



**Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el
Departamento del Magdalena, Colombia**

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, 25 de mayo de 2018

**Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad
ecosistémica en el Departamento del Magdalena, Colombia**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Director (a):

Línea de Investigación:
Gestión Ambiental

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá, Colombia
2018

Acta de sustentación

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

(Dedicatoria)

A Dios, por bendecirme con una vida llena de oportunidades para desarrollar mis conocimientos.

A mis padres, por brindarme un apoyo incondicional y mostrarme el camino hacia la superación.

Agradecimientos

A la bióloga Viviana Osorno, directora del proyecto de grado, por su dedicación, guía y apoyo para la realización de este trabajo.

A la Corporación Autónoma Regional del Magdalena (CORPAMAG) por indispensable colaboración para el desarrollo de este proyecto.

A los asesores Juan Mauricio García y Luis Gutiérrez por su fundamental guianza para la construcción de una mejor versión este trabajo.

Tabla de Contenido

<i>Resumen</i>	12
<i>Introducción</i>	13
<i>Planteamiento del problema</i>	14
<i>Justificación</i>	15
<i>Objetivos General y Específicos</i>	15
<i>Antecedentes</i>	16
<i>Marco Conceptual</i>	17
<i>Marco Teórico</i>	18
<i>Marco Normativo</i>	19
<i>Marco Geográfico</i>	20
<i>Marco Institucional</i>	23
<i>Metodología</i>	24
<i>Presupuesto</i>	31
<i>Aspectos Éticos</i>	32
<i>Resultados</i>	32
<i>Análisis y discusión de resultados</i>	55
<i>Conclusiones</i>	57
<i>Recomendaciones</i>	58
<i>Referencias</i>	59
<i>Anexos</i>	64

Listado de Tablas

<i>Tabla 1. Marco Normativo para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia</i>	19
<i>Tabla 2. Presupuesto para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia</i>	31
<i>Tabla 3. Matriz multicriterio para priorización de espacios susceptibles a conservación, restauración y conectividad ecológica del Departamento del Magdalena, Colombia</i>	37
<i>Tabla 4. Listado de especies en alguna categoría de amenaza Nacional en la subcuenca Humedal Caño Schiller</i>	50
<i>Tabla 5. Estrategia 1. “Avanza agropecuario, avanza sostenible” para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay en materia de conservación, restauración y conectividad</i>	51
<i>Tabla 6. Estrategia 2. Barrera densa de árboles nativos para control de tensionantes de uso del suelo, para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Colombia, en materia de conservación, restauración y conectividad</i>	52
<i>Tabla 7. Estrategia 3. Enriquecimiento y suplementación del bosque para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Colombia, en materia de conservación, restauración y conectividad</i>	52
<i>Tabla 8. Estrategia 4. Mejoramiento de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, en materia de conservación, restauración y conectividad</i>	53
<i>Tabla 9. Estrategia 5. “Mico de la Noche Caribeño, el aliado inesperado en la restauración del Bosque” para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Colombia, en materia de conservación, restauración y conectividad</i>	54

Listado de Figuras

<i>Figura 1. Subregiones del departamento del Magdalena y sus municipios.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2. Proyección de estructura de población por sexo y edad 2010 y 2020.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3. Ecosistemas Generales del departamento del Magdalena.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 4. Esquema institucional del Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Magdalena.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 5. Diagrama metodológico de procedimientos formulados para la generación la propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el departamento del Magdalena, Colombia...26</i>	
<i>Figura 6. Mapa de Áreas Protegidas, Nuevas Áreas Protegidas, Áreas susceptibles a restauración, rehabilitación y recuperación en el departamento del Magdalena</i>	<i>33</i>
<i>Figura 7. Mapa de Áreas Prioritarias para la Conservación en el departamento del Magdalena.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 8. Mapa general de subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9. Mapa de Bosque relictual presente en la subcuenca del Humedal Caño Schiller.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 10. Mapa de Bosque, Área prioritaria para la conservación, restauración, rehabilitación y conectividad en la subcuenca del Humedal Caño Schiller.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 11. Mapa de Índices Integrales de Conectividad Ecológica funcional para parches de bosque presentes en la subcuenca del Humedal Caño Schiller</i>	<i>42</i>
<i>Figura 12. Mapa de Zonificación Ambiental propuesta por el POMCA Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta para los parches de bosque objeto de conectividad ecológica funcional en la subcuenca.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 13. Mapa de Zonificación Ambiental propuesta por el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Caño Schiller para los parches de bosque objeto de conectividad ecológica funcional en la subcuenca</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14. Mapa de Uso actual del suelo en la subcuenca del Humedal Caño Schiller.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15. Mapa de análisis multitemporal de los usos del suelo en la subcuenca del Humedal Caño Schiller..</i>	<i>47</i>
<i>Figura 16. Mapa de Índice de Ambiente Crítico para la subcuenca del Humedal Caño Schiller</i>	<i>48</i>

Listado de Anexos

<i>Anexo 1. Metodología de identificación de áreas prioritarias para la conectividad con software Conefor Sensinode 2.2</i>	<i>64</i>
<i>Anexo 2. Cronograma de actividades para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia.....</i>	<i>65</i>
<i>Anexo 3. Presupuesto para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación.....</i>	<i>67</i>
<i>Anexo 4. Matriz metodológica para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia.....</i>	<i>68</i>
<i>Anexo 5. Áreas Protegidas declaradas en el departamento del Magdalena y su extensión según Registro único Nacional de Áreas Protegidas y Ordenanza 035 de 2016.....</i>	<i>77</i>
<i>Anexo 6. Mapa de Áreas Protegidas, Nuevas Áreas Protegidas, Áreas susceptibles a restauración, rehabilitación y recuperación en las subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio.....</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 7. Mapa de Áreas Prioritarias para la Conservación en las subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 8. Mapa de Áreas Reserva de Biósfera en las subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 9. Mapa de Áreas RAMSAR en las subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio</i>	<i>81</i>
<i>Anexo 10. Mapa de Áreas AICA en las subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio.....</i>	<i>82</i>
<i>Anexo 11. Mapa de distribución de la especie Aotus griseimembra en Colombia.....</i>	<i>83</i>

Resumen

Las áreas protegidas buscan mantener la integridad ecológica de la biodiversidad y controlar los factores que amenazan ecosistemas y organismos (Herrera & Finegan, 2008, p. 5). La creación de áreas protegidas es quizá la única vía efectiva para conservar la biodiversidad a largo plazo y mantener los ecosistemas en un estado saludable (Pullin, 2002, p. 150), motivo por el cual la Corporación Autónoma Regional de Magdalena (CORPAMAG) en alianza con la Universidad El Bosque adelantan una investigación que permite la identificación de un área para la conservación, restauración y conectividad ecológica a partir de las necesidades de desplazamiento de la especie de primate *Aotus griseimembra*, quien se encuentra en estado vulnerable de conservación (Asociación Primatológica Colombiana, 2016, p. 2).

En este estudio se prioriza un espacio de conservación en la subcuenca del Humedal Caño Schiller, Pivijay, a partir de una matriz multicriterio tipo Score, para posteriormente identificar con ayuda de la herramienta Conefor 2.6 un área puntual con alto aporte a la conectividad. Tras priorizar el área se formulan estrategias que permitan la recuperación del hábitat de este primate, y que a su vez integren al sector productivo y la comunidad en general, esto con el fin de cumplir a los objetivos de conservación de la biodiversidad.

Palabras clave: Conservación de biodiversidad, Aotus griseimembra, Conefor, Magdalena.

Abstract

Protected areas are aimed to maintain the ecological integrity of biodiversity and control the factors that threaten ecosystems and organisms (Herrera & Finegan, 2008, p.5). Maybe, the creation of protected areas is the only effective way to conserve biodiversity in the long term and maintain ecosystems in a healthy state (Pullin, 2002, p.150). This is why the Autonomous Regional Corporation of Magdalena (CORPAMAG) in alliance with El Bosque University, is carrying out a research that allows the identification of an area for conservation, restoration and ecological connectivity based on the displacement needs of the primate specie *Aotus griseimembra*, which is in a vulnerable state of conservation (Asociación Primatológica Colombiana, 2016, p. 2).

In this study, a conservation area is prioritized in the Caño Schiller wetland sub-basin, Pivijay, based on a Scoring multicriteria matrix, to subsequently identify with the help of the Conefor 2.6 tool a specific area with a high contribution to connectivity. After prioritizing the area strategies are formulated that allow the recovery of the habitat of this primate, and also integrate the productive sector and the community in general, this in order to meet the objectives of biodiversity conservation.

Keywords: Biodiversity conservation, Aotus griseimembra, Conefor, Magdalena.

Introducción

La dinámica de desarrollo socioeconómico actual, esencialmente extractivista, ha generado una afectación del entorno natural (Halfiter, 1994) y con ello la disminución de la diversidad biológica como se cita en Soulé & Sanjayan, 1998 (Monroy, 2007, p. 1). Como respuesta a esta problemática ambiental el hombre ha dirigido esfuerzos hacia la medición, evaluación y disminución de los impactos ambientales relacionados, esto mediante aproximaciones teóricas y prácticas como se cita en Soulé 1991, Primack 1995, Soulé & Sanjayan 1998, Galusky 2000 (Monroy, 2007, p. 1).

Dentro de las aproximaciones generadas nace la biología de la conservación, la cual permite reestablecer relaciones sustentables entre las comunidades humanas y los ecosistemas (Monroy, 2007, p. 1) por medio de áreas protegidas. Dentro de la planificación sistemática de las áreas protegidas se encuentra el análisis de conectividad, un atributo ecológico clave en la funcionalidad de los ecosistemas que está directamente relacionado al diseño y gestión de corredores biológicos. Esta es una estrategia de conservación de uso común en América Latina y otras partes del mundo, en la cual se busca mejorar las probabilidades de persistencia de muchas poblaciones de especies al facilitar su movimiento en caso de cambios abruptos en los factores ecológicos asociados (Herrera & Finegan, 2008, p. 8).

Colombia ha adelantado diferentes acciones de conservación a partir del diseño y consolidación de corredores biológicos. En el caso puntual del departamento del Magdalena, su Corporación Autónoma Regional, CORPAMAG, como entidad encargada de ejecutar las políticas, planes, programas y proyectos sobre el ambiente, dentro de su Plan de Acción Institucional 2016-2019 “Magdalena ambiental, compromiso de todos” formula un proyecto de restauración de ecosistemas. Este proyecto parte de la elaboración de una propuesta de áreas prioritarias para la conservación y restauración, teniendo en cuenta los Planes de Manejo Ambiental formulados y propuestas de conectividad ecológica (CORPAMAG, 2015, p. 98).

Partiendo de esta premisa la Corporación, en alianza con la Universidad El Bosque, ha generado un espacio de investigación que permita identificar una nueva área prospecto de conservación y restauración en el departamento del Magdalena, y que además integre el atributo ecológico de la conectividad.

Esta oportunidad fue aprovechada por la presente investigación, en donde a partir de la priorización de un espacio de apto para la conservación en el departamento del Magdalena se identifica un área con aporte significativo a la conectividad. Este aporte fue calculado mediante el uso de la herramienta Conefor 2.6, y permitió analizar la vulnerabilidad de la conectividad general de área de estudio en función de la transformación del paisaje, motivo por el cual se formulan estrategias para la conservación, restauración, entre otras.

Planteamiento del problema

En la actualidad, la cobertura de todo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, SINAP Colombia, es del orden del 15% de la superficie terrestre nacional y del 8% del mar patrimonial, lo que en conjunto suma 23 millones de hectáreas protegidas, representadas en 59 áreas protegidas nacionales a las que se unen las áreas protegidas regionales y las reservas de la sociedad civil (UICN, 2011, p. 135). No obstante, el Caribe colombiano afronta una crisis por la pérdida de su diversidad biológica debido al impacto negativo que las actividades antrópicas ejercen sobre la región, lo que ha traído como consecuencia ecosistemas poco representados en áreas protegidas (UICN, 2011, p. 138), altamente fragmentados y vulnerables.

