificar las áreas con mayores desconexiones ecosistémicas, con el objeto de programar algunas intervenciones en predios concretos, para favorecer dicha conectividad.

No todas las áreas deforestadas y degradadas interrumpen la conexión ecosistémica, pero si la limitan y seleccionan el tipo de especies que se pueden movilizar, la propuesta técnica de conectividad ecosistémica se plantea para mejorar la funcionalidad ecológica de los bosques que aún sobreviven, permitiendo que entre las áreas naturales se mantenga una comunicación con intercambios genéticos de materia y energía, lo cual redundará en una calidad de los bienes y servicios ecosistémicos derivados de estos lugares, no se puede descuidar el resto del territorio, ya que las rutas son solo oportunidades de movilización, pero las áreas boscosas son los sitios de alimentación, reproducción, anidación y refugio; el esquema de conexiones ecosistémicas, por lo tanto, es una manera de enfrentar la tasa de deterioro ecosistémico para potencializar su recuperación natural de una manera más rápida.

6.1. Validación y uso del modelo de conectividad ecosistémica

El modelo de redes de conectividades ecosistémicas no sólo es el producto de los procesamientos cartográficos con el cual se obtuvo un complejo de rutas de conexión natural, este modelo, y el panorama que ofrece, se somete a una revisión por parte de los diferentes actores territoriales: Administraciones municipales, territorios colectivos y resguardos, y espacios de discusión ciudadana. CORANTIOQUIA viene propiciando todos los espacios de diálogo posibles para socializar el modelo, clarificar los mecanismos y estrategias que pueden consolidar el esquema de conectividad ecosistémica, discutir el Acto Administrativo con la determinante ambiental validada, y recibir propuestas de mejoramiento con la finalidad que sea un insumo de trabajo para todos los sectores y ciudadanía en general; tanto el documento como la información cartográfica se dispuso en la página web corporativa, para que se realice su lectura por cualquier

persona e institución interesada en el tema, se plantearán reuniones por núcleos territoriales, tanto virtual como presencia, con el ánimo de extender la participación tanto como sea posible, y sobre todo establecer alianzas con los actores para propiciar tratamientos diferenciales al uso del suelo, sin desconocer la ocupación y uso.

A través de algunos espacios corporativos fue discutida técnicamente la propuesta del esquema de conectividad ecosistémica, como ocurrió el día 11 de agosto de 2020 con técnicos de la Corporación, donde se revisaron las posibilidades de aplicación y los inconvenientes en la incorporación de este modelo como determinante ambiental; en la discusión sostenida se concluye sobre las posibilidades para consolidar conexiones regionales gruesas, como la Serranía de San Lucas – Nudo del Paramillo, entre el nordeste y norte de Antioquia, adelantar acciones de protección del oso andino entre el PNN Tatamá y el PNN Nudo del Paramillo, a través de las áreas protegidas de la Cordillera occidental, consolidación de una red funcional en los humedales del Magdalena Medio o del Bajo Cauca, conectar áreas lecheras en el norte del departamento de Antioquia, e incluso considerar algunos sectores de conexión urbanos, además de otras priorizaciones preestablecidas. Se concluyó a su vez en este espacio, que el esquema de conectividades ecosistémicas no puede orientar las rutas de conexión ecológica hacia suelos de protección, sino analizar diferentes Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP que podrían ser más efectivas en la conectividad ecosistémica, tal como un simple aislamiento, acciones de reconversión productiva (ganadería con pastos arbolados, implementación de cercos vivos, manejo de parcelas con pastos de corte, conformación de mosaicos agrícolas, siembra de franjas de aislamiento de parcelas, entre otros métodos).

El esquema de conectividades ecosistemas funcionará como una herramienta de trabajo para los tomadores de decisiones, los cuales podrán correlacionar la información existente, como por ejemplo, la de los conflictos con fauna silvestre (ataques de felinos y otras especies sobre el ganado y especies menores y/o sobre personas) y el desarrollo de acciones de pago por servicios ambientales - PSA, proyectos de restauración, adquisición de predios de conservación, entre otras estrategias.

Sobre los conflictos relacionados con el ataque de felino, específicamente se relacionaron 63 reportes de ataques de fauna silvestre (ataques de Puma o Jaguar sobre el ganado) en varios lugares de la jurisdicción de CORANTIOQUIA, para lo cual se analizó la proximidad con el esquema de las redes ecológicas, observándose una correlación estrecha de los lugares de incidencia de algún felino u otras especies de fauna silvestre, y las rutas de conexión.

Del total de los 63 reportes de ataques de fauna silvestre, 56 ocurrieron a menos de 1000 metros de alguna de las conexiones ecosistémicas planteadas, 27 de estos reportes, ocurrieron a menos de 100 metros. En la figura 26 se refleja la situación específica de conflictos con fauna silvestre (identificados con una estrella), en relación con las rutas de conectividad.

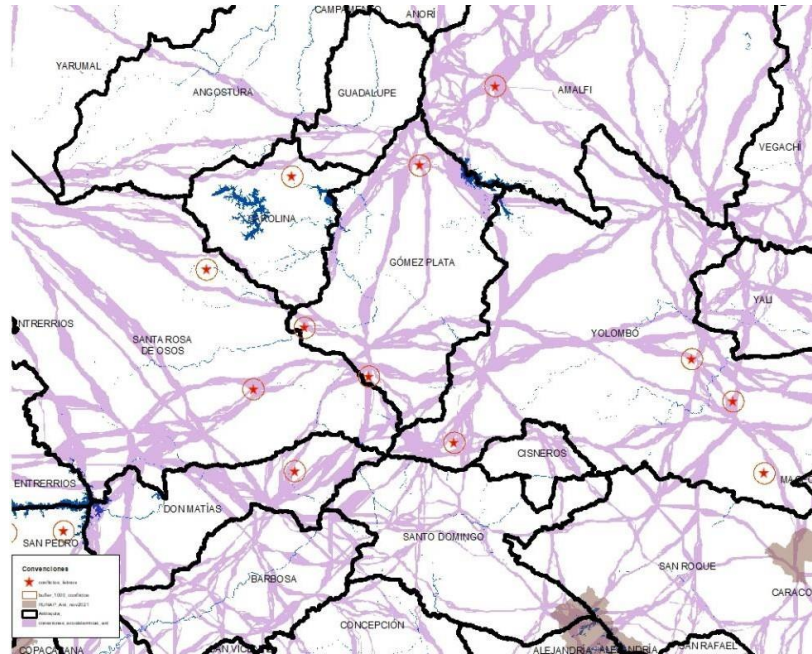


Figura 26 Puntos de conflictos con fauna silvestre (ataque de felinos sobre el ganado) y su relación con las rutas de conectividad ecosistémica.

Los diferentes actores podrán cruzar la información de la red de conexiones ecosistémicas, con la red vial, el diseño de proyectos y la planificación de usos del suelo, con la finalidad de afinar, bien sea los usos del suelo o herramientas de manejo de paisaje para facilitar las rutas de conexión ecosistémica.

Cada municipio deberá identificar qué usos del suelo están interceptados con el esquema de conectividades, y definir que herramientas de manejo del paisaje podrá utilizar; en el siguiente numeral se brindan orientaciones a la aplicación de Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP para facilitar el desarrollo del esquema de conectividades.

6.2. Aplicación de Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP en el esquema de conectividades ecosistémicas.

El esquema de las redes de conectividad ecosistémica atraviesa por diferentes escenarios en el territorio, con modelos de ocupación y uso predefinidos o proyectados. En cada ruta se presentan vacíos o desconexiones entre los parches de bosque, producto de aprovechamientos agropecuarios, construcciones o simples remociones de la cobertura vegetal. Los propietarios de los predios en los cuales se encuentran esos parches tienen el papel conector de la biodiversidad, pero a su vez tienen una actividad tradicional de ocupación y uso del suelo, ante esta realidad, la discusión debe ser sobre cuáles acciones pueden desarrollarse en cada predio, para lograr una armonía entre la producción y/o la ocupación con la dinámica de intercambio que tienen los ecosistemas naturales en el paisaje. La figura 26 muestra diferentes situaciones territoriales.