Teniendo en cuenta esta problemática ambiental, en el Caribe colombiano se busca llenar vacíos de conservación con el apoyo de autoridades ambientales, entes territoriales y comunidad en general (SIRAP Caribe, 2010, p. 3), en donde además se tengan en cuenta factores como la planificación ambiental del territorio y el manejo adecuado de la fauna y flora. Como estrategia regional para la conservación de la biodiversidad y el alcance de la representatividad de los ecosistemas, el departamento del Magdalena ha declarado 15 áreas protegidas de carácter nacional (Asamblea Departamental del Magdalena, 2016), las cuales se encuentran coordinadas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas y su Subsistema Regional de Áreas Protegidas en el Caribe.

La Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CORPAMAG, promueve la declaración de nuevas áreas protegidas de carácter regional, proceso que viene acompañado por la elaboración de instrumentos de planificación y manejo ambiental del territorio, como lo son los Planes de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) y Planes de Manejo Ambiental (PMA). Si bien su generación significa un avance en materia de recuperación y conservación de ecosistemas y especies, estos documentos son limitadamente articulados entre sí; de analizarse complementariamente se podría identificar nuevas zonas prospecto a ser declaradas, como también áreas que representen un espacio de conectividad importante. Dado lo anterior, se plantea la necesidad de definir nuevas áreas para la recuperación y conservación de los ecosistemas y especies en el departamento del Magdalena, que a su vez tengan en cuenta el atributo ecológico de la conectividad.

Justificación

La identificación de áreas para la conservación busca el mantenimiento de la biodiversidad por sus especies y ecosistemas, como también la mejoría en la calidad de vida de la población al garantizar la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos que ésta provee. Partiendo de los Planes de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCAs) y los Planes de Manejo Ambiental (PMA) formulados por CORPAMAG como instrumentos de planificación ambiental, la identificación de áreas prospecto de conservación de ecosistemas y especies, que además posean el atributo ecológico de la conectividad, servirá de carta de navegación para la toma de decisiones en torno a la conservación de áreas que aporten a la disminución de la pérdida de la biodiversidad (SIRAP Caribe, 2010, p. 4), mejoraren la funcionalidad de los ecosistemas y aseguren la provisión de servicios ecosistémicos a diferentes escalas temporales y espaciales en el departamento del Magdalena (UICN, 2012, p. 87).

La provisión de un espacio en áreas naturales para la investigación científica, el fomento del ecoturismo y la protección de la belleza escénica del paisaje también hacen parte de los beneficios que representaría una propuesta de área objeto de conservación de los ecosistemas y especies (SIRAP Caribe, 2010, p. 5). La propuesta de nueva área para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena busca incorporar suficientemente a la población en las estrategias de fortalecimiento formuladas, de manera que se dé el desarrollo efectivo de actividades productivas locales de una forma sostenibles.

Objetivo General

Establecer un área prioritaria para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena, teniendo en cuenta los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuenca, y Planes de Manejo Ambiental formulados por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

Objetivos Específicos

1. Priorizar un área de conectividad ecológica en el departamento del Magdalena que se encuentre acorde a los usos de conservación y restauración mediante una matriz multicriterio, esto teniendo en cuenta la Resolución 1125 de 2015, por la cual se adopta la ruta para la declaratoria de áreas protegidas.
2. Delimitar un área de conectividad ecológica en el departamento del Magdalena, que se encuentre acorde a los usos de conservación y restauración especificados dentro de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuenca, y Planes de Manejo Ambiental formulados por la Corporación Autónoma Regional del Magdalena.
3. Proponer estrategias para el fortalecimiento institucional de las alcaldías municipales presentes en el área identificada a declarar, esto en materia de conectividad estratégica, conservación y restauración de ecosistemas.

Marcos de Referencia

Estado del arte

En Latinoamérica las investigaciones de áreas protegidas bajo el principio de conectividad funcional o estructural del paisaje son innumerables, lo cual puede relacionarse a la basta biodiversidad del territorio mismo. Dentro de los estudios de conectividad del paisaje se pueden enunciar algunos como la “Red Ecológica de Conectividad Potencial; Estrategia para el manejo del paisaje en el Corredor Biológico San Juan - La Selva” de Finegan & Ramos, 2004, el “Diseño de una red ecológica de conservación entre la Reserva de Biosfera La Amistad y las áreas protegidas del Área de Conservación Osa, Costa Rica” de Céspedes & et al, 2006, y la “Propuesta para una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica” de Campos & et al, 2007. Estas investigaciones han definido pautas para la determinación de la conectividad del paisaje en función del análisis de su estructura.

Como se puede observar, el uso del enfoque de Corredores Biológicos para el análisis de conectividad del paisaje es ampliamente aplicado para los fines de conservación. La funcionalidad del uso de los corredores biológicos radica en que estos son una herramienta potencial para favorecer la conectividad y que sirve de base para la planificación de la conservación a escala de paisaje (Herrera & Finegan, 2008, p. 8). Corredores con objetivos de conservación ambiciosos son el “Corredor Biológico Mesoamericano”, que comprende siete países (Ramírez, 2003), y el “Corredor del Jaguar”, que se extiende desde México hasta Argentina (Panthera Org, 2015, p. 1).

A nivel nacional, en Colombia las investigaciones relacionadas con la conectividad del paisaje y su aplicabilidad para establecer nuevas áreas de conservación también tienen amplia trayectoria, dentro de algunas investigaciones destacadas se puede mencionar la “Consolidación del Corredor Biológico del Oso de Anteojos en el Suroeste y Occidente de Antioquia” de Ruiz, 2017, el Corredor Barbas-Bremen para monos, aves y otros pequeños mamíferos en el municipio de Filandia, Quindío (Instituto Alexander von Humbolt & Universidad ICESI, 2015), el corredor del Chocó Biogeográfico y el de Corredor que conecta el Parque Nacional Natural Chiribiquete con el resguardo Predio Putumayo (Lozada, 2016).

A nivel local, la investigación “Diseño e Implementación del Corredor de Conservación Río Toribio, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia” de Strewé & et al, 2009, es pionera en el estudio de la conectividad en el departamento del Magdalena, no obstante, la conectividad analizada es de tipo estructural y no funcional, como lo es el caso de los estudios anteriormente mencionados. Lo anterior plantea como necesidad la identificación de corredores biológicos en el departamento del Magdalena que tengan en cuenta la respuesta conductual de un organismo a la estructura del paisaje (Taylor, Fahrig & With, 2006, p. 2).

En cuanto a la evaluación de índices funcionales de conectividad, la herramienta Conefor es de gran aplicabilidad para coberturas boscosas, y por ende, necesidades de desplazamiento de organismos arborícolas (Saura & Torné, 2012). Investigaciones como la “Comparación y desarrollo de nuevos índices de conectividad de paisaje basados en gráficos: hacia la priorización de parches y corredores de hábitat para la conservación” de Pascual & Saura,

2006, permite el entendimiento de los resultados de conectividad obtenidos tras usar esta herramienta, en función de la sensibilidad de un parche de bosque a la pérdida de otro contiguo.

Por otra parte, existen muchos otros métodos para el cálculo de índices de conectividad en coberturas boscosas, un ejemplo de ello se hace visible en el estudio “Análisis de los patrones espaciales del paisaje en un corredor biológico del Macizo Colombiano Cauca” de Cerón, L. & et al, 2015, en donde a partir del uso de la herramienta Fragstats se determina la diversidad, riqueza, composición y estructura de cuadrantes.

La identificación de corredores biológicos que permitan la conectividad funcional del paisaje es facilitada en la medida que actualmente la Corporación Autónoma Regional del Magdalena ha hecho investigaciones profundas en temas relacionados a la conservación de la biodiversidad, esto en el marco de la formulación de instrumentos de planificación ambiental como los Planes de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica, POMCAS, y Planes de Manejo Ambiental para diferentes Humedales. En el caso de estudio, el POMCA Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta y el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Caño Schiller constituyen el primer avance investigativo en relación a temas como conservación y conectividad.

Marco conceptual

- **Diversidad Biológica:** teniendo en cuenta la definición de diversidad biológica planteada por la República de Colombia en el Decreto 2372 de 2010, se entiende a esta como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (MADS, 2010. p.3).
- **Biología de la Conservación:** Monroy, 2007, (cita a Soulé, 1985 y a Primack, 1995) define la biología de la conservación como una ciencia multidisciplinaria que se desarrolla en respuesta a la crisis ambiental por la pérdida de diversidad biológica. Esta tiene como propósito la investigación del efecto de las actividades antrópicas en los seres vivos, las comunidades biológicas y los ecosistemas, la prevención de la degradación del hábitat y la extinción de especies, la restauración de ecosistemas y reintroducción de poblaciones.
- **Área Protegida:** espacio que asegura el cumplimiento de los objetivos de la Biología de la Conservación al apartar componentes de valor biológico de amenazas relacionadas a la destrucción de hábitat, esto con el fin de mantener la integridad ecológica de la biodiversidad (Herrera & Finegan, 2008, p. 5). La creación de áreas protegidas es quizá la única vía efectiva para conservar la biodiversidad a largo plazo y mantener los ecosistemas en un estado saludable (Pullin, 2002, p. 150).
- **Conservación in situ:** conservación de los ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas (MADS, 2010. p.3).

- **Conectividad del Paisaje:** es una propiedad dinámica que se evalúa a escala de paisaje, y resulta de la interacción entre un proceso de desplazamiento de uno o un conjunto de organismos en estructura física de un territorio. La conectividad puede ser de dos tipos; estructural o funcional. La conectividad estructural ignora la respuesta conductual de los organismos a la estructura del paisaje y solo describe las relaciones físicas entre los parches de hábitat, mientras que la conectividad funcional aumenta cuando algún cambio en la estructura del paisaje (incluidos, entre otros, los cambios en la conectividad estructural) aumenta el grado de movimiento o flujo de organismos a través del paisaje (Taylor, Fahrig & With, 2006, p. 2).
- **Corredor Biológico:** teniendo en cuenta la definición de Corredor Biológico planteada por el Ministerio de Industria, Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica en su Reglamento a la Ley de la Biodiversidad, se entiende a este como el territorio cuyo fin es proporcionar conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat (naturales o modificados) para asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos y evolutivos. (MINAET, 2008, p. 3).
- **Relicto de bosque:** los relictos de bosque o fragmentos de bosque son ecosistemas frágiles que en algún punto del pasado conformaban una matriz continua de bosque (Arana, Rodríguez & Weitgend, 2005, p. 1).
- **Restauración ecológica:** MADS, 2015a, cita a Apfelbaum & Chapman, 1997, al definir la restauración ecológica como una estrategia práctica y participativa de manejo que va más allá de la simple revegetación o reforestación de áreas, pues busca restablecer los procesos ecológicos para mantener la composición, estructura y función del ecosistema en diferentes unidades de paisaje y a distintas escalas.
- **Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica:** instrumento a través del cual se realiza la planeación del adecuado uso del suelo, de las aguas, de la flora y la fauna; y el manejo de la cuenca, entendido como la ejecución de obras y tratamientos, con el propósito de mantener el equilibrio entre el aprovechamiento social y el aprovechamiento económico de tales recursos, así como la conservación de la estructura físico -biótica de la cuenca y particularmente del recurso hídrico (MADS, 2018).
- **Planes de Manejo Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia:** instrumento dentro de la planificación que orienta las acciones hacia el logro de los objetivos de conservación de cada área, teniendo en cuenta una visión a corto, mediano y largo plazo. Es esencial para utilizar efectivamente los recursos financieros, físicos y humanos disponibles, y planificar la consecución de recursos provenientes de organismos nacionales e internacionales aliados para el logro de los objetivos de conservación (Parques Nacionales Naturales, 2018).

Marco teórico

Aunque no naciera como concepto, la Biología de la Conservación nace como práctica en las culturas indígenas alrededor del mundo; a partir de las crónicas de los conquistadores y de investigaciones arqueológicas se tiene registro de manejo y conservación de los recursos naturales por parte de culturas mesoamericanas y andinas. La cultura Maya practicaba la regeneración de la vegetación, el manejo de las especies útiles de la selva y el manejo de la fauna en espacios semiconfinados, y la cultura Inca en la región andina desarrollaba la agricultura mediante la construcción de terrazas para la conservación de los suelos y manejaron la fauna sin detrimento de las poblaciones silvestres (Quercus Consultoría Ecológica, 2003, pp. 17-18).

La Biología de la Conservación nace como concepto en el siglo XIX en Europa, en donde se inicia una importante corriente de pensamiento vinculada al sector forestal. En esta se busca dar solución a la destrucción de los bosques y propone acciones de conservación y restauración. Esta corriente tuvo una pronta influencia en América, que se reflejó en la declaración de las primeras áreas protegidas en Norteamérica y México (Quercus Consultoría Ecológica, 2003, p.18).

Dentro de los primeros pensadores de esta corriente se encuentra Mary Somerville (1858), quien reconoció la capacidad de los humanos para sacudir el equilibrio de la naturaleza. Esta afirmaba que “las obras del Creador están bien equilibradas, y el hombre no puede infringir sus leyes con impunidad”. Otro de los primeros pensadores de esta corriente, quizá el más influyente, fue George Perkins Marsh (1864), quien describió en su libro *El hombre y la naturaleza* la forma en la cual los ríos y bosques de Europa Occidental cambiaban por la actividad antrópica (Pullin, 2002, p. 142).

Por otra parte, la teoría de la conservación de las especies y ecosistemas desde la planificación del territorio nace en 1901, cuando el presidente de los Estados Unidos Theodor Roosevelt empieza la declaración de parques nacionales naturales como áreas protegidas para la conservación de las especies faunísticas y florísticas, lo cual obedeció a una medida de control ante el modelo de desarrollo extractivista de aquel entonces (National Park Service Official Website, 2017). La postura de la conservación desde la planificación territorial se ve fortalecida cuando en 1949 con su libro *A sand Country Almanac*, Aldo Leopold introduce el término “Ética de la tierra”, definida como la relación responsable entre el hombre su hábitat, y plantea la necesidad de un manejo adecuado del suelo y de la fauna silvestre para la preservación de su integridad (Leopold, 1949, p. 262).

Si bien los anteriores eventos representaron un avance en la consolidación de la teoría de la conservación de la biodiversidad, esta era vista como un recurso natural, por ende se negaba a la naturaleza un valor por fuera del goce para el humano. En 1985 Michael Soulé resalta la importancia de la biodiversidad por su valor intrínseco, y que su conservación propende por la viabilidad a largo plazo de los sistemas complejos (Soulé, 1985, p. 727).

La contribución teórica de América Latina y el Caribe a la temática de Áreas Protegidas no se encuentra bien documentada, no obstante, la planificación del territorio con miras a la conservación se inicia durante finales del siglo XIX y el siglo XX, en donde la preocupación por conservar los espacios naturales, con el fin de proteger las cuencas hidrológicas, los bosques y selvas de potencial permiten la creación de las primeras áreas naturales protegidas en México (1899), Jamaica (1907), Panamá (1917), Argentina y Belice (1922) (Quercus Consultoría Ecológica, 2003, p.18).

Marco normativo

Tabla 1.

Marco Normativo para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia

Tipo	Descripción	Aplicabilidad
Ley	Ley 99 de 1993	Crea el Ministerio de Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA. Consagra la biodiversidad como patrimonio nacional y de interés de la humanidad que debe ser aprovechada en forma sostenible. Además, precisa las competencias de las autoridades ambientales para la reserva, declaración y administración de distintas figuras de manejo y protección de los recursos naturales.
	Ley 165 de 1994	Aprueba la suscripción de Colombia al Convenio sobre Diversidad Biológica (1992), en donde el país se compromete a establecer estrategias de conservación in situ de la diversidad biológica.
Decreto	Decreto 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente determina la importancia de los RNR, los factores que deterioran el ambiente y las acciones que van en contravía a la conservación de la biodiversidad. Que además contempla unas denominaciones y figuras legales de protección.
	Decreto 2372 de 2010	Reglamenta el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con éste.
Resolución	Resolución 191 de 1964	Por la cual se reservan y declaran como Parques Nacionales Naturales tres sectores de tierras baldías en el departamento del Magdalena (Sierra Nevada de Santa Marta).
	Resolución 168 de 1977	Por la cual se aprueba el Acuerdo 029 de 1977, quien reserva, alinda y declara como Santuario de Flora y Fauna un área ubicada en el departamento del Magdalena (Ciénaga Grande de Santa Marta).
Ordenanza	Ordenanza 035 de 2016	Reglamenta el Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Magdalena y aprueba las Áreas Prioritarias para la Conservación definidas por el Portafolio Nacional.
Política sectorial	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos	Promueve la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE) de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socioecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza.
	CONPES 3680 de 2010	Define como acción estratégica para aumentar la representatividad ecológica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la creación de áreas protegidas en los sitios prioritarios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades.

(Autor, 2018).

Marco geográfico

El Magdalena es uno de los 32 departamentos que conforman la República de Colombia, y su capital es el Distrito Turístico, Cultural e Histórico de Santa Marta. A nivel territorial, este departamento se encuentra ubicado al norte del país sobre el margen oriental del Río Magdalena, y limita en su margen superior con el Mar Caribe, al nororiente con el departamento de la Guajira, al noroccidente con el Atlántico, al este con el Cesar, al suroriente con Bolívar (Hurtado, s.f., p. 1).

La división administrativa del departamento del Magdalena está conformada por 30 municipios y 178 corregimientos, representados en una extensión total de 23.188 Km² y un perímetro de 1.065 Kms. A su vez, este departamento se encuentra dividido en cinco subregiones, siendo estas Santa Marta (2.369 kms²), Norte (5.857 kms²), Del Río (4.800 km²), Centro (5.638 kms), y Sur (4.401 km) (Hurtado, s.f., p. 2). A continuación el mapa correspondiente.



Figura 1. Subregiones del departamento del Magdalena y sus municipios. (Gobernación del Magdalena, 2006, p. 6).

A nivel social, y según las “Proyecciones Nacionales y Departamentales de población 2005-2020”, para el año 2015 la población del Magdalena era de aproximadamente 1.259.667 habitantes, en donde el 50.6% de la población son hombres (637.027 habitantes) y el 49.4% son mujeres (622.640 habitantes) (DANE, 2010, Pp. 48-49). Dentro de esta población se destacan grupos étnicos como los Kogui, Arhuaco, Wiwa y Chimilas, propios del departamento del Magdalena (Hurtado, s.f., p. 5). La estructura poblacional del departamento es de forma piramidal, en donde la mayoría de la población se concentra en las edades de cero a 19 años como se muestra a continuación (DANE, 2010).

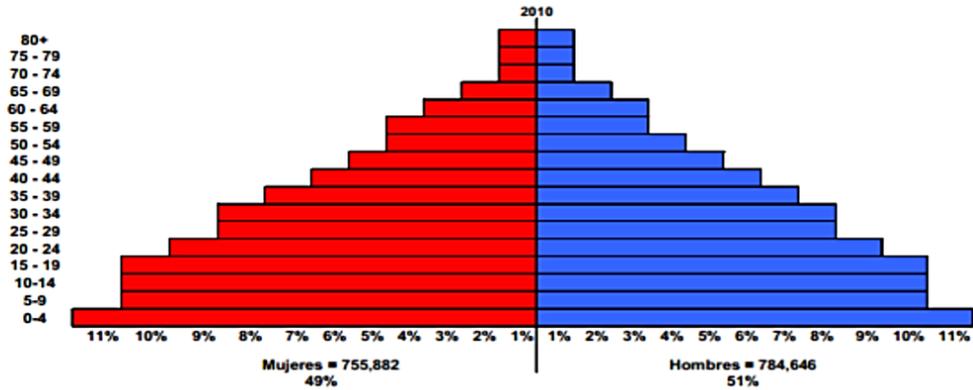


Figura 2. Proyección de estructura de población por sexo y edad 2010 y 2015. (Hurtado, s.f., p. 5, cita a Gobernación del Magdalena & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo)

En cuanto a la ecología del Magdalena, la orografía del departamento es generalmente plana y suavemente ondulada, lo que da origen a un rosario de ciénagas y caños en su flanco occidental colindante con la parte baja y el delta del río Magdalena, no obstante, el Magdalena posee el sistema montañoso litoral más alto de todo el planeta, siendo este la Sierra Nevada de Santa Marta, quien se ubica al nororiente del departamento (compartido con los departamentos de La Guajira y Cesar) (DNP, 2011, p. 28).

Estas particularidades han favorecido la diversidad climática del territorio, encontrándose así desde el clima cálido, a las orillas del mar, al clima gélido, en el pico de San Lorenzo de la Sierra Nevada de Santa Marta. Las condiciones climáticas del departamento del Magdalena le han permitido albergar una de las diversidades de ecosistemas y especies más representativas del país, dentro de los cuales se pueden encontrar el Halobioma del Caribe, el Zonobioma Seco Tropical, el Helobioma del Magdalena y el Caribe, el Orobioma Medio o Alto de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira, el Marino y las zonas de transición (DNP, 2011, p. 29). A continuación el mapa de los ecosistemas generales del departamento del Magdalena.