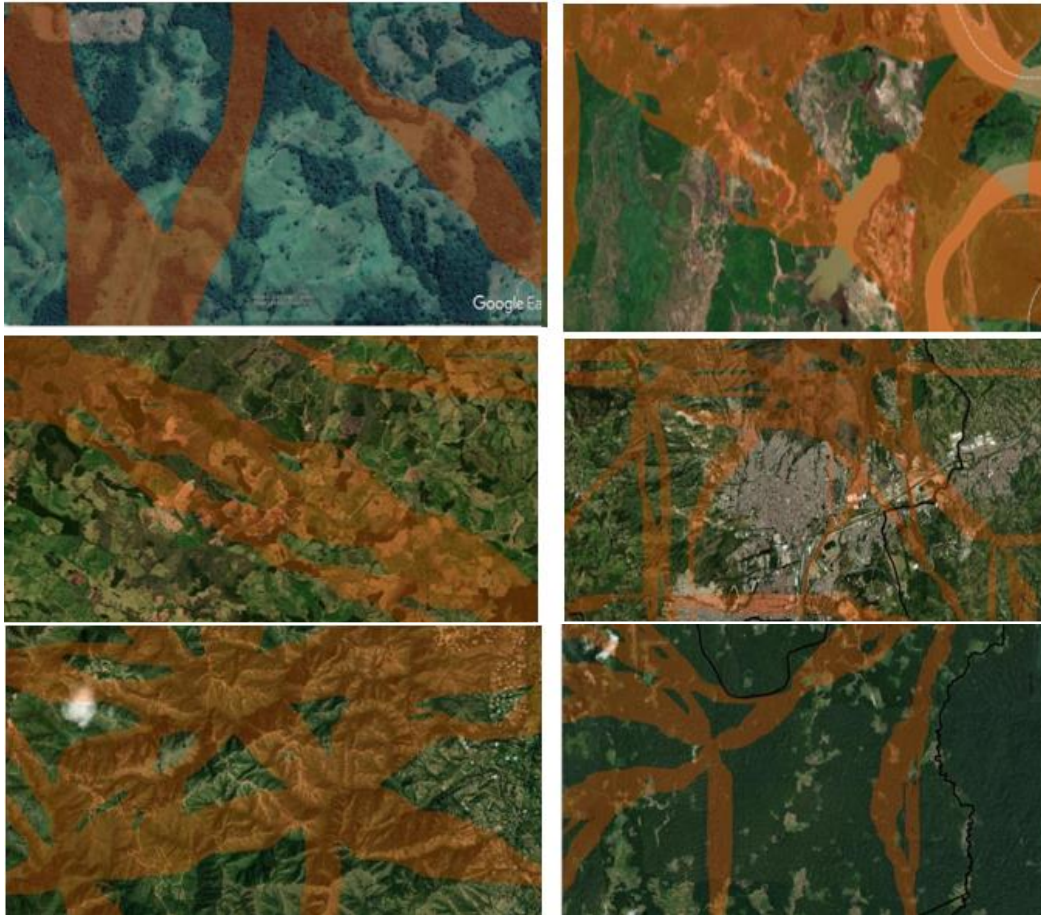


Figura 27 Red del esquema de conectividades y las coberturas del suelo entre del territorio.

El esquema de conectividades ecosistémicas muestra una gama de rutas por donde se puede conectar un ecosistema a otro, en forma regional, el diseño del esquema es independiente de las intervenciones anteriores, recientes o en proyección sobre los territorios, pero igualmente deja planteada la discusión sobre las opciones que podrían favorecer la comunicación entre áreas naturales, sin desconocer esos usos del suelo actuales. Estas opciones de manejo del paisaje las denominamos Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP.

Las Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP comprenden una serie de medidas para diseñar los entornos rurales bajo arreglos espaciales, con elementos físico-bióticos que constituyen o mejoran el hábitat, incrementan la conectividad funcional, o cumplen simultáneamente con estas funciones en beneficio de la biodiversidad nativa. Estas medidas permiten conservar la biodiversidad en regiones rurales productivas, o destinadas a la habitabilidad, por lo tanto, deberán considerarse con un buen análisis de la situación espacial del entorno de interés.

Una de las principales Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP comprende la plantación de árboles en cercos vivos, de manera aislada en potreros abiertos o en parcelas concentradas; la siembra de árboles resulta ser un elemento importante para el presente esquema de conectividades ecosistémicas, por lo siguiente:

- ✓ Aumentan la diversidad y la variabilidad de nichos para diversas especies.
- ✓ El sombrío mantiene la estructura de la vegetación, lo cual contribuye a que haya más diversidad y hábitats, proveyendo diversos servicios ecosistémicos.
- ✓ Facilitan el control natural de plagas, enfermedades y malezas.
- ✓ Posibilitan la regulación del clima y el microclima, modificando hasta 5°C las condiciones del entorno.
- ✓ Facilitan la fijación de nutrientes y mejoran la fertilidad del suelo, lo que previene la erosión.
- ✓ Promueven la disponibilidad de polinizadores.
- ✓ Disminuyen la dependencia de insumos externos.
- ✓ Son fuente de proteína para el ganado, para la obtención de leña y postes, y sirven como barreras contra el viento y el sol.

Una de las preocupaciones de los propietarios de predios rurales ante la siembra de árboles, es la reducción de la superficie productiva de pastos, siendo necesario recordar que el ganado también es un ser sintiente y, por lo tanto, siente calor y se deshidrata, por lo cual busca refugio en el sombrío de los árboles, como se evidencia en la figura 28. Resulta importante aclarar que el éxito en la implementación de árboles dentro de los sistemas productivos está influenciado por aspectos de localización, clima y recursos económicos, siendo necesario considerar una buena distribución de los árboles para evitar una excesiva concentración de sombra o su ausencia en algunas zonas del sistema productivo. Conocer las características y necesidades nutricionales de los árboles sembrados permiten identificar las especies que se pueden utilizar en el sistema agroforestal para evitar generar competencia por la luz y nutrientes entre las especies forestales y la actividad agropecuaria.



Figura 28 Ganado resguardado en el sombrío de los árboles

Resulta importante a su vez, precisar que la implementación de herramientas del paisaje que incluya la siembra de árboles, requiere labores culturales que demandan estos individuos, tal como ocurre con cualquier cultivo agrícola o forestal y, por lo tanto, requiere manejo (fertilización, limpieza y podas). Quiriendo decir que es preciso realizar una adecuada selección de las

especies arbóreas como de su paquete tecnológico que permita la consolidación el manejo del paisaje a intervenir para consolidar corredores biológicos.

Así mismo, según el uso del suelo entre los parches identificados como rutas conectoras, se debe precisar su implementación de acuerdo a las diferentes Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP que más se ajusten a la realidad territorial y pueda favorecer la conexión ecosistémica; algunas de las posibles HMP, se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP para diversas coberturas del suelo

Uso del suelo	Posibles HMP
Áreas ganaderas abiertas	Cercos vivos, aislamiento de zonas especiales para permitir enrastramiento (nacimientos, franjas de retiro, zonas escarpadas, pantanos, etc), densidades más bajas de ganados por superficie.
Áreas forestales o de monocultivos	Barreras naturales (cordones de vegetación nativa intercalados con la actividad productiva y en el sentido de la conexión ecosistémica), para interrumpir la homogenización del paisaje y facilitar oferta alimenticia y refugio a la fauna silvestre.
Áreas rurales habitadas y pequeñas parcelas	Huertos leñeros, parcelas agroecológicas, limitación de densidades de construcción, mosaico de cultivos.
Áreas industriales	Corredores viales arborizados, parques arborizados, terrazas y muros verdes.
Centros poblados	
Vías	Pasos de fauna y corredores viales arborizados.
Áreas erosionadas	Acciones de rehabilitación de suelos y vegetación nodriza y pionera para facilitar establecimiento de especies vegetales.
Áreas boscosas	Restar presiones que afecten dichos bosques dentro de la ruta conectora.
Áreas de pastizales y rastrojeras	Posibilitar la sucesión natural de estos espacios dentro de la ruta, realizando aislamientos o teniendo una densidad menor de ganados y otros usos.

La representación ilustrativa de lo descrito en la presente tabla se puede observar en el numeral 2.2. “Aplicación de Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP en el esquema de conectividades ecosistémicas” del presente documento.

La combinación que se haga de las Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP es muy amplia, no es útil estandarizar procedimientos y estrategias, por cuanto las condiciones y posibilidades de intervención son variables a las condiciones particulares del sitio de intervención y además se tienen diferentes oportunidades de arreglos de uso de la HMP; basados en propuestas de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC en su documento consideraciones para el diseño e implementación de herramientas de manejo del paisaje, se pueden generalizar algunas de las HMP que proponen en la figura 29.

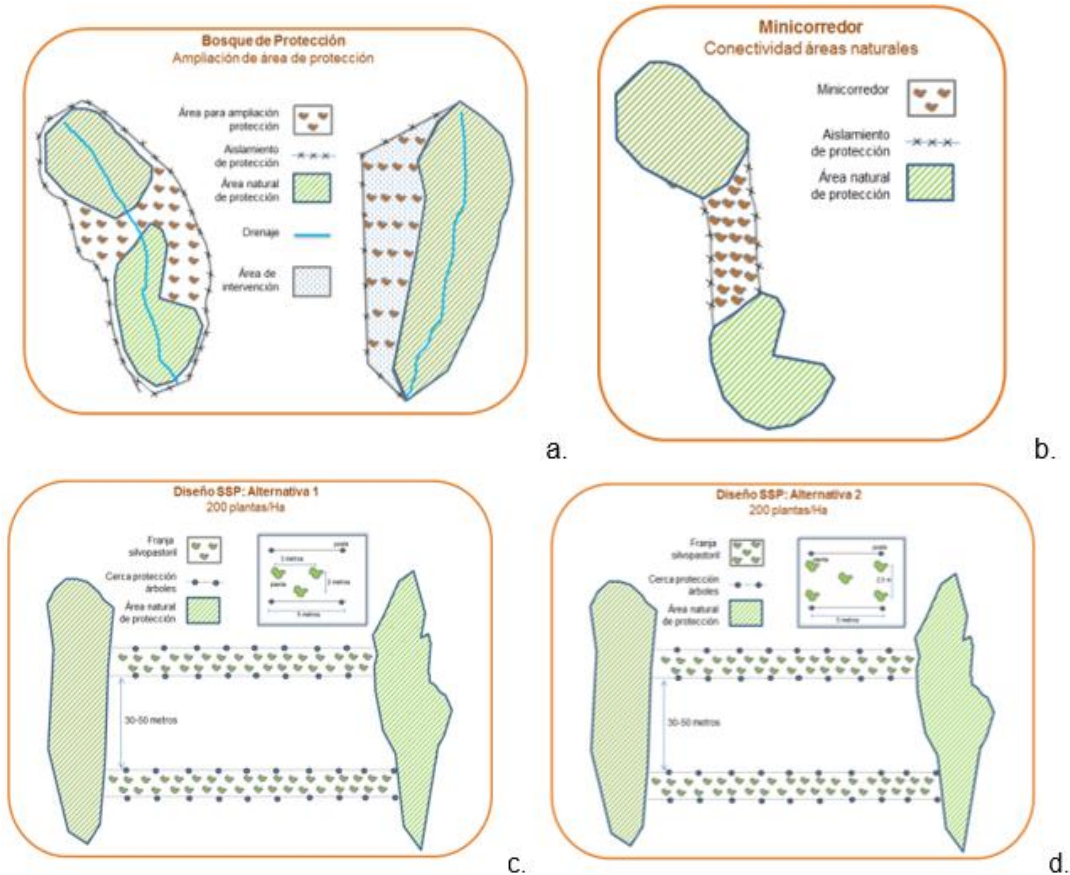


Figura 29 Orientación de las HMP dentro de los parches de las rutas conectoras: a. Bosques de protección (fortalecimiento de los existentes); b. Minicorredores (enlazamiento de fragmentos de bosque) c y d. tratamientos silvopastoriles en fincas productivas que traslapan sobre las rutas conectoras

(fuente ACV. Fuente :https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Fondo_Participativo_Para_la_Accion_Ambiental/Anexos-Guia-de-formulacion-FPAA-2016/Anexo-7-Consideraciones-implementacin-HMP-CVC2016.pdf)

En los contextos extremos como cascos urbanos, sectores industriales y otros lugares donde se remueve completamente la cobertura vegetal, cabe un sistema de arborización de cauces, calles, terrazas o muros verdes que disminuyan el impacto natural por la transformación total del paisaje, en estos sitios, la fauna silvestre aumenta su vulnerabilidad por carecer de refugio y oferta alimenticia. En lo posible deberá favorecerse con adaptaciones lo más natural posible y su relación con la flora, ver figura 30.



Figura 30 Registro de relación de fauna y flora

La funcionalidad ecológica de los territorios orientada globalmente por la Corporación puede ser alimentada continuamente por los diversos actores, empezando por los entes territoriales, tanto regionales como locales, los propietarios de la tierra, las empresas público privada en el cumplimiento de obligaciones ambientales o en las gestiones por la recuperación ambiental. El asunto central, es mantener la articulación de esfuerzos con la Autoridad Ambiental para configurar las diferentes rutas con alcance regional que consoliden los alcances locales que lleven a acciones puntuales que reduzcan territorios, sin conexión y sin continuidad.

Las acciones y/o estrategias que pueda realizar la Corporación mediante contratos y convenios, deberán estar en consonancia con el esquema de conectividades ecosistémicas, y se deberán cuantificar en hectáreas conectadas; la restauración ecológica deberá incluir algunas de las HMP, y además apoyarse en todas las medidas administrativas y determinantes posibles, para enlazar acciones de manejo tales como la formulación de POMCAS, la protección de las áreas forestales protectoras, determinación de franjas paralelas del recurso hídrico, planes de manejo ambiental de proyectos licenciados, Instrumentos de Ordenamientos Territorial (PBOT, EOT, POT), con las cuales se favorezca la conexión ecosistémica, que de manera visible se evidencias en el territorio mediante: Corredores biológicos, cercas vivas mixtas, cercos protectores, enriquecimiento de bosques, bosques protectores – productores, sistemas silvopastoriles en árboles dispersos, lo anterior, en sintonía con las Estrategias BIO + (Conectar a través del agua lo que debe estar conectado), con todo el potencial de conectividad que estas áreas poseen. (Figura 31)

En síntesis, todas las acciones enmarcadas en las HMP conforman corredores biológicos aumentando el dinamismo y funcionalidad entre fragmentos de bosque. En las figuras 33 a 35, se muestran varias de las HMP que pueden observarse en los diferentes paisajes.

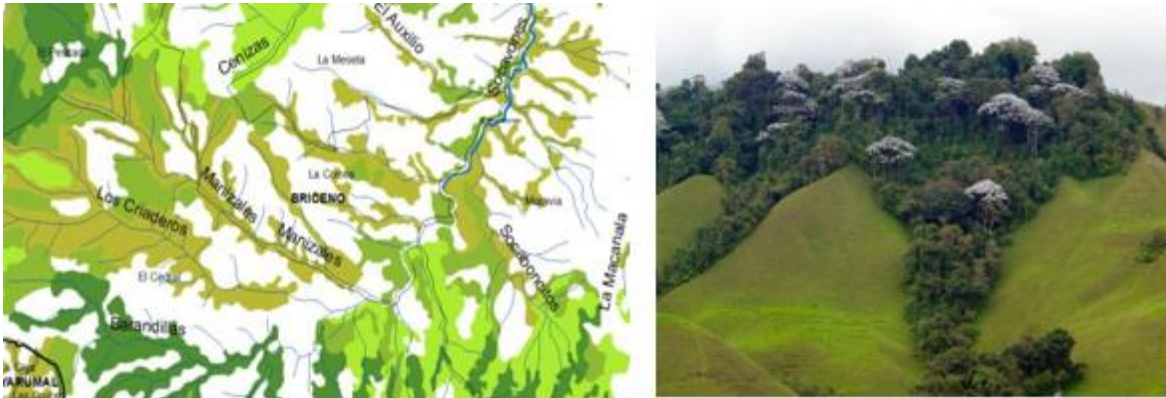


Figura 31 Ejemplo de corredores biológicos a implementar.

- **Cercas vivas mixtas:** Delimitan potreros o propiedades, actuando como conectores de elementos del paisaje. La cerca es de carácter productivo y protector, combinando especies aprovechables en el tiempo con otras que permanecerán sin eliminarse del sistema. Las especies utilizadas pueden ser definidas a través de un diálogo de intereses comunitarios y técnicos. En la Figura 32 se observan algunos ejemplos de cercas vivas que se pueden concertar.



Figura 32 Algunos ejemplos de cercas vivas

- **Cercos protectores:** Aíslan cañadas, cuerpos hídricos, bosques o humedales con alambre de púa y estacones muertos o vivos, para evitar la entrada del ganado (Figura 33).



Figura 33 Ejemplos de cercos protectores

- **Enriquecimiento del bosque natural:** Son fajas de especies amenazadas ubicadas cada treinta metros (30m) que permitirán en un futuro, la dispersión de semillas entre los elementos del paisaje (Figura 34).



Figura 34 Semillas para enriquecimiento del bosque

- **Bosque protector-productor:** Corresponde al establecimiento de especies multipropósito o a la combinación de especies maderables y no maderables, con el fin de suplir las necesidades de madera del propietario. Se puede aplicar aquí la información de uso de recursos locales.
- **Sistema silvopastoril en árboles dispersos:** Corresponde a árboles aislados sembrados en las pasturas, de tamaño considerable, entre cincuenta (50) y ochenta (80) centímetros (cm), o estacones que rebroten. En la figura 35 Imagen de potreros arbolados.



Figura 35 Ejemplo de sistemas silvopastoriles

- **Sistema silvopastoril en franja:** Constituido por franjas de árboles ubicadas en los potreros, a cada treinta metros (30m), y aisladas con cerca eléctrica o de púa; su objetivo es que actúen como conectores entre bosques o cuerpos de agua.
- **Sistema agrosilvícola:** Conformado por árboles sembrados en medio de los cultivos que contribuyen a la conservación del suelo.
- **Banco de proteína:** Plantas específicas establecidas en un espacio máximo de quinientos metros cuadrados (500 m²), con el fin de complementar la dieta alimenticia del ganado (Chaves et al, 2007)

A modo de conclusión, para la aplicación de las Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP en la implementación del presente esquema de conectividades ecosistémicas, se deberán ejecutar las siguientes acciones:

- ✓ Cargar la cartografía del esquema de conectividades ecosistémicas y superponerla con las capas de cartografía básica y estructura ecológica principal del territorio municipal.
- ✓ Identificar los sectores veredales o urbanos, así como el listado de predios que corresponden con estas rutas conectoras ecológicas.
- ✓ Correlacionar las rutas del esquema de conectividades ecosistémicas con lo determinado en cada instrumento de ordenamiento territorial (Cuando no aplique una determinante ambiental como un área protegida).