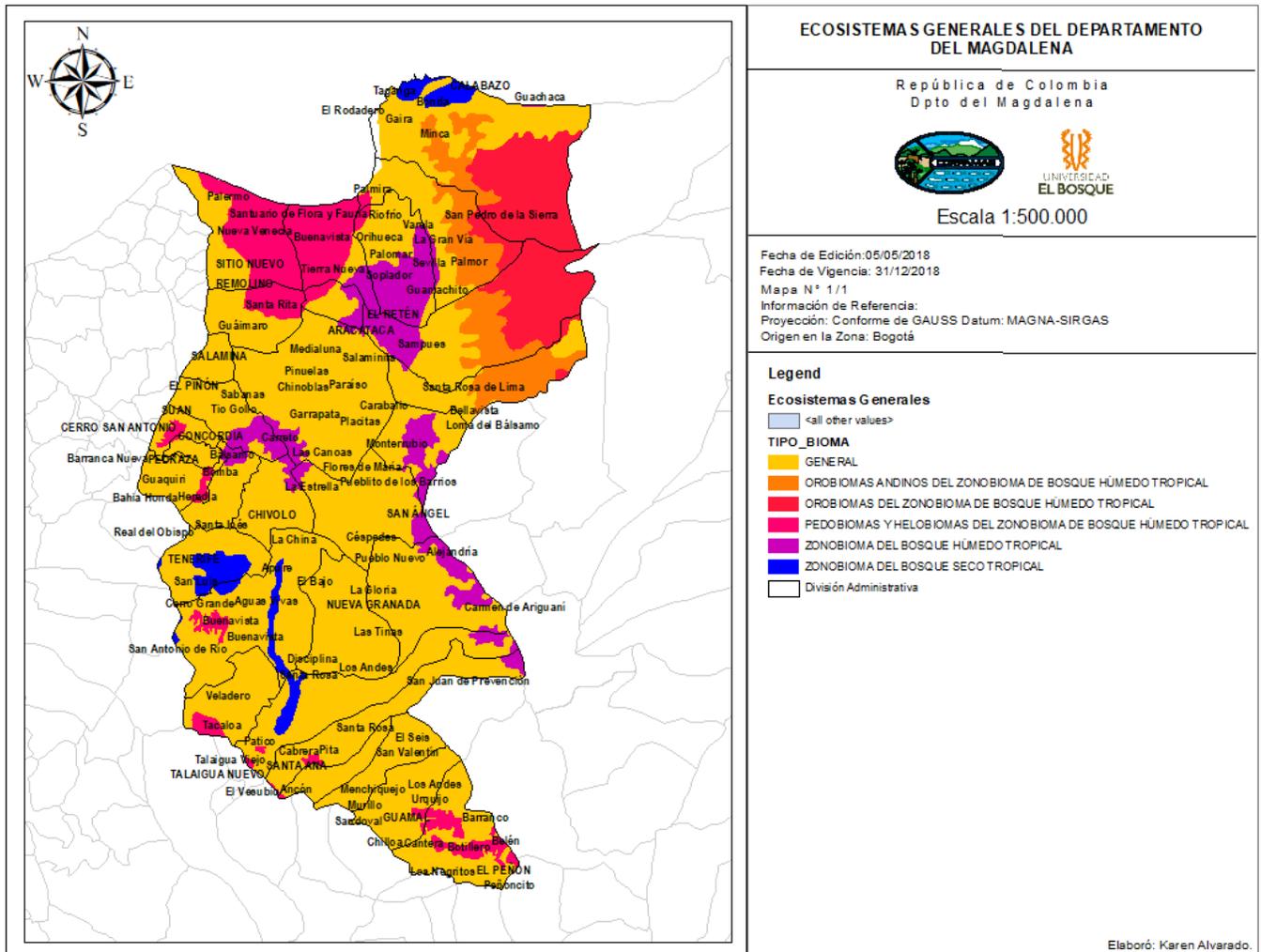


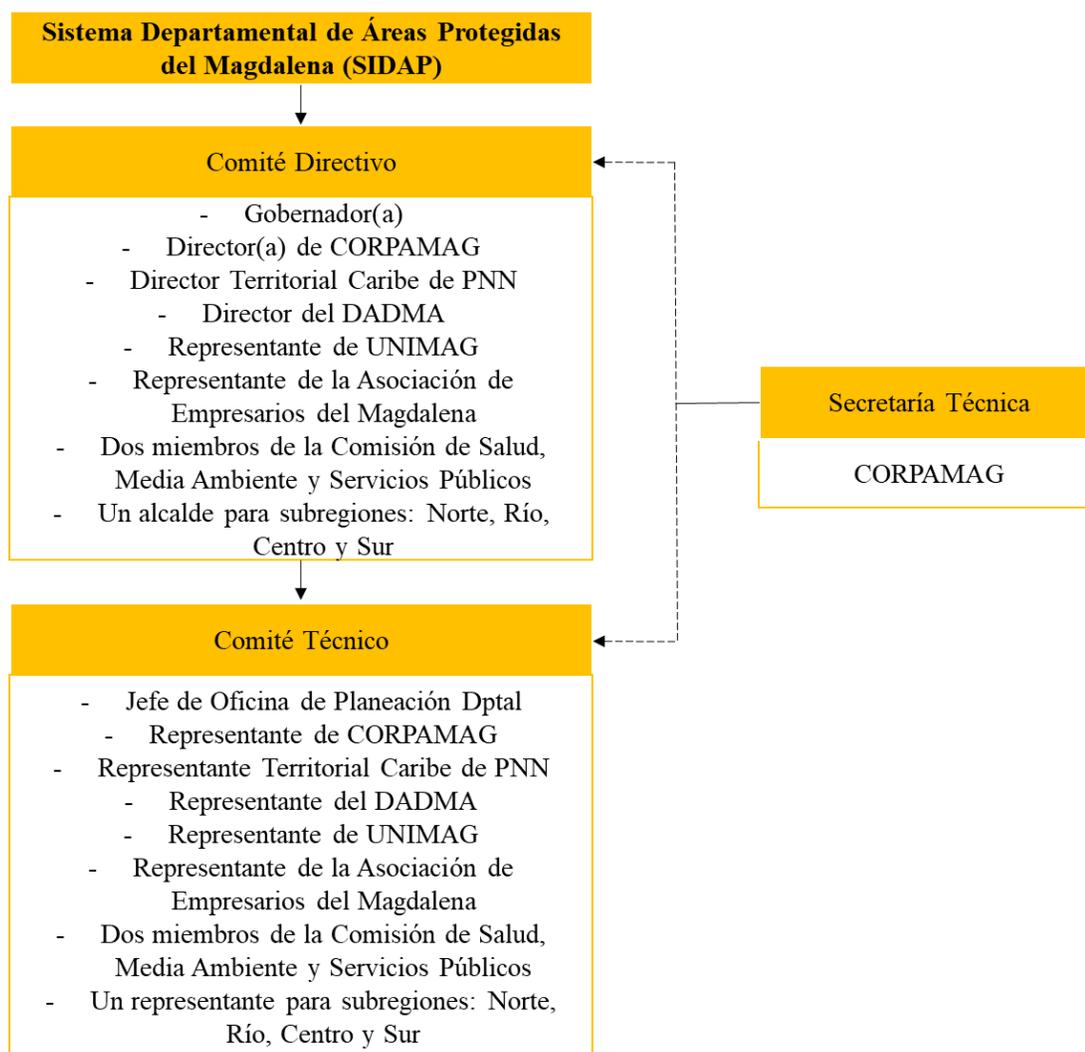
Figura 3. Ecosistemas Generales del departamento del Magdalena (Autor, 2018).

Dentro de estos biomas es muy común encontrar ecosistemas como pastos, cultivos semipermanentes y permanentes, áreas agrícolas heterogéneas y vegetación secundaria, lo cual se encuentra relacionado a la vocación agropecuaria del departamento del Magdalena (DNP, 2011).

A nivel económico, el departamento del Magdalena se ha basado en la producción agropecuaria, en particular la ganadería, que hoy ocupa la mayor parte del suelo plano y semiondulado, y la agricultura, que se fundamenta en los cultivos de palma de aceite, banano, café, maíz y yuca, como los principales. Sin embargo, la economía de servicios ha tomado un puesto fundamental al aportar activamente en el Producto Interno Bruto departamental (34,6% en 2007), mientras tanto, el aporte del sector agropecuario fue inferior en comparación del sector de servicios (22,4% en 2007). Las exportaciones magdalenenses se han caracterizado por estar basadas en recursos naturales; para el 2009 estas habían ascendido a \$818.387 millones de pesos, llegando a representar en 2007 el 12% del PIB departamental (DNP, 2011, p. 29).

Marco institucional

Teniendo en cuenta el Artículo 3 de la Ordenanza 035 de 2016, por la cual se reglamenta el Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Magdalena (SIDAP), la estructura de este está conformado por las siguientes instituciones.



Donde:

CORPAMAG: Corporación Autónoma Regional del Magdalena.

PNN: Parques Nacionales Naturales.

DADMA: Departamento Administrativo Distrital de Medio Ambiente de Santa Marta.

UNIMAG: Universidad del Magdalena.

Figura 4. Esquema institucional del Sistema Departamental de Áreas Protegidas del Magdalena. (Autor, 2018).

Metodología

Enfoque

La propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia, posee un Enfoque Mixto, esto debido que representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, lo cual permite un mejor entendimiento del fenómeno de estudio (Sampieri, Collado & Baptista, 2010, pág. 546). Herramientas utilizadas para el desarrollo de la investigación, como ArcGIS, QGIS y Conefor tienen su fundamento operativo en el análisis de datos cuantitativos, mientras que el uso de técnicas como la revisión documental analiza aspectos cualitativos.

Alcance

El tipo de alcance de la presente investigación es exploratoria, inicialmente, y correlacional, posteriormente; esto debido que se busca familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos o poco estudiados, en el caso de estudio la conectividad ecológica en el departamento del Magdalena, como también identificar variables respectivas al problema de investigación y sus relaciones potenciales (Cazau, 2006, p.26). En este sentido, se estudia el Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el departamento del Magdalena mediante un proceso exploratorio para finalmente analizarlo en función de la vinculación de sus variables.

Unidad de Análisis

La unidad de análisis de la investigación son las Áreas Prioritarias para la conservación, restauración y conectividad en el departamento del Magdalena, en donde el atributo ecológico de la conectividad es un fenómeno poco estudiado.

Método

El método analítico permite conocer más acerca de un fenómeno de estudio con el fin de poder comprender mejor su comportamiento, hacer analogías y establecer nuevas teorías. Se llega a estos resultados por medio de la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos (Ruiz, 2006, p. 132). Teniendo en cuenta lo anterior, el método de la presente investigación es el sintético en la medida que se describen se evalúan separadamente las variables relacionadas a la conservación y conectividad ecosistémica en el departamento del Magdalena, para posteriormente entender la naturaleza de un fenómeno y proponer una nueva teoría, en este caso, una nueva área prioritaria para la conservación, restauración y conectividad ecológica.

Diagramación del proceso

A continuación se muestra el diagrama de flujo que describe los procedimientos empleados para el desarrollo de la investigación relacionada a la propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el departamento del Magdalena, Colombia. Los procedimientos son agrupados en tres fases; I. Priorización de área de conectividad ecológica mediante matriz multicriterio, II. Delimitación de área de conectividad ecológica y III. Formulación de estrategias para el fortalecimiento institucional de las alcaldías municipales presentes en el área identificada a declarar, las cuales son descritas posteriormente, así como también las herramientas, técnicas, instrumentos y materiales empleados en cada uno de ellas.

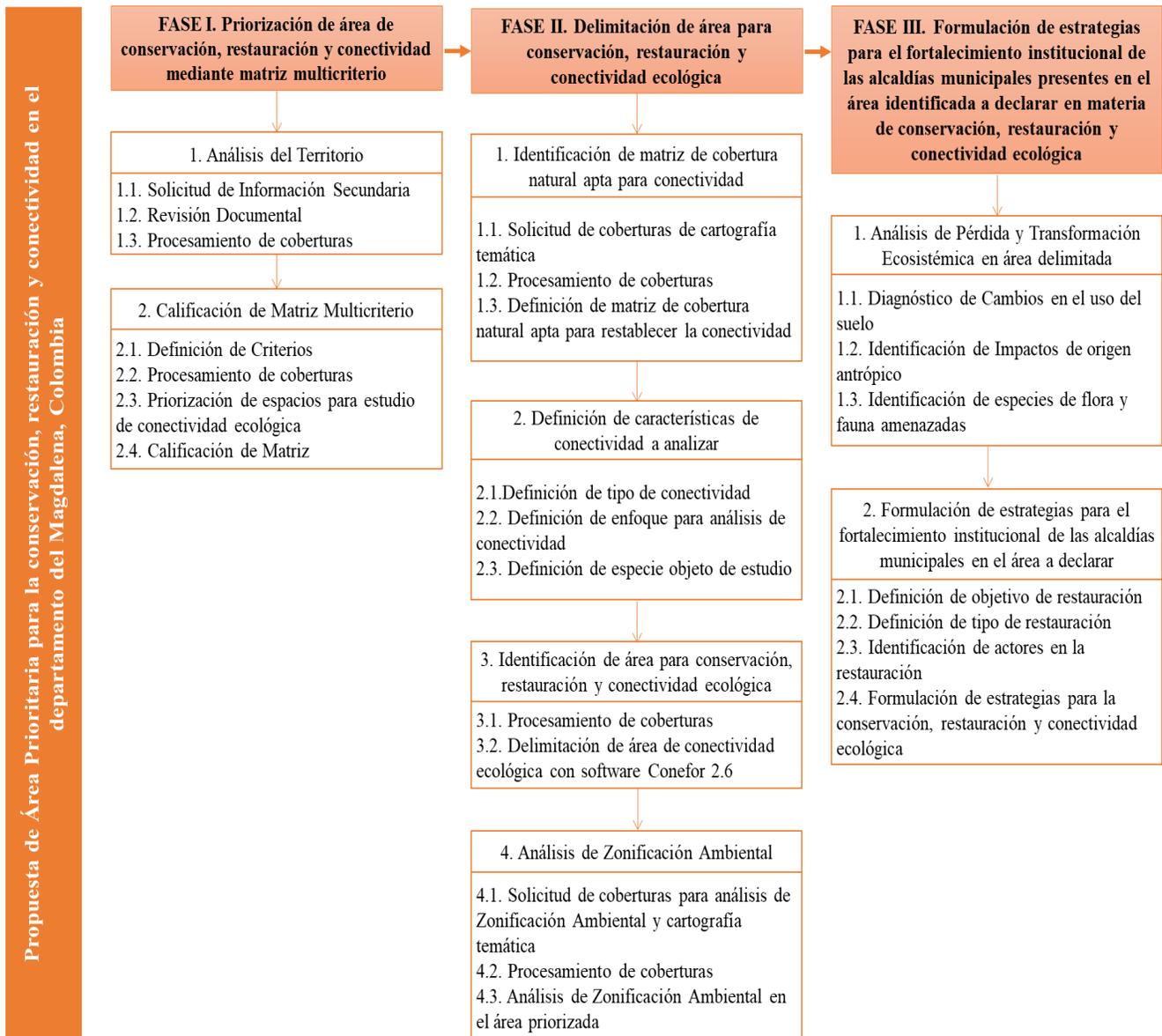


Figura 5. Diagrama metodológico de procedimientos formulados para la generación la propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el departamento del Magdalena, Colombia (Autor, 2018).