- ✓ Hacer un listado de los usos del suelo a lo largo de cada ruta conectora, y basados en la tabla 5 “Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP para diversas coberturas del suelo”, establecer las HMP que más puedan aplicar para cada caso.
- ✓ Levantar indicadores de gestión en el marco de la conectividad ecosistémica, tales como, hectáreas conectadas ecológicamente, hectáreas a intervenir para propiciar conectividad ecológica, hectáreas en pastizales, hectáreas en plantaciones forestales, hectáreas agrícolas, hectáreas con otros usos del suelo; así como las Herramientas de Manejo del Paisaje – HMP que puedan ser aplicadas en dichos usos del suelo.
- ✓ Establecer la ruta del engranaje del esquema de conectividades ecosistémicas con los instrumentos de planificación territorial, aclarando que no se desconocen los usos del suelo actuales, ni se imponen nuevos suelos de protección, sino que se orienta a un manejo más particularizado de los suelos, en un enfoque de equilibrio entre la producción y la protección ambiental.
- ✓ Analizar qué áreas del esquema de conectividades ecosistémicas se traslapan con alguna determinante ambiental, como un área protegida del SINAP, o establecida por la Autoridad Ambiental, de tal forma, que pueda darse más fuerza al carácter de regulación de usos y actividades, así como las medidas de manejo y aprovechamiento de bienes y servicios ecosistémicos contenidas en los planes de manejo o en las directrices que se hayan planteado para los ecosistemas de interés estratégicos.

Conclusión General: Como conclusión general es importante resaltar que no es posible estandarizar las intervenciones en el marco del presente esquema de conectividades ecosistémicas, toda vez que cada caso resulta diferente por las dinámicas que componen e imponen cada territorio, pero sí resulta necesario intencionar las acciones de ordenación y de intervención, con el propósito de favorecer la integración de los ecosistemas en un marco regional desde el nivel local.

6.3. Conectividad para favorecer especies y ecosistemas en particular

La Asamblea Departamental de Antioquia promueve la consolidación de los corredores de fauna silvestre a través de las Ordenanzas No.013 y 023 de 2017, y en este sentido, CORANTIOQUIA podrá apoyar la estrategia que se ha llevado desde el Plan de Acción 2016-2019, con los corredores de cinco especies, sin embargo, estos corredores llevan un formato muy grueso, que incluye gran parte de los territorios municipales o incluso municipios enteros en la estrategia, lo cual es genérico y poco concreto para llevar a cabo la estrategia de manejo con la especie. En la figura 36 se muestra el mapa con estos corredores en jurisdicción de CORANTIOQUIA.

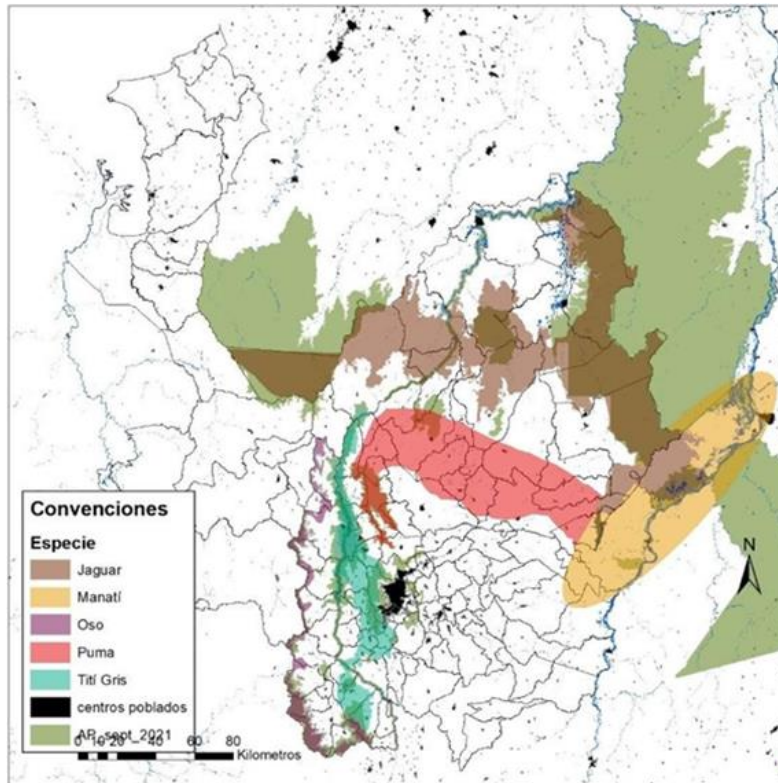


Figura 36 Corredores de fauna reconocidos por las Ordenanzas Departamentales No.013 y 023 de 2017.

Las agendas institucionales del nivel regional como las Corporaciones Autónomas Regionales - CAR y las Gobernaciones Departamentales, con apoyo de las localidades, deberán orientarse a favorecer el movimiento de las diferentes especies en el territorio, tal como ocurre con el jaguar (*Panthera onca*), de amplio movimiento, el cual puede desplazarse por zonas extensas, principalmente en la zona del Magdalena Medio, Serranía de San Lucas, bosques del nordeste del departamento Antioquia, áreas bajas del norte hasta la conexión con el Nudo del Paramillo, y de allí hasta el Urabá y la zona del Atrato. Es importante mencionar que el Jaguar está teniendo dificultades para realizar este recorrido, el cual, visto desde una escala geográfica mayor, conecta el norte de Suramérica con el Chocó Biogeográfico y Centroamérica; a su vez, se resalta que en áreas ubicadas entre los municipios de Zaragoza - Segovia y Valdivia – Tarazá, se rompe esta conectividad ecológica. En el siguiente mapa que se plasma en la figura 37, se muestra la interrupción de coberturas boscosas en el marco del corredor departamental del Jaguar.

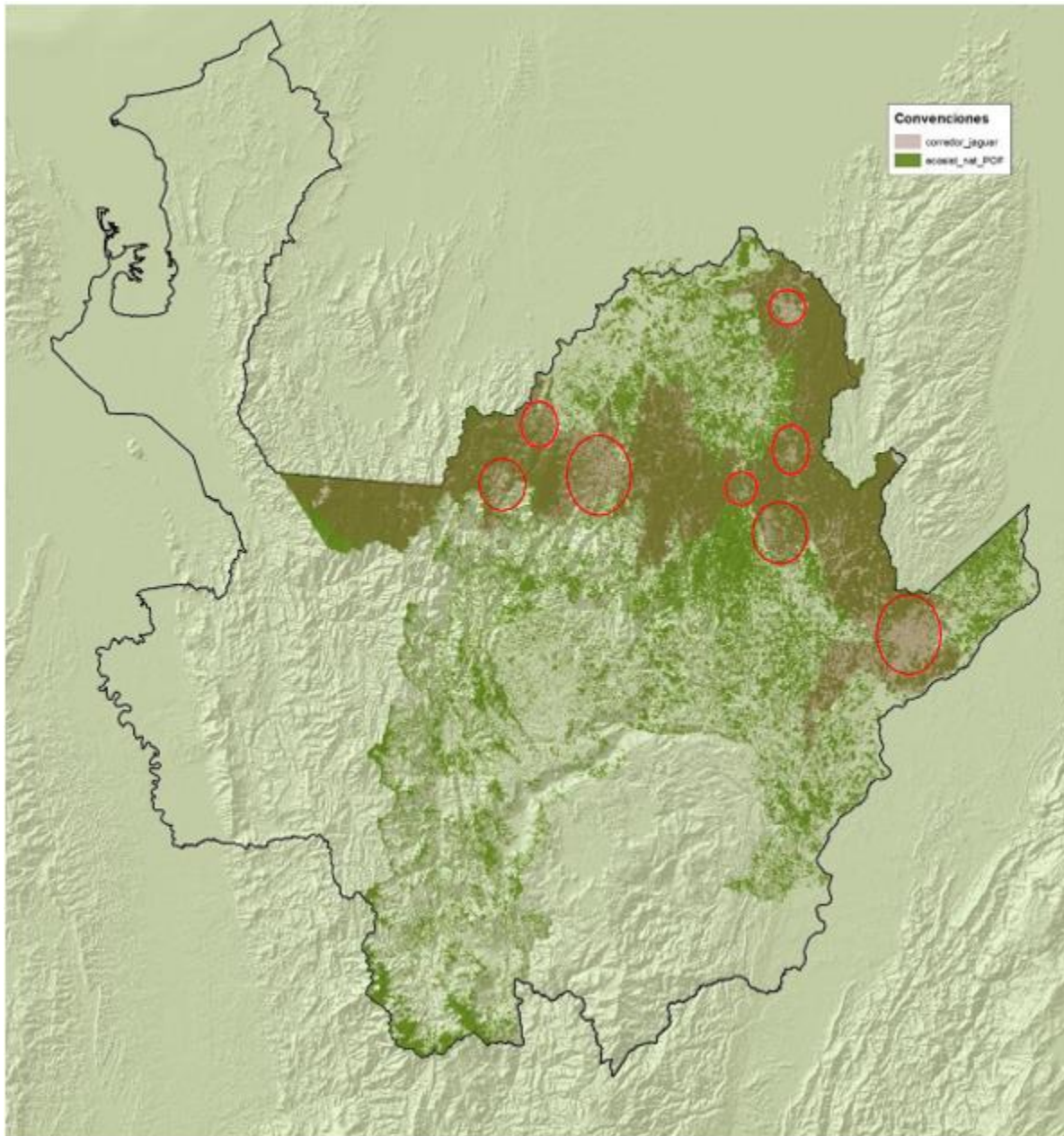


Figura 37 Afectación de coberturas boscosas en la ruta del corredor del Jaguar.

De conformidad con lo anterior, es necesario enfocarse en la concepción de rutas conectoras para el manejo de la especie; realizar un trabajo sobre todo el corredor del Jaguar demandaría esfuerzos en más de 977.320 ha, mientras que con el esquema de conectividades se enfocaría en 311.632 ha, de las cuales 281.553 ha presentan alguna cobertura vegetal protectora, es decir, que los esfuerzos se deben enfocar en 30.079 ha, un 9,7% de toda el área de interés que se moviliza el Jaguar. Los municipios de la conexión San Lucas – Paramillo incluyen a Remedios, Segovia, Zaragoza, El Bagre, Amalfi, Anorí, Cáceres, Tarazá, Valdivia, Campamento, Yarumal e Ituango, entre todos, con aproximadamente 4.000 unidades prediales. En la figura 38 que se

relaciona a continuación, se relacionan las redes conectoras que pueden seleccionarse para intervenir el corredor del Jaguar.

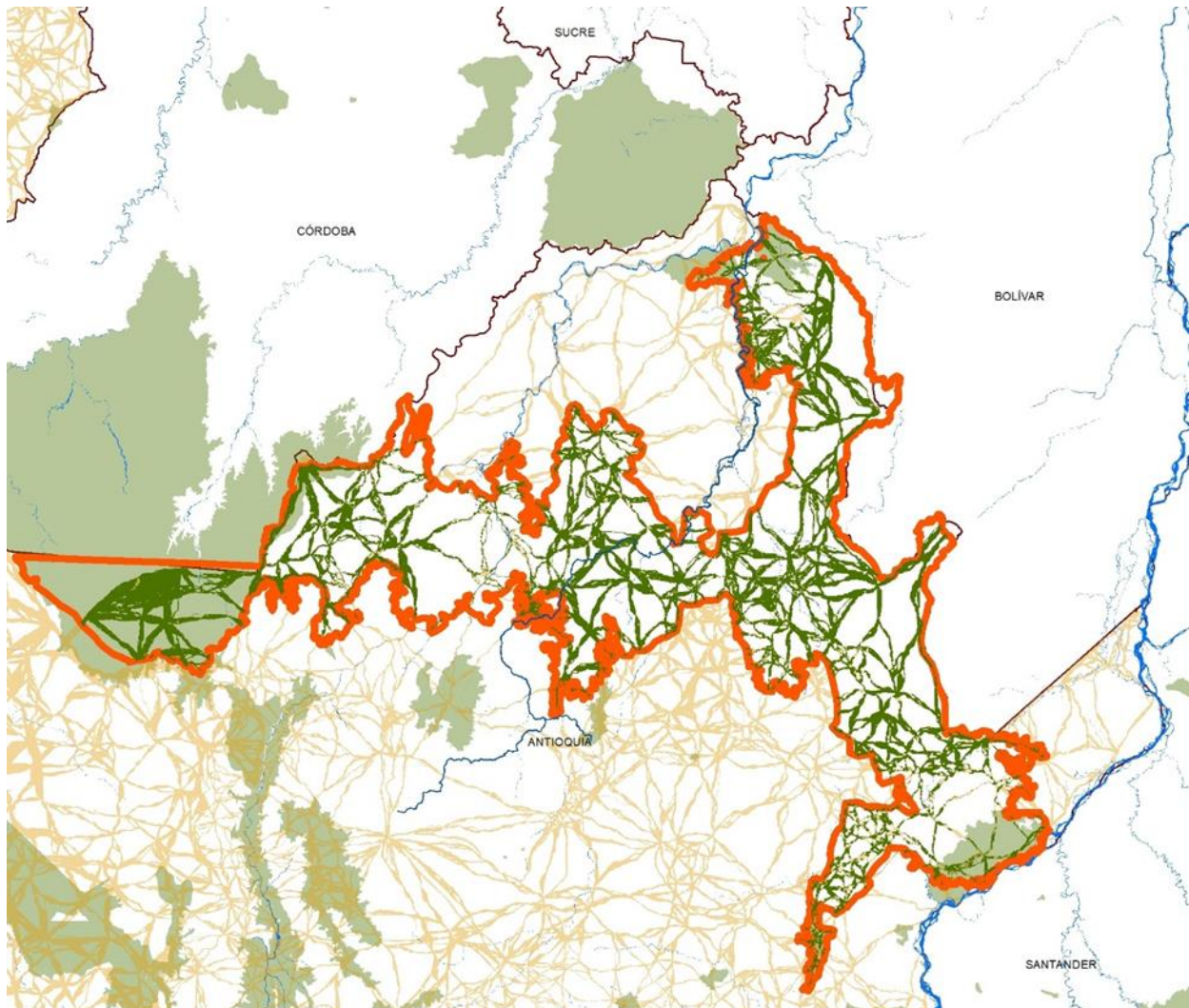


Figura 38 Redes de conexión ecológica para consolidar el corredor del jaguar

No todo el territorio municipal queda comprometido en la estrategia de conectividad, dado que se parte de un diseño de rutas geográficas concretas, en las cuales se tiene cobertura boscosa que no sería objeto de intervención.

Las acciones para desarrollar en el marco de las conectividades ecosistémicas tienen en cuenta el tipo de coberturas, los usos del suelo en la ruta seleccionada, el número de predios y la fracción de éstos dentro de las redes de conectividad, y a su vez, la selección de las Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP más oportunas que deben ser incorporadas. La figura 39 muestra un acercamiento dentro del corredor del jaguar y las redes que deben ser intervenidas, y dentro de éstas, los sitios concretos de dicha intervención (vacíos de conexión); en este caso en particular, un sector del corredor del jaguar en el municipio de Zaragoza muestra claramente vacíos de

conexión ecológica en la vereda La Porquera y otros parches cercanos, que servirán de guía para las distintas inversiones en materia de restauración.



Figura 39 Traslape entre rutas de conectividad y coberturas boscosas, muestra del corredor del jaguar.

- **Conectividad entre las áreas protegidas**

Por parte de CORANTIOQUIA no se declara un área protegida para convertirla en una isla refugio de la biodiversidad, sino para fortalecer la integralidad y función ecosistémica del área natural y mejorar así la calidad de servicios ecosistémicos, en ese sentido, la norma nacional (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015, artículo 2.2.2.1.3.10.) orienta a los municipios del entorno inmediato de estas figuras de protección a tomar medidas de manejo en las superficies circunvecinas e incorporarlas en el ordenamiento territorial local.

Para llevar a cabo lo definido en cuanto a función amortiguadora en áreas protegidas como esta dispuesto en el Decreto 1076 de 2015 para los municipios, es el uso del esquema de conectividad ecosistémica como forma de reconocimiento de las conexiones naturales desde y hacia las áreas protegidas, la cual favorece la comunicación de las zonas naturales proyectado acciones para su mantenimiento, ya que entregan servicios ecosistémicos y porque que se encuentran dentro de la estructura ecológica principal en el ordenamiento territorial de los municipios.

En la figura 40 que se plasma a continuación, se presenta la selección de rutas desde el Esquema de Conectividades Ecosistémicas para unir las áreas protegidas del Distrito Regional de Manejo Integrado - DRMI Alto Ventanas, con el DRMI del Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño, y así mismo, de esta última área con el Distrito de Conservación de Suelos de Peque localizado en jurisdicción de CORPOURABA.

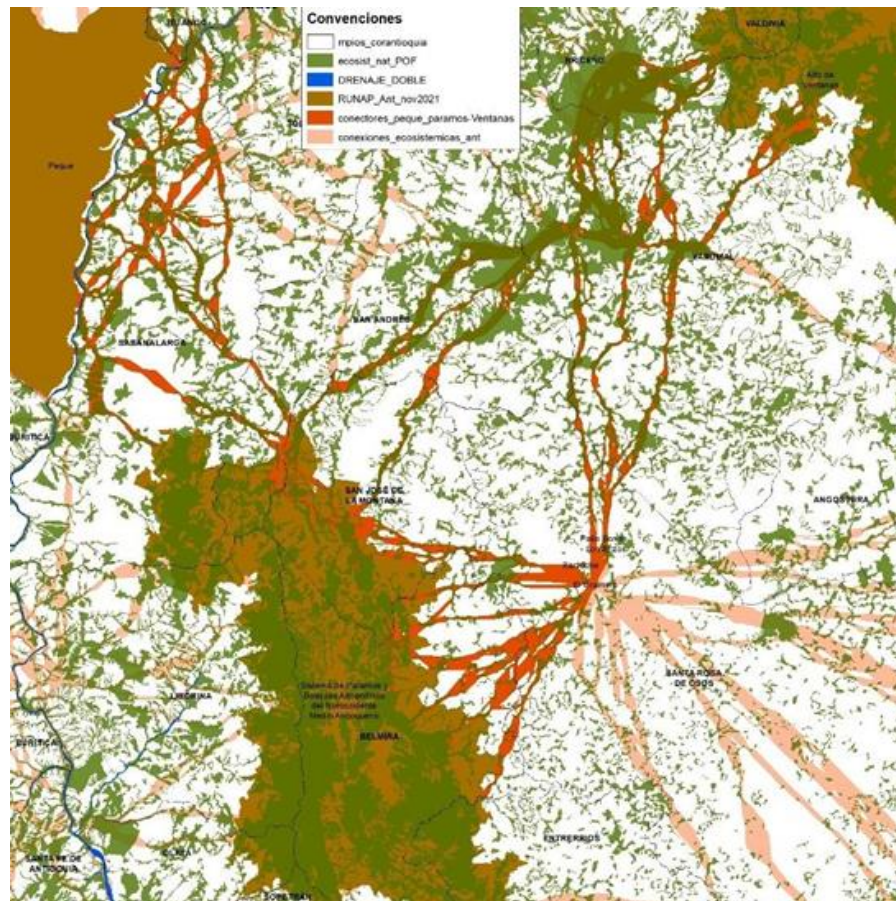


Figura 40 Selección de las rutas de conectividad ecosistémica entre áreas protegidas RUNAP, caso específico de los DMI Alto Ventanas con DMI y del Sistema de Páramos y Bosques Altoandinos del Noroccidente Medio Antioqueño con el Distrito de Conservación de Suelos de Peque.