Fase I. Priorización de área de conectividad ecológica mediante matriz multicriterio: para el desarrollo metodológico de esta fase se tiene como referente la propuesta planteada dentro del estudio “Propuesta metodológica de priorización de áreas para conservación de cuencas. Validación en río Caquinal, Fómeque, Cundinamarca, Colombia” de Gutiérrez, Ospina & Zambrano, 2015, a la cual se le hicieron modificaciones. A continuación la descripción de los procedimientos de la fase.

1. **Análisis del Territorio:** teniendo en cuenta las consideraciones de Gutiérrez, Ospina & Zambrano, 2015, este es el primer procedimiento dentro de la fase de priorización de áreas para la conservación. Para el caso de estudio, se aplica la técnica de revisión bibliográfica de la información existente correspondiente a áreas de conservación en el departamento del Magdalena. El instrumento empleado para esta actividad fue una lista sencilla de documentos a revisar, los cuales corresponden a los materiales de consulta. Dentro de los materiales revisados se encuentran las investigaciones ambientales de tipo científico, institucional o académico (Políticas y Planes Nacionales y/o Departamentales, Informes Anuales Ambientales, Caracterizaciones ambientales, Guías Nacionales entre otras), instrumentos de planificación ambiental (Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCA y Planes de Manejo Ambiental), instrumentos de ordenamiento territorial como los Planes de Ordenamiento Territorial POT de los municipios, y finalmente, el registro Áreas Protegidas en el departamento.

Para el registro de Áreas Protegidas del departamento se usa el portal web del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas de Colombia RUNAP como herramienta, no obstante, este registro únicamente reconoce áreas protegidas de carácter nacional, por lo tanto es necesaria la generación de mapas mediante la herramienta ArcGIS 10.5; un mapa correspondiente a las Áreas Protegidas del departamento del Magdalena, en donde también se consideran las Nuevas Áreas Protegidas, Áreas susceptibles a restauración, rehabilitación y recuperación (MADS, 2015a), y un mapa correspondiente a las Áreas Prioritarias Para la Conservación en el departamento del Magdalena (SIRAP Caribe, 2008).

Para la generación de estos mapas es necesario el procesamiento de coberturas en formato shapefile, en donde se realiza un recorte de las Áreas Protegidas, Áreas para restauración y Áreas Prioritarias para la Conservación en Colombia con el departamento límite departamental del Magdalena, esto con la función Clip de la caja de herramientas (ArcToolBox).

2. **Calificación de Matriz Multicriterio tipo Score:** teniendo en cuenta las consideraciones de Gutiérrez, Ospina & Zambrano, 2015, se debe hacer una interpretación y evaluación de la bibliografía revisada mediante una matriz de síntesis e integración como instrumento. Inicialmente se deben definir los criterios a evaluar en las áreas a priorizar. En el caso de estudio estos son definidos teniendo en cuenta dos filtros; el primero de ellos corresponde a un filtro de variables normativas, en donde se califican criterios relacionados a la disponibilidad de investigaciones científicas, institucionales o académicas de carácter ambiental, existencia instrumentos de planificación ambiental y ordenamiento territorial, calificación de áreas como Protegida, Nueva Área Protegida, Área susceptibles a restauración, rehabilitación o recuperación (MADS, 2015a), y Área Prioritaria para la Conservación.

Esta calificación se hace por medio de la generación de mapas con el uso de la herramienta ArcGIS 10.5, uno correspondiente a las Áreas Protegidas, Nuevas Áreas Protegidas y Áreas susceptibles a restauración, y otro mapa correspondiente a las Áreas Prioritarias Para la Conservación. La generación de estos mapas se da por medio del procesamiento de coberturas en formato shapefile en la herramienta ArcGIS 10.5, en donde se identifican los espacios priorizados dentro de las coberturas generadas para el departamento del Magdalena.

Para el mapa correspondiente a la las Áreas Protegidas, Nuevas Áreas Protegidas y Áreas susceptibles a restauración se identifican los límites de los espacios priorizados dentro de las capas correspondientes a las Áreas Protegidas del departamento del Magdalena (Ver Fase I Procedimiento 1), mientras que el mapa correspondiente a las Áreas Prioritarias Para la Conservación se identifican los límites de los espacios priorizados dentro de las capas correspondientes a las Áreas Prioritarias Para la Conservación en el departamento del Magdalena (Ver Fase I Procedimiento 1).

Partiendo de la calificación de los criterios correspondientes al filtro de variables normativas se procede a aplicar un segundo filtro; el correspondiente a la calificación de variables ambientales, socioeconómicas y culturales de los espacios priorizados.

Los criterios definidos para este segundo filtro se determinan teniendo en cuenta los establecidos por la Ruta para la Declaratoria de Áreas Protegidas (Resolución 1125 de 2015), sección Preámbulo, en donde se califica la contribución de los espacios priorizados al cumplimiento de las metas de representatividad, su valor biológico, la provisión de servicios ecosistémicos y la protección de áreas asociadas a etnias, culturas propias, restos arqueológicos o patrimonio histórico (MADS, 2015b).

Esta calificación se hace por medio de la generación tres mapas con el uso de la herramienta ArcGIS 10.5, uno correspondiente a las Áreas Reserva de Biósfera, un segundo mapa correspondiente a las Áreas RAMSAR, y finalmente, otro mapa correspondiente a las Áreas AICA en los espacios priorizados.

La generación de estos mapas se da por medio del procesamiento de coberturas en formato shapefile en la herramienta ArcGIS 10.5, en donde se identifican los espacios priorizados dentro de las coberturas generadas para el departamento del Magdalena. Para el mapa correspondiente a la las Áreas Reserva de Biósfera, RAMSAR y AICA se identifican los límites de los espacios priorizados dentro de la capa correspondiente a las Reservas de Biósfera, Sitios RAMSAR y Áreas AICA Nacionales, respectivamente. Habiendo definido los criterios que hacen parte de cada uno de los dos filtros; filtro de variables normativas y filtro de variables ambientales, socioeconómicas y culturales, y priorizado espacios con suficiente disponibilidad de información, se procede a la elaboración de una matriz que sintetice e integre los criterios para su posterior calificación. Con la herramienta Excel 2013, la calificación de estos criterios se hace dependiendo del cumplimiento o no de los mismos en los espacios priorizados; se asigna el valor de uno (1) de ser cumplido el criterio o cero (0) de no ser cumplido, propio de la metodología “Scoring”. Una vez es calificada la matriz, el espacio con mayor puntuación es determinado como el área priorizada para el estudio de conectividad ecológica.

Fase II. Delimitación de área para conservación, restauración y conectividad ecológica: para el desarrollo metodológico de esta fase se aplica la revisión documental como técnica, sin embargo, el componente más fuerte se encuentra en el uso de dos herramientas de Sistemas de Información Geográfica SIG, siendo estas ArcGIS 10.5 y Conefor 2.6. Los materiales necesarios para el desarrollo de esta fase son los instrumentos de planificación ambiental (Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCA y Planes de Manejo Ambiental), y las coberturas de cartografía base y temática para el área priorizada para el estudio de conectividad ecológica. A continuación la descripción de los procedimientos de la fase.

1. Identificación de matriz de cobertura natural apta para conectividad: partiendo de la “Guía Práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica” del SINAC, 2008, el primer paso para la delimitación de un área de conservación y conectividad es la identificación de una matriz con un porcentaje favorable de cobertura natural apta para este fin, motivo por el cual se procesa la cartografía temática disponible para el área de estudio con ayuda de la herramienta ArcGIS 10.5, esto en aras de generar un mapa que facilite dicha identificación. Una vez generado el mapa se define qué cobertura natural es más pertinente para el estudio de conectividad.

La generación de este mapa se da por medio de la transformación y procesamiento de coberturas en formato shapefile en la herramienta ArcGIS 10.5; se realiza un recorte de las coberturas relacionados a elementos geofísicos del espacio, como lo son cuerpos de agua y bosques, para el área de estudio, esto por medio de la función Clip de la caja de herramientas de ArcGIS 10.5 (ArcToolBox).

A partir de la identificación de la matriz de cobertura natural que permita la conectividad, y siguiendo con la propuesta metodológica de identificación de áreas para la conservación y conectividad del SINAC Costa Rica, se determina si el espacio comprendido por la cobertura natural hace parte de Áreas Prioritarias para la Conservación, Áreas de Restauración y Rehabilitación, y si posee cuerpos de agua (SINAC, 2008, p. 26), lo cual aporta a los objetivos de conservación de la biodiversidad.

Para facilitar este proceso se genera un nuevo mapa por medio de la función Clip de la caja de herramientas de ArcGIS 10.5 (ArcToolBox), en donde se usan como materiales las capas relacionadas a Áreas Prioritarias para la Conservación, Áreas objeto de Restauración y Rehabilitación y cuerpos de agua.

2. Definición de Características de Conectividad a Analizar: tras definir si la matriz de cobertura natural seleccionada es apta para restablecer la conectividad se aplica la técnica de revisión bibliográfica para definir el tipo de conectividad a analizar, el enfoque de análisis y el dominio vital de la especie objeto de estudio para conectividad.
3. Identificación de área para conservación, restauración y conectividad ecológica: siguiendo la metodología planteada por Saura & Torné, 2009 (Ver Anexo 1) para análisis de conectividad funcional del paisaje, el procedimiento inmediatamente siguiente a la definición de la especie objeto de conectividad ecológica es el procesamiento de las coberturas relacionadas a su hábitat (las que serían los materiales), para lo cual se utiliza la herramienta ArcGIS 10.5. Inicialmente se realiza un recorte del shapefile correspondiente al tipo de hábitat de la especie para el área priorizada de

estudio, esto por medio de la función Clip de la caja de herramientas de ArcGIS 10.5 (ArcToolBox), para posteriormente extraer únicamente los parches de bosque.

Acto seguido, la cobertura correspondiente al tipo de hábitat de la especie seleccionada para el estudio es analizada por medio de la extensión de la herramienta Conefor 2.6 para ArcGIS 10.5, en donde son calculados valores de distancia entre cada parche de hábitat. La información resultante se ingresa al ejecutable de Conefor 2.6, se elige el tipo de índice de conectividad a calcular (en el caso de estudio fue elegido el Índice de Conectividad Integral (IIC) por ajustarse mejor a las necesidades específicas de conservación para especies objeto de estudio (Lindón & Saura, 2010, p. 535), y finalmente se ingresa el valor del dominio vital de la especie objeto de análisis.

Como resultado se obtienen los valores correspondientes al índice seleccionado para cada parche o nodo, en donde a la tabla generada para dichos valores y al shapefile correspondiente a la cobertura del hábitat de la especie se hace un “Join” mediante la función Joins and Relates de ArcGIS 10.5. El resultado debe ser recategorizado por el valor de campo del índice calculado para lograr identificar y delimitar el área de conectividad y generar un mapa; las áreas identificadas con mayores valores del índice representan los parches que mejor aportan al objetivo de la conectividad en el área de estudio, por lo tanto, necesariamente deben hacer parte del corredor (Saura & Torné, 2009, p. 138).

4. Análisis de Zonificación Ambiental: con el fin de analizar el escenario priorizado para conservación, restauración y conectividad con respecto a la Zonificación Ambiental de territorio se aplica la técnica de revisión bibliográfica, en donde los materiales usados para este fin son los Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCA y Planes de Manejo Ambiental. Teniendo en cuenta que estos instrumentos de planificación ambiental son generales para las Cuencas, en el caso de los POMCA, es necesario hacer un análisis específico de la Zonificación Ambiental del área priorizada para el estudio de conectividad ecológica. Dado lo anterior, por medio de la herramienta ArcGIS 10.5 se elaboran dos mapas correspondientes a la Zonificación Ambiental en el área específica de estudio; uno correspondiente a la zonificación sugerida por el POMCA y otro a la zonificación sugerida por los diferentes Planes de Manejo Ambiental existentes.

La generación de estos mapas se da por medio de la transformación y procesamiento de coberturas en formato shapefile en la herramienta ArcGIS 10.5; para el mapa correspondiente a la zonificación sugerida por el POMCA en el área de estudio se realiza un recorte de la Zonificación Ambiental general para la cuenca con el polígono del área de estudio, esto por medio de la función Clip de la caja de herramientas de ArcGIS 10.5 (ArcToolBox).

Por otra parte, para la generación del mapa correspondiente a Zonificación Ambiental sugerida por los Planes de Manejo Ambiental es necesaria la georreferenciación de imágenes mediante la función Georeferencing de la barra general de herramientas de ArcGIS 10.5, para posteriormente construir de forma manual los polígonos que conforman las coberturas de Zonificación Ambiental dentro del área de estudio, esto debido que la cartografía relacionada únicamente se encuentra disponible en formato JPG.

Fase III. Formulación de estrategias para el fortalecimiento institucional de las alcaldías municipales presentes en el área identificada a declarar: esta fase responde a la necesidad de plantear estrategias para garantizar y mejorar la conectividad ecológica en el área delimitada para la conservación en la Fase II, motivo por el cual es necesario adelantar acciones de restauración que den inicio al restablecimiento del área degradada en relación en su función como hábitat indispensable para el mantenimiento de los procesos ecológicos que allí dan lugar (MADS, 2015a, p. 15).

Para la planeación metodológica de esta fase se tiene como referente el enfoque conceptual del Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas de Colombia, 2015. La técnica aplicada para la formulación de estrategias para el fortalecimiento institucional es la revisión bibliográfica y los materiales utilizados son el Plan Nacional de Restauración anteriormente mencionado y la matriz de formulación de estrategias usada por Páez & et al, 2017 en su estudio “Evaluación el estado actual de la Quebrada Honda del municipio de Chía como base para la formulación de estrategias de gestión integral del recurso hídrico en su microcuenca”. A continuación la descripción de los procedimientos de la fase.

1. Análisis de Pérdida y Transformación Ecosistémica en área delimitada: teniendo en cuenta las consideraciones del Plan Nacional de Restauración Ecológica, es fundamental comprender el funcionamiento del sistema ecológico a restaurar (MADS, 2015a cita a Temperton et al, 2004). Dado lo anterior, es necesario partir de un diagnóstico de los cambios en el uso del suelo, así como también los impactos generados por las actividades antrópicas. Finalmente, se identifican las especies de flora y fauna amenazadas en el área definida para la conservación y conectividad ecológica, esto con el fin de definir el aporte que puede hacer la restauración en la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad (Vargas, 2015, p. 18).

Para el desarrollo de este procedimiento se aplica la técnica de revisión bibliográfica, en donde los documentos a revisar corresponden a los materiales de consulta. Dentro de los materiales más destacados se utilizó el Plan Nacional de Restauración de Colombia, la Guía Metodológica para la Restauración del Bosque Alto Andino, los Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCA y Planes de Manejo Ambiental del área de estudio, la Caracterización Biótica de los Humedales del Departamento del Magdalena y la Misión RAMSAR de Asesoramiento No. 82: Sitio Ramsar Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena Ciénaga Grande de Santa Marta.

2. Formulación de estrategias para el fortalecimiento institucional de las alcaldías municipales en materia de conservación, restauración y conectividad ecológica: teniendo en cuenta las consideraciones del Plan Nacional de Restauración Ecológica, se debe partir de definir cuál es el objetivo de restauración ecológica para el área de estudio; restauración, rehabilitación o recuperación y el tipo de restauración a implementar, siendo estas restauración asistida o restauración espontánea (MADS, 2015a, p. 16-17). Dependiendo del tipo de restauración implementada se definen los actores que participan en el proceso, y finalmente se formulan las estrategias para el fortalecimiento institucional de las alcaldías municipales presentes en el área identificada a declarar, esto en materia de conectividad estratégica, conservación y restauración de ecosistemas. La técnica aplicada para este procedimiento es la revisión bibliográfica, el instrumento utilizado es la matriz de estrategias propuesta por Páez &

et al, 2017, y los principales materiales son el Plan Nacional de Restauración de Colombia, la Guía Metodológica para la Restauración del Bosque Alto Andino.

Cronograma (Ver Anexo 1)

Matriz Metodológica (Ver Anexo 2)

Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto general para el desarrollo de la investigación se utilizó la matriz de cálculo de presupuesto para proyectos de investigación formulada por la Universidad El Bosque, 2017, en donde se tienen en cuenta rubros como los honorarios al personal que dirige el proyecto, la adquisición de equipos y software, la compra de materiales, salidas de campo, capacitación de personal, costes por evaluación y seguimiento y otros. A continuación se muestra la tabla resumen del presupuesto (Para ver presupuesto detallado ver Anexo 3).

Tabla 2.

Presupuesto para la Propuesta de Área Prioritaria para la conservación, restauración y conectividad en el Departamento del Magdalena, Colombia

Rubros	Total proyecto (\$)
1. Personal	723.672
2. Equipos - compra	2.929.000
3. Materiales	0
4. Salidas de campo	0
5. Capacitación personal	0
6. Refrigerios - relaciones publicas	0
7. Software	3.145.675
9. Evaluación y seguimiento	500.000
10. Otros	500.000
TOTALES	7.823.247

(Autor, 2018).

Aspectos Éticos

Este proyecto no posee implicaciones éticas ya que de acuerdo con la Resolución N° 8430 de 1993, este proyecto está clasificado en la categoría de Investigación sin riesgo que:

“(…) Se caracterizan por ser estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta” (Ministerio de Salud, 1993, p. 3).

Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras el desarrollo de las Fases I, II y III de la investigación.

Fase I. Priorización de área de conectividad ecológica mediante matriz multicriterio

Tras aplicar la técnica de revisión bibliográfica para el análisis del departamento del Magdalena en materia de conservación y conectividad ecológica se obtiene la siguiente información:

- Áreas Nacionales Protegidas en el departamento del Magdalena: con el uso del portal web del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas de Colombia y la Ordenanza 035-2016 “Por medio del cual se adopta el Sistema Departamental de Áreas Protegidas y se dictan disposiciones sobre estrategias complementarias de conservación en el Departamento del Magdalena” se identifican 15 Áreas Protegidas nacionales (Ver Anexo 5). Estas áreas, al igual que la correspondiente a las Nuevas Áreas Protegidas, Áreas susceptibles a restauración, rehabilitación y recuperación en el departamento del Magdalena se visualizan en el siguiente mapa.

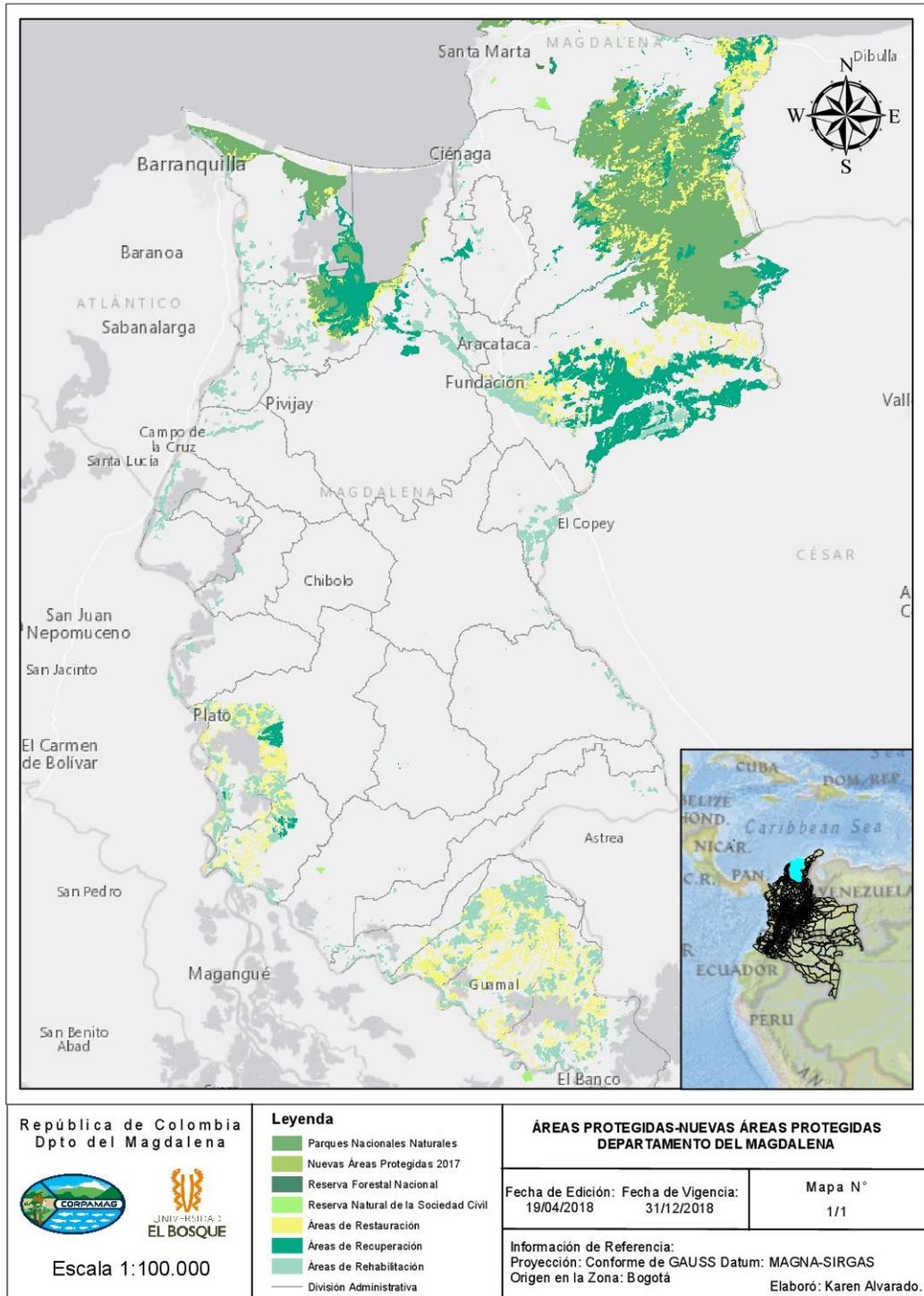


Figura 6. Mapa de Áreas Protegidas, Nuevas Áreas Protegidas, Áreas susceptibles a restauración, rehabilitación y recuperación en el departamento del Magdalena (Autor, 2018).

Dentro del departamento del Magdalena también se encuentran priorizadas algunas áreas para la su futura conservación (SIRAP Caribe, 2008), información que se visualiza por medio del siguiente mapa.