- **Conexión ecosistémica en el nivel Departamental**

La distribución y movimiento de las especies no podrá estar supeditado a límites jurisdiccionales de un Municipio, una Corporación Autónoma Regional o una Autoridad Ambiental, toda vez que ecológicamente tiene impactos negativos en la ruptura de rutas ecosistémicas por las decisiones negativas que se puedan tomar de manera unilateral. En la figura 41 que se relaciona a continuación, se plasma un mapa con el reporte global de hábitats potencial de especies, en el cual se refleja un panorama completo.

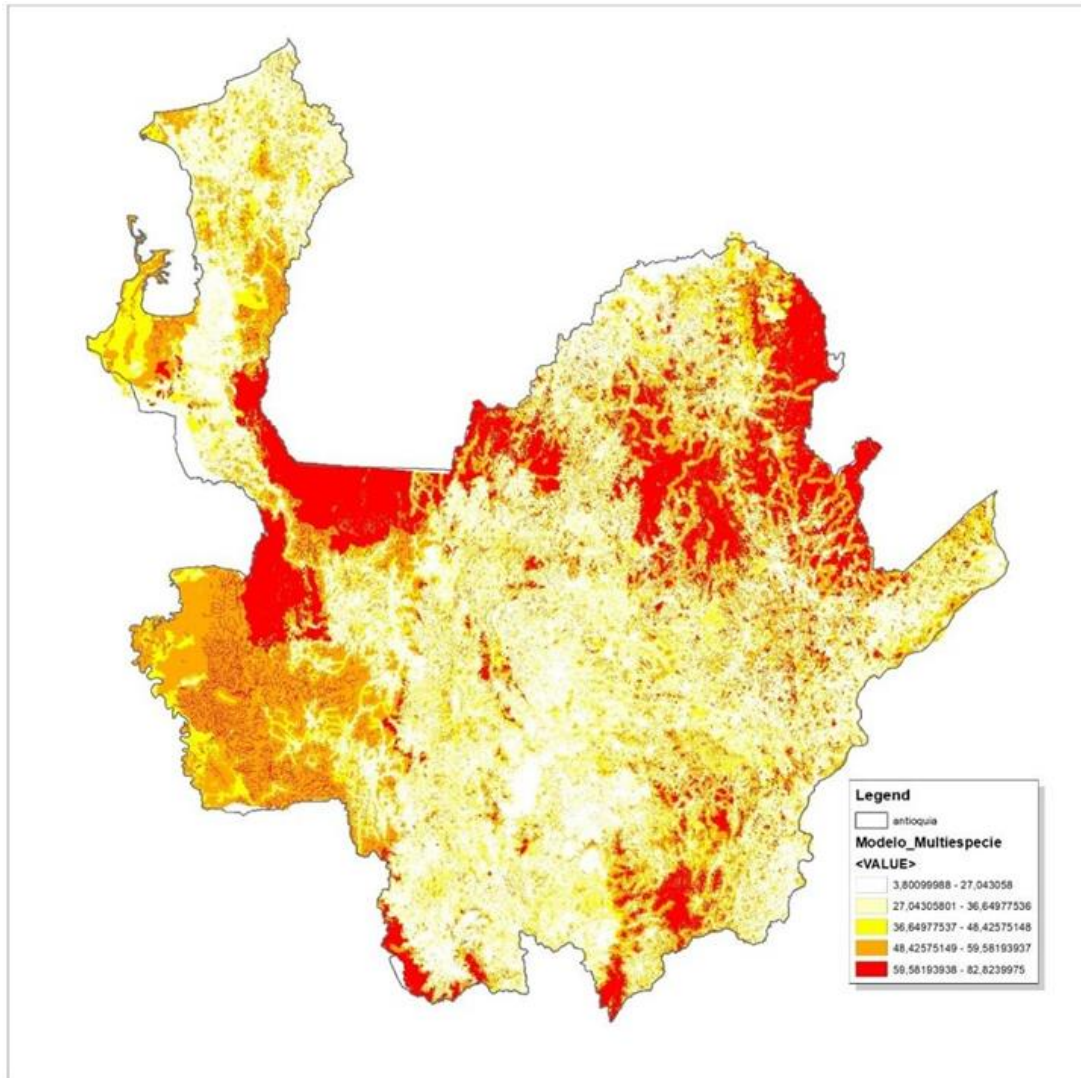


Figura 41 Modelo de áreas de distribución multiespecie en el departamento de Antioquia

Partiendo del principio de conexión ecosistémica, al menos para todo el departamento de Antioquia deberán fortalecerse las rutas que traspasan jurisdicciones entre las diferentes Autoridades Ambientales (CORNARE – CORANTIOQUIA – AMVA y CORPOURABÁ), articulando proyectos de inversión en zonas limítrofes, y especialmente asimilando la esencia común de la estrategia. En la figura 42 relacionada a continuación se muestra el esquema de conectividades ecosistémicas en forma conjunta, una vez que las demás entidades realizaron su propio análisis de conexión ecosistémica, y se generó una sola red departamental.

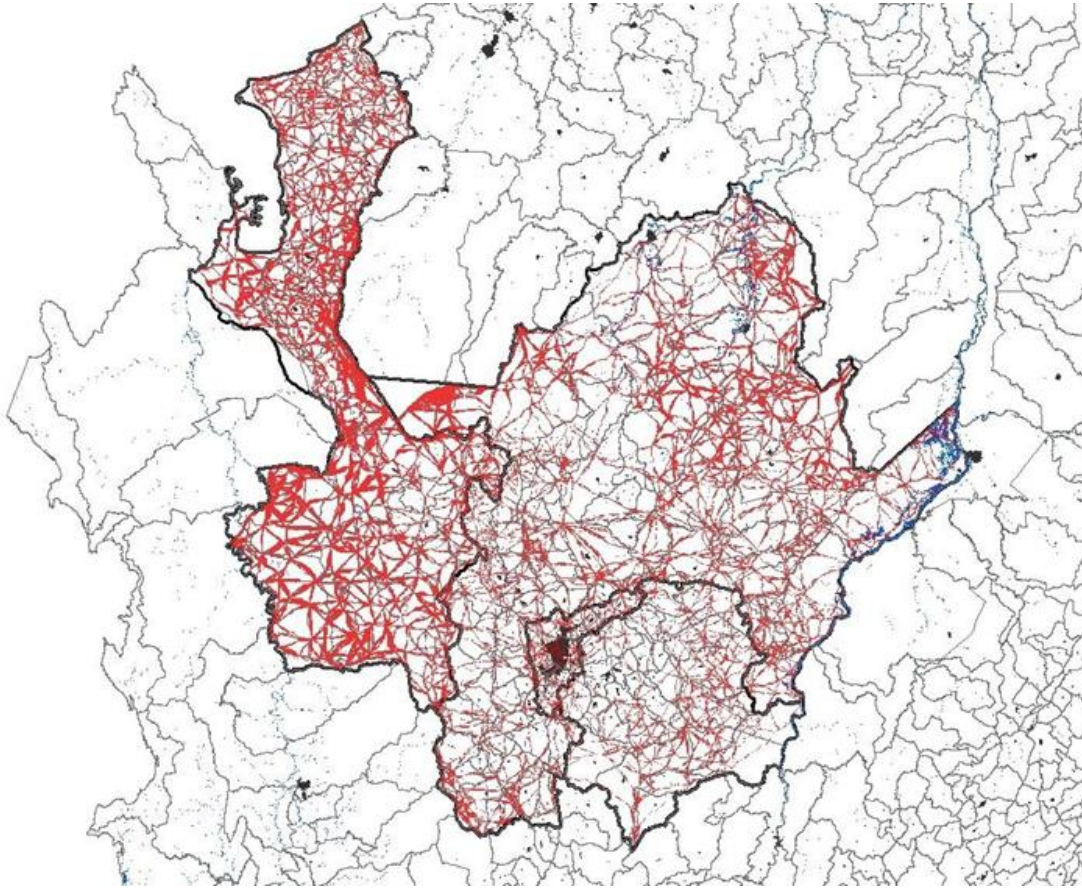


Figura 42 Esquema de conectividades para el departamento de Antioquia

6.4. Orientaciones para la implementación del esquema de conectividad Ecosistémica en el ordenamiento territorial.

Teniendo presente que los sistemas naturales a nivel nacional, regional y local son el soporte para el ordenamiento territorial en términos de oferta y demanda de bienes y servicios ecosistémicos para las poblaciones, es preciso definir el mecanismo de cómo deben manejarse estos ecosistemas naturales en atención a La Ley 388 de 1997, que fija los objetivos, principios y fines para el manejo territorial que rigen las actuaciones de las autoridades municipales y distritales, donde no se limita solamente a la planificación económica y social, sino que a su vez orienta a la racionalización de las intervenciones para orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible en los términos de los artículos 1º, 2º, 3º y 6º de la mencionada Ley, como lo orienta el MADS, (2016).