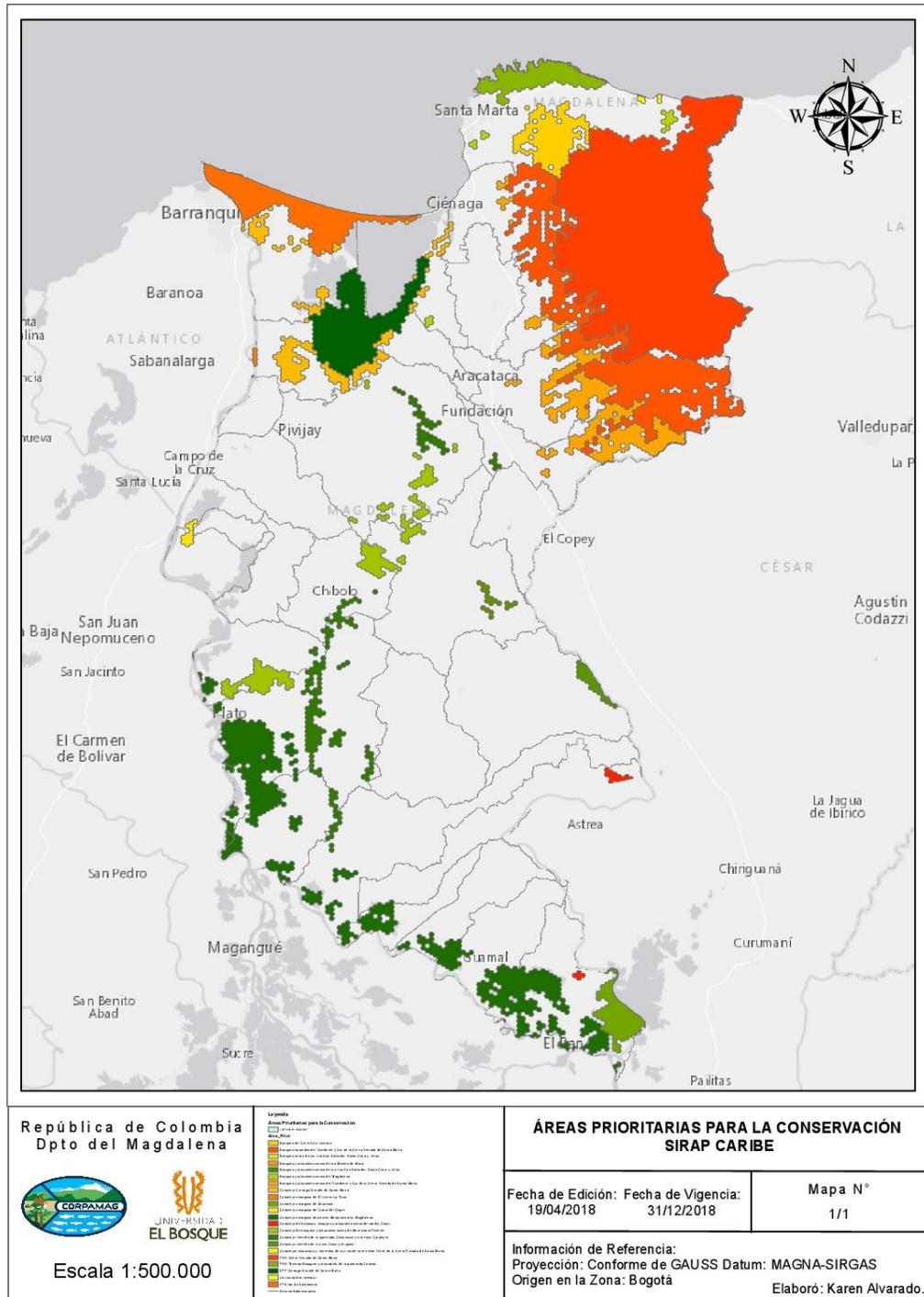


Figura 7. Mapa de Áreas Prioritarias para la Conservación en el departamento del Magdalena (Autor, 2018).

- Instrumentos de planificación ambiental (Planes de Ordenamiento y Manejo de las Cuencas Hidrográficas POMCA y Planes de Manejo Ambiental): actualmente existen cuatro POMCA en el departamento del Magdalena; POMCA Río Piedras-Río Manzanares y otros directos al caribe (SZH 1501), POMCA Complejo de Humedales de la Ciénaga Grande de Santa Marta (NSS 2906-01), POMCA Río Bajo Cesar-Ciénaga Zapatosa (SHZ 2805-02) y Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato (SZH 2907).

En cuanto a los Planes de Manejo Ambiental, actualmente existen seis Planes de Manejo Ambiental para el departamento del Magdalena; el PMA del Distrito de Manejo Integrado Zárate-Malibú-Veladero, PMA Humedal Ciénaga de Buenavista, PMA Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio, PMA Humedal Ciénaga Zapayán, PMA Humedal Ciénaga Zapatosa y PMA Humedal Caño Schiller.

Teniendo en cuenta los mapas de Áreas Protegidas generados y los Planes de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCA consultados para el departamento del Magdalena, en la cuenca del POMCA Río Piedras-Río Manzanares y otros directos al caribe se incluyen áreas ya declaradas como Protegidas, siendo estas el Parque Nacional Natural Tayrona y otras Reservas Naturales de la Sociedad Civil (CORPAMAG & et al, 2017a), y en la cuenca del POMCA Directos al Bajo Magdalena entre El Banco y Plato también se un incluye un área ya declarada como Área Protegida, siendo esta el Distrito Regional de Manejo Integrado Zárate-Malibú-Veladero (CORPAMAG & Fundación Herencia Ambiental, 2008); por lo tanto, estas áreas son excluidas del estudio de priorización de nuevos espacios para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena.

Por su parte, en la cuenca del POMCA Río Bajo Cesar-Ciénaga Zapatosa se incluye un área próxima a ser declarada como Protegida, siendo esta la Ciénaga de Zapatosa (ONF Andina, 2013), motivo por el cual esta área también es excluida del estudio de priorización de nuevos espacios para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena.

Finalmente, en la cuenca del POMCA Complejo de Humedales de la Ciénaga Grande de Santa Marta, aunque ya existen áreas declaradas como protegidas, siendo estas el Santuario de Flora y Fauna Ciénaga Grande de Santa Marta y el Vía Parque Isla Salamanca (CORPAMAG & et al, 2017b), la Corporación Autónoma Regional del Magdalena CORPAMAG ha formulado diferentes Planes de Manejo Ambiental para subcuencas presentes en la cuenca, dentro de ellos el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Ciénaga de Buenavista (CORPAMAG & et al, 2013a) y el del Humedal Caño Schiller (CORPAMAG & et al, 2013b); los cuales exponen una zonificación ambiental promisorio para identificar nuevos espacios para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena.

Otra de las subcuencas que posee Plan de Manejo Ambiental es la del Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio, la cual es de especial interés por ser el lugar de nacimiento del Humedal Caño Schiller (CORPAMAG & et al, 2013c); sin embargo, esta subcuenca no se encuentra cobijada por ningún POMCA. Dado lo anterior, a este punto del proceso investigativo estas tres subcuencas son priorizadas para hacer el estudio de aptitud como nuevas áreas para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena.

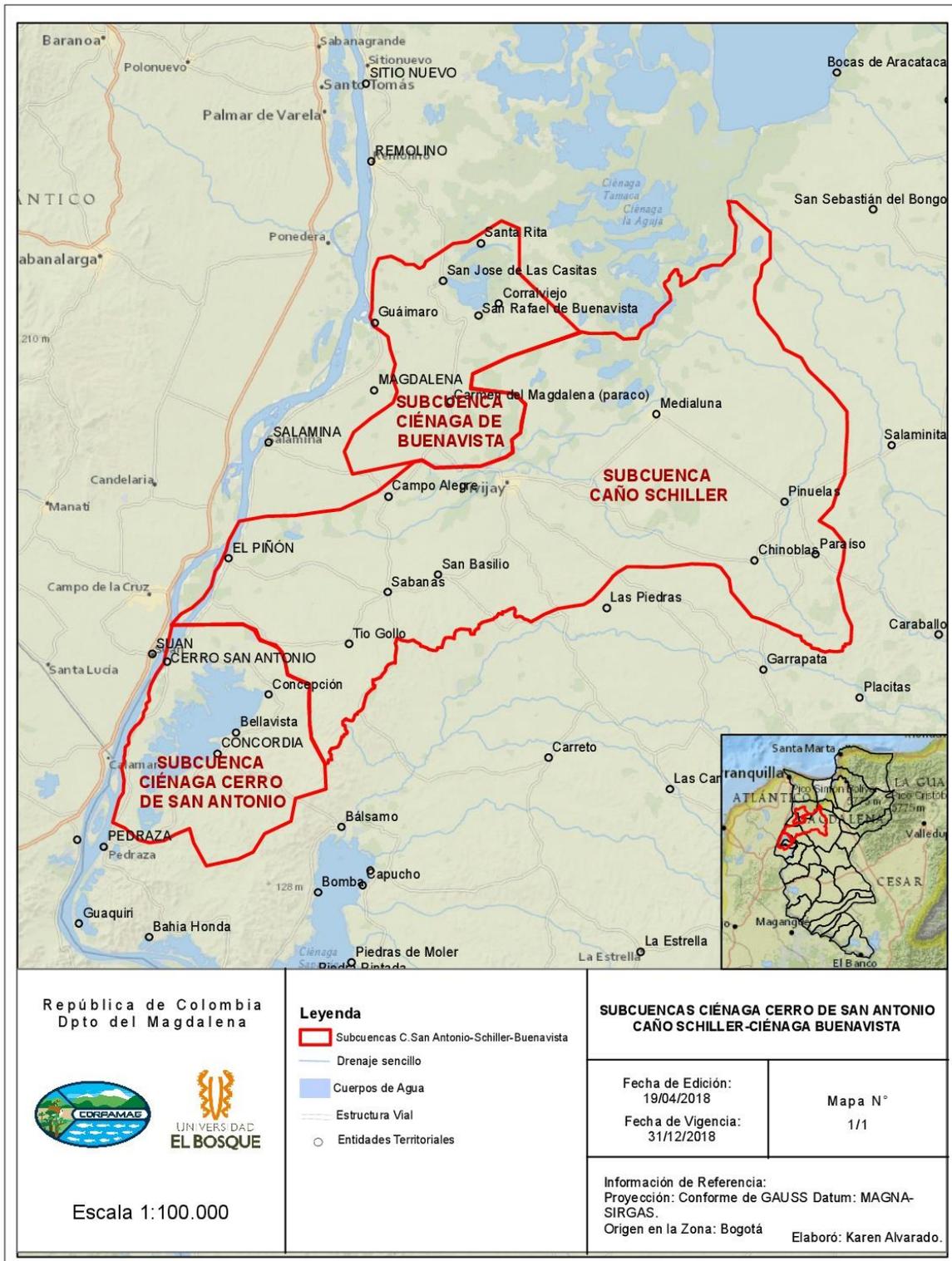


Figura 8. Mapa general de subcuencas del Humedal Ciénaga de Buenavista, Humedal Caño Schiller y Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio. (Autor, 2018).

- Matriz Multicriterio: habiendo definido los criterios que hacen parte de cada uno de los dos filtros a evaluar en la matriz multicriterio (Ver Metodología, Fase I, Procedimiento 2) y priorizado las subcuencas objeto de estudio como nuevas áreas para la conservación, restauración y conectividad ecológica, se procede a hacer una revisión bibliográfica y elaborar los mapas correspondientes a las Áreas Protegidas, Áreas Prioritarias para la Conservación, Áreas Reserva de Biósfera, Sitios RAMSAR y Áreas AICA de los espacios (Ver Anexo 6, Anexo 7, Anexo 8, Anexo 9 y Anexo 10), esto con el fin de facilitar la calificación de estos criterios en la matriz. A continuación la matriz de priorización de nuevas áreas para la conservación, restauración y conectividad ecológica en el departamento del Magdalena.

Tabla 3.

Matriz multicriterio para priorización de espacios susceptibles a conservación, restauración y conectividad ecológica del Departamento del Magdalena, Colombia.