El esquema conectividades ecosistémicas no se limita exclusivamente a definir áreas de conservación ambiental; en un sentido más amplio, plantea una funcionalidad ecológica territorial, por lo tanto, sirve de base para construir el modelo de ocupación territorial como está definido por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible en el 2016 y que sigue en sus

orientaciones en el 2020 y 2022 con las orientaciones para definición actualización de determinantes ambientales, es por esto, que el esquema se trata de una herramienta de articulación territorial, y a su vez, de orientación de los modelos de ocupación territorial de los municipios, propendiendo por la sostenibilidad ambiental y por la reducción de conflictos socioambientales y territoriales asociados al uso y manejo de los recursos naturales. A continuación, se presentan las orientaciones para la incorporación del Esquema De Conectividades Ecosistémicas al ordenamiento territorial en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

- **Alcance del esquema de conectividades ecosistémicas.**

En primera medida, el Esquema de Conectividades Ecosistémicas se deriva de un análisis regional del territorio a una escala departamental, contemplando recursos naturales y áreas de importancia intermunicipal, que en varios casos, son establecidas como determinantes ambientales (Áreas protegidas, POMCAS, Acuíferos, Humedales, Áreas forestales protectoras, Áreas de protección y conservación de los bosques, Rondas hídricas) los cuales deben ser respetados por todos los actores, y que se definen además en la norma, para ser parte de la estructura ecológica principal en el ordenamiento territorial, en sus formas local y regional, por tanto van a coexistir desde lo espacial, sin que sea un impedimento la existencia de límites prediales o municipales, los distintos sitios y territorios de suelos con restricciones y condicionamientos para su uso; lo anterior, para que sea entendido en términos de gestión para la protección de la biodiversidad y su manejo integral desde el ordenamiento ambiental territorial y para la prestación de servicios ecosistémicos.

En este orden de ideas este instrumento diferencia los tipos de restricciones del suelo de acuerdo a los niveles definidos en la Ley 388 de 1997, donde prevalecen las determinantes ambientales, siendo el esquema de conectividad ecosistémico uno de estos determinantes, sin que se genere perjuicio sobre los usos del suelo generadores de un equilibrio territorial, tanto desde su desarrollo económico como desde la base de sostenibilidad ambiental, siendo además, soporte para la gestión del riesgo y cambio climático y direccionador de densidades de ocupación del suelo. En la figura 43 relacionada a continuación, se muestra la agrupación de los determinantes ambientales en el marco del ordenamiento territorial.



Figura 43 Agrupación de los Determinantes Ambientales, Fuente: MADS, 2020

El esquema de conectividades ecosistémicas, por lo tanto, es un instrumento que se espacializa en el territorio con claridad (formato cartográfico sencillo), permitiendo articularse con otras determinantes ambientales, para hacer más efectivas interpretaciones desde lo espacial y de implementación de las acciones de manejo. La información del esquema de conectividades es de fácil manejo y está disponible para su consulta por todos los actores público-privados en el Portal Geográfico y apenas de adopte se podrá consultar en el documento de Asuntos y Determinantes Ambientales para el Ordenamiento Territorial en la Jurisdicción de Corantioquia.

El esquema de conectividades ecosistémicas como determinante ambiental, se debe acogerse como una herramienta transversal a todos los usos establecidos tanto en los instrumentos de ordenamiento territorial (PBOT, EOT POT), como en otros instrumentos de planificación de determinantes ambientales existentes, armonizando lo preestablecido y dejando claras las orientaciones especiales para el traslape con el presente esquema. Las Herramientas de Manejo del Paisaje - HMP sugeridas en la tabla 5 del presente documento, en síntesis, son las que deberán quedar definidas para cualquier planificación que tenga el suelo en los sitios concretos de cruce con las redes conectoras.

Armonización del esquema con otros instrumentos

- **modelo de ocupación regional sostenible, en la jurisdicción de Corantioquia**

El modelo de ordenamiento territorial es la síntesis espacial de los principales sistemas de escala

supramunicipal, que coexisten y se estructuran en el territorio departamental y que configuran su situación territorial, a partir del cual, el Departamento debe asumir una serie de retos y compromisos derivados de la implementación del Acuerdo de Paz, que contribuirán al logro de algunos de los objetivos del ordenamiento territorial departamental. En general, los elementos que constituyen el modelo son: la estructura ecológica territorial adaptativa (EETA), las potencialidades forestal, pecuaria, agrícola, minera, y de hidrocarburos; los procesos de urbanización relevantes, el sistema urbano-regional, las reservas campesinas, los distritos agrarios supramunicipales, el corredor ecosistémico y cultural Atrato Abibe, el río Atrato como sujeto de derechos, las grandes infraestructuras como los puertos, las vías 4G, la infraestructura vial, las figuras del posacuerdo, y las principales condiciones de riesgo del territorio antioqueño.

6.5. Indicadores para el monitoreo y seguimiento del esquema de conectividad Ecosistémica en el ordenamiento territorial.

El tratamiento del suelo bajo la orientación de conectividad ecosistémica plantea retos importantes en relación con la recuperación o no de coberturas vegetales, el aumento de la biodiversidad y la funcionalidad ecológica de los ecosistemas naturales; se plantea entonces, llevar a cabo una evaluación partiendo de algunos indicadores que den claridad del trabajo realizado. Para plantear un marco evaluativo es preciso generar fichas orientadoras por cada municipio, como las que se relacionan a continuación, individualizando las rutas conectoras (bajo códigos y superficies impactadas), para lo cual incluso se podrán diseñar rutas conectoras secundarias y terciarias, bajo análisis más finos.

Código ruta _____ longitud _____ ancho promedio _____ área aproximada _____
veredas involucradas _____

Predios _____

Situación de la ruta conectora: área boscosa _____ área descubierta (potreros) _____
área en cultivos _____ área en plantación forestal _____ área construida _____

área erosionada _____ Áreas a reforestar (restauración activa) _____, áreas a aislar (restauración pasiva) _____ áreas a complementar con cercos vivos _____ áreas para enriquecimiento vegetal _____ áreas para para cambio de uso del suelo _____ áreas para restablecimiento de condiciones naturales (restauración activa intensiva) _____ Estrategias implementadas sobre sistemas productivos (rural)

_____ Estrategias implementadas en áreas urbanas y suburbanas _____ Estrategias implementadas sobre áreas extractivas _____

Reportes de biodiversidad dentro de la ruta conectora: aves _____ mamíferos _____ reptiles _____ anfibios _____ otros grupos de fauna _____ flora vascular _____ Plantas inferiores _____ interacciones negativas (Felinos y Caza) _____, eventos naturales de deslizamientos, vendavales, agrietamientos _____, datos de atropellamientos de fauna silvestre en las vías que coinciden con las rutas conectoras (bases de datos: especie _____ coordenadas x _____ Y _____, fecha _____)

Nota. Llevar a cabo registro de especies desde observación directa y/o datos de cámaras trampa y avistamiento directos, base de datos de Flora y Fauna (bases de datos soporte con número de

especies, riqueza especies, análisis de diversidad biológica)

La Corporación llevará registros unificados del trabajo realizado en el marco del esquema de conectividades ecosistémicas, y así mismo la revisión de los resultados de su implementación con los diferentes programas y proyectos corporativos cada año, tomando algunos de los indicadores como: Áreas totales conectoras y conectadas, especies en tránsito por las rutas conectoras, beneficios ambientales percibidos (disminución de eventos erosivos, de efectos de vendavales, etc.) e impulso a proyectos de investigación en torno a la efectividad de las medidas de manejo.

Como un indicador de evolución del esquema de conectividad ecosistémica, se proyecta el Modelo de Esquema de Conectividad, se basará en el reconocimiento de la existencia de las comunidades étnicas, de sus territorios, de sus formas de ocupación y producción ancestral, y de sus procesos de planificación autónomos como mecanismo de permanencia y supervivencia, buscando que este instrumento se armonice en sus territorios, lo que lleva a un ejercicio participativo de las comunidades, sin que se desconozcan los usos del suelo y los intereses de desarrollo locales, pero concertando las maneras como el territorio se vincula a la conectividad ecosistémica, apoyados en los principios constitucionales, y de lo establecido en los artículos 58, 79 y 80 para garantizar un ambiente sano. Este enfoque, se construirá en el componente estratégico dentro de la maduración del esquema que se desarrollará en el monitoreo y seguimiento, en ese momento que se tenga los desarrollos participativos de las comunidades étnicas, se incluirá al nombre del esquema en enfoque diferencial.

- **A modo de conclusión sobre el Esquema de Conectividades Ecosistémicas en el territorio de la Jurisdicción de CORANTIOQUIA.**

El aislamiento ecosistémico causado por la fragmentación de bosques ha aumentado en la mayor parte de la geografía regional y nacional, siendo más fuerte en los últimos años por los eventos del posconflicto y las políticas de desarrollo territorial. Con esta fragmentación se aumenta el deterioro en la calidad y cantidad de los servicios ambientales. La asimilación ciudadana de la evolución del deterioro de las condiciones naturales es fundamental para propiciar la discusión en torno a las medidas que pueden implementarse desde lo administrativo y lo individual, pero, sobre todo, dentro de un marco de acción articulado entre los distintos territorios, partiendo de la base, de que están conectados.

Los esfuerzos de protección no deben estar estructurados de manera aislada, es necesario contemplar diálogos regionales permanentes con el propósito de trabajar conjuntamente por la conexión ecosistémica, permitiendo el restablecimiento y mantenimiento de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas naturales y mejorar la calidad de servicios ecosistémicos derivados. Le corresponde a la autoridad ambiental, que opera en ambientes supramunicipales, trazar la hoja de ruta para las intervenciones ecosistémicas, enfocadas en configurar esta conectividad de manera sistémica, requiriendo concretar los lugares de intervención a nivel predial, veredal y municipal

REFERENCIAS

- Baguette, M., Blanchet, S., Legrand, D., Stevens, V. M., & Turlure, C. (2013). Individual dispersal, landscape connectivity and ecological networks. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 88(2), 310–326.
- Chaves, M. E., Santamaría M. y Sánchez E. 2007. Alternativas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en los Andes colombianos. Resultados 2001-2007. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C. Colombia 276 p.
- Clark, P. (26 de 07 de 2016). Areas Protegidas. Obtenido de Areas Protegidas: <http://parquesnacionalesdelparaguay.blogspot.com/2016/07/corredores-de-conservacionpara.html>
- Colorado Zuluaga G.J., Vásquez Muñoz J.L., Mazo Zuluaga I.N.(2017). Modelo de conectividad ecológica de fragmentos de bosque andino en Santa Elena (Medellín, Colombia). *Acta biológica Colombiana*, 22(3):379-393. Recuperado en 29 de Febrero de 2020 en doi:<http://dx.doi.org.ezproxy.unbosque.edu.co/10.15446/abc.v22n3.63013>
- Coppolillo, P., Gomez, H., Maisels, F., & Wallace, R. (2004). Selection criteria for suites of landscape species as a basis for site-based conservation. *Biological Conservation*, 115(3), 419–430
- CVC y Humboldt, (2007). Herramientas de Manejo del Paisaje que Garanticen la Conectividad Estructural entre las Reservas Forestal Bosque de Yotoco y la Reserva Forestal la Albania, Valle del Cauca
- Herrera P.M., 2016. ¿Por qué es importante la conectividad ecológica? Nota disponible en <https://www.entretantos.org/porque-es-importante-la-conectividad-ecologica-en-la-planificacion-territorial/#:~:text=La%20conectividad%20ecol%C3%B3gica%2C%20es%20decir,en%20la%20conservaci%C3%B3n%20de%20la>
- Hilty, J.*, Worboys, G.L., Keeley, A.*, Woodley, S.*, Lausche, B., Locke, H., Carr, M., Pulsford I., Pittock, J., White, J.W., Theobald, D.M., Levine, J., Reuling, M., Watson, J.E.M., Ament, R., y Tabor, G.M.* (2021). Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas. No. 30. Gland, Suiza: UICN. *Autores correspondientes: Hilty (jodi@y2y.net), Keeley (annika.keeley@yahoo.com), Woodley (woodleysj@gmail.com), Tabor (gary@largelandscapes.org)
- Isaacs Cubides, P. J., (2011). Modelo de conectividad espacial empleando Sistemas de Información Geográfica, calidad de hábitat y distribución caso tapir de montaña (tapirus pinchaque) en el eje cafetero colombiano (MSc dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Jenness, J., Majka, D., & Beier, P., (2014). Corridor designer evaluation tools: Extension for ArcGIS. Jenness Enterprises, Flagstaff, AZ, USA McRae, B.H., B.G. Dickson, T.H. Keitt, and V.B. Shah. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation. *Ecology* 10: 2712-2724

- McRae, B.H., B.G. Dickson, T.H. Keitt, and V.B. Shah. 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation. *Ecology* 10: 2712-2724.
- MADS, 2016. Orientaciones a las Autoridades Ambientales para la Definición y Actualización de las Determinantes Ambientales y su Incorporación en los planes de Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital
- MADS, 2020. Orientaciones a las Autoridades Ambientales para la Definición y Actualización de las Determinantes Ambientales y su Incorporación en los planes de Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital
- MADS, 2022. Orientaciones a las Autoridades Ambientales para la Definición y Actualización de las Determinantes Ambientales y su Incorporación en los planes de Ordenamiento Territorial Municipal y Distrital
- Shah, V.B. and B.H. McRae. 2008. Circuitscape: a tool for landscape ecology. In: G. Varoquaux, T. Vaught, J. Millman (Eds.). *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy 2008)*, pp. 62-66.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., y Merriam, G., (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68(3): 571-573.
- Rico, G. (27 de 09 de 2017). *Periodismo Ambiental Independiente*. Obtenido de *Periodismo Ambiental Independiente*.
- Rodríguez Penna, J. P. (2020). Propuesta de estrategias de conectividad ecosistémica para la conservación de panthera onca en la finca la balsa, en el municipio de la primavera en el Vichada.
- Sattler, T., Pezzatti, G. B., Nobis, M. P., Obrist, M. K., Roth, T., & Moretti, M. (2014). Selection of multiple umbrella species for functional and taxonomic diversity to represent urban biodiversity. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 28(2), 414–426.
- Shah, V.B. and B.H. McRae. 2008. Circuitscape: a tool for landscape ecology. In: G. Varoquaux, T. Vaught, J. Millman (Eds.). *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy 2008)*, pp. 62-66.
- Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., y Merriam, G., (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68(3): 571-573.

ANEXOS.

- Anexo 1. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Barbosa
- Anexo 2. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Bello
- Anexo 3. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Copacabana
- Anexo 4. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Girardota
- Anexo 5. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Medellín
- Anexo 6. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Amaga
- Anexo 7. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Angelópolis
- Anexo 8. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Armenia
- Anexo 9. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Caldas
- Anexo 10. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Envigado
- Anexo 11. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Heliconia
- Anexo 12. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Itagüí
- Anexo 13. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de La Estrella
- Anexo 14. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Sabaneta
- Anexo 15. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Titiribí
- Anexo 16. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Caramanta
- Anexo 17. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Fredonia
- Anexo 18. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Jericó
- Anexo 19. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Montebello
- Anexo 20. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de La Pintada
- Anexo 21. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Pueblorrico
- Anexo 22. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Santa Barbara
- Anexo 23. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Támesis
- Anexo 24. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Tarso
- Anexo 25. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Valparaíso
- Anexo 26. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Venecia
- Anexo 27. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Andes
- Anexo 28. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Betania
- Anexo 29. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Betulia
- Anexo 30. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Ciudad Bolívar
- Anexo 31. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Concordia
- Anexo 32. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Hispania
- Anexo 33. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Jardín
- Anexo 34. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Salgar
- Anexo 35. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Anzá
- Anexo 36. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Buriticá
- Anexo 37. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Caicedo
- Anexo 38. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Ebéjico
- Anexo 39. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Liborina
- Anexo 40. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Olaya
- Anexo 41. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Sabanalarga
- Anexo 42. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de San Jerónimo
- Anexo 43. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Santa fe de Antioquia
- Anexo 44. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Sopetrán
- Anexo 45. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Cáceres

- Anexo 46. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Caucasia
- Anexo 47. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de el Bagre
- Anexo 48. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Nechí
- Anexo 49. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Taraza
- Anexo 50. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Valdivia
- Anexo 51. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Zaragoza
- Anexo 52. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Angostura
- Anexo 53. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Anorí
- Anexo 54. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Belmira
- Anexo 55. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Briceño
- Anexo 56. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Campamento
- Anexo 57. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Carolina del Príncipe
- Anexo 58. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Don Matías
- Anexo 59. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Entrerriós
- Anexo 60. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Gomez Plata
- Anexo 61. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Guadalupe
- Anexo 62. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Ituango
- Anexo 63. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de San Andres de Cuerquia
- Anexo 64. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de San Jose de la Montaña
- Anexo 65. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de San Pedro de los Milagros
- Anexo 66. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Santa Rosas de Osos
- Anexo 67. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Toledo
- Anexo 68. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Yarumal
- Anexo 69. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Amalfi
- Anexo 70. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Cisneros
- Anexo 71. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Caracolí
- Anexo 72. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Maceo
- Anexo 73. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Puerto Berrio
- Anexo 74. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Puerto Nare
- Anexo 75. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Remedios
- Anexo 76. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Segovia
- Anexo 77. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Vegachí
- Anexo 78. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Yalí
- Anexo 79. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Yolombo
- Anexo 80. Mapa Esquema de Conectividad Ecosistémica Municipio de Yondó