MATRIZ MULTICRITERIO PARA PRIORIZACIÓN DE ESPACIOS SUSCEPTIBLES A CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y CONECTIVIDAD ECOLÓGICA											
Tipo de variable	Criterio/Subcriterio (si aplica)		Cumplimiento de Criterio								
			Caño Schiller			Ciénaga Buenavista			Ciénaga Cerro San Antonio		
			Sí	No	Puntaje	Sí	No	Puntaje	Sí	No	Puntaje
Normativa	Área Protegida declarada o Nueva Área Protegida			X	0		X	0		X	0
	Área Prioritaria para la Conservación		X		1	X		1	X		1
	Área para Restauración		X		1		X	0		X	0
	Área para Rehabilitación		X		1	X		1	X		1
	Área para Recuperación			X	0		X	0		X	0
	Existencia de POMCA que incluya la subcuenca		X		1	X		1		X	0
	Existencia de PMA para la subcuenca		X		1	X		1	X		1
	Existencia de POT en municipios que abarca la subcuenca		X		1	X		1	X		1
	Disponibilidad de investigaciones de carácter ambiental de las áreas comprendida por la subcuenca		X		1	X		1	X		1
Ambiental, socioeconómica o cultural (R. 1125 de 2015, Preámbulo)	Contribución de sus ecosistemas al cumplimiento de las metas de representatividad del país		X		1	X		1		X	0
	Valor biológico	Área Hotspot o posee altos índices de biodiversidad	X		1	X		1	X		1
		Área de Congregación de especies o Protección Genética	X		1	X		1	X		1

	Área con especies de flora y fauna raras o poco comunes	X		1	X		1	X		1
	Área con especies de flora y fauna migratorias	X		1	X		1	X		1
	Área con especies de flora y fauna endémicas o de distribución reducida	X		1	X		1	X		1
	Área con especies de flora y fauna amenazadas	X		1	X		1	X		1
	Área con hábitats en amenaza	X		1	X		1		X	0
Provisión de servicios ecosistémicos	Conservación de zonas proveedoras y reguladoras del recurso hídrico	X		1	X		1	X		1
	Reducción de riesgos naturales	X		1	X		1	X		1
	Regulación del clima	X		1	X		1	X		1
	Provisión de alimentos	X		1	X		1	X		1
	Provisión de recursos hidrobiológicos	X		1	X		1	X		1
	Protección de escenarios que representan bellezas o excepcionalidades paisajísticas y geomorfológicas	X		1	X		1	X		1
	Protección de áreas asociadas a etnias, culturas propias, restos arqueológicos o patrimonio histórico	X		1		X	0		X	0
Puntaje total				22/24			20/24			17/24

(Autor, 2018). Nota: información construida partir de CORPAMAG & et al. 2017b, CORPAMAG & et al. 2013a, 2013b, 2013c, Asamblea Departamental del Magdalena. 2016, BirdLife International. 2018, Cueto & et al. 2017, CORPAMAG & UNIMAGDALENA. 2009, MADS, Natural SIG & CORPAMAG. 2017, RAMSAR. 2017.

Teniendo en cuenta los puntajes totales obtenidos en la matriz multicriterio para cada subcuenca, se observa que el Humedal Caño Schiller cumple con el mayor número de criterios (22 de 24 criterios), motivo por el cual es priorizado como el espacio susceptible para conservación y restauración en el departamento del Magdalena, y en donde en adelante se aplica el análisis de conectividad ecológica.

Fase II. Delimitación de área para conservación, restauración y conectividad ecológica

Para delimitar el área para conservación, restauración y conectividad ecológica en el área priorizada, siendo esta la subcuenca del Humedal Caño Schiller, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación SINAC de Costa Rica, 2008, enfatiza en la necesidad inicial de identificar una matriz con un porcentaje favorable de cobertura natural apta para restablecer la conectividad; motivo por el cual, se analiza la cartografía temática disponible para el área de estudio mediante la generación de mapas. Como resultado se logra identificar una matriz de bosque relictual en la subcuenca del Humedal Caño Schiller, la cual resulta prometedora para los fines de conservación y conectividad. A continuación el mapa correspondiente.

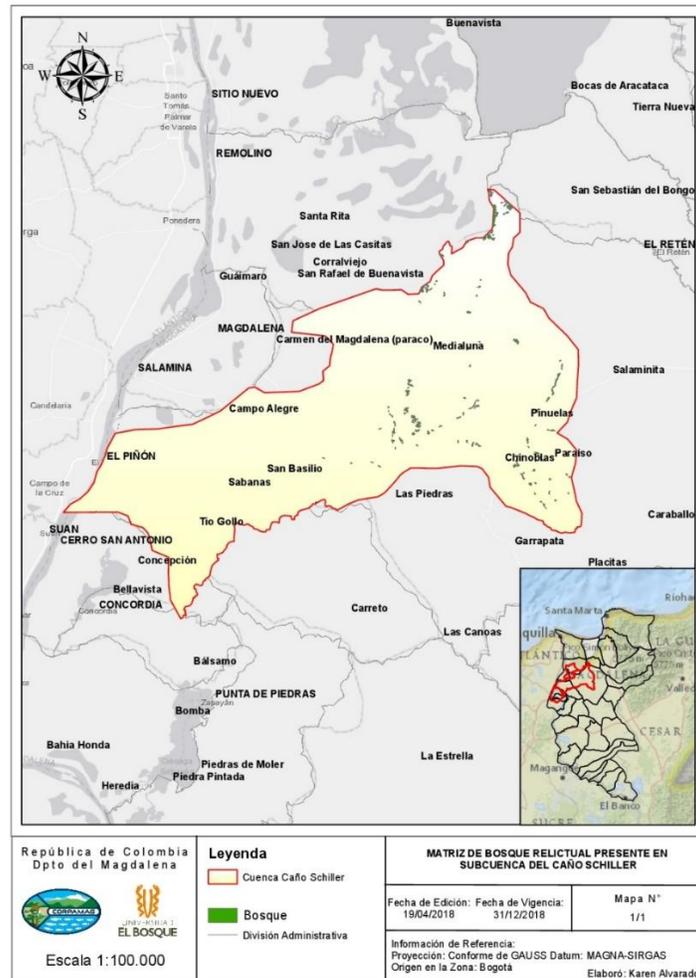


Figura 9. Mapa de Bosque relictual presente en la subcuenca del Humedal Caño Schiller. (Autor, 2018).

A partir de la identificación de la matriz de cobertura natural que permita la conectividad se determina si el espacio comprendido por estos elementos, en el caso de estudio el bosque relictual, hace parte de Áreas Prioritarias para la Conservación, Áreas de Restauración y Rehabilitación, y si posee cuerpos de agua (SINAC, 2008, p. 26). Para facilitar este proceso se genera un mapa que se muestra a continuación.

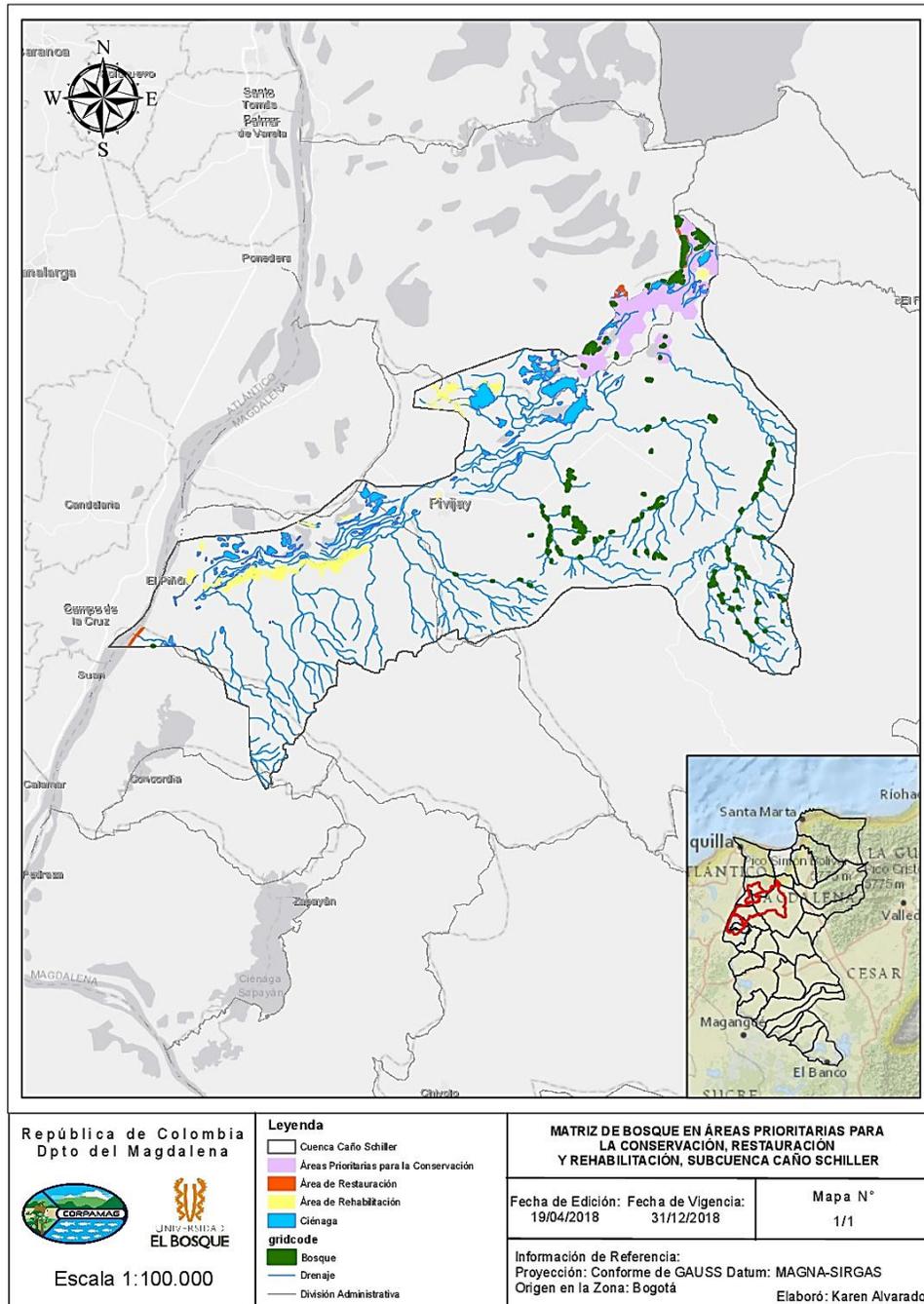


Figura 10. Mapa de Bosque, Área prioritaria para la conservación, restauración, rehabilitación y conectividad en la subcuenca del Humedal Caño Schiller. (Autor, 2018).

A través del anterior mapa, se define que la matriz de cobertura natural apta para restablecer la conectividad en la subcuenca del Humedal Caño Schiller, es la cobertura de bosque por encontrarse relacionada al establecimiento de Áreas Prioritarias para la Conservación, Áreas de Restauración y Cuerpos de Agua. Una vez definido el objeto de estudio, se establece el tipo de conectividad a analizar en la investigación, siendo esta la conectividad de tipo funcional del paisaje; la presente investigación busca trascender en análisis de la conectividad estructural del área priorizada en la medida que el enfoque a utilizar es el de corredor biológico; en este sentido, se aborda la respuesta conductual de un organismo a la estructura del paisaje (Taylor, Fahrig & With, 2006, p. 2).

Céspedes & et al, 2006, p. 45, citan a Bennett, 2004, planteando el uso de los corredores biológicos como una herramienta potencial para favorecer la conectividad y que sirve de base para la planificación de la conservación a escala de paisaje (Herrera & Finegan, 2008, p. 8). Teniendo en cuenta que la matriz de cobertura apta para establecer la conectividad en la subcuenca del Humedal Caño Schiller es la de bosque, se identifica un organismo presente en el área que use este ecosistema para el desarrollo de sus actividades vitales, tenga una distribución reducida y se encuentre amenazado; esto con el fin de aportar a la restauración y mantenimiento de la especie y la de muchas otras que tengan este espacio como hábitat (Vargas, 2015).

A partir de la caracterización biótica realizada en la fase diagnóstica del Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCA Complejo de Humedales Ciénaga Grande de Santa Marta, se logra identificar la presencia de la especie de primate *Aotus griseimembra*, también llamado Mico de Noche Caribeño, en el área de estudio (CORPAMAG & et al, 2017b, p. 796). Esta especie habita en los bosques primarios submontanos y montanos de tierras bajas, aunque debido a las perturbaciones de su hábitat se ha adaptado a fragmentos de bosque primario y bosques secundarios (Bengoa & et al, 2010, p. 71), y en Colombia esta especie ha sido confirmada en el Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta (Morales & Link, 2008, cita Defler, 2003, 2004).

El rango de distribución de *Aotus griseimembra* es reducido; se extiende desde el Bosque Montano de Tierras Bajas de Santa Marta hacia el occidente de los ríos Sinú, San Jorge, Bajo Cauca y finalmente, la Cuenca Alta-Cuenca Media del Río Magdalena (Morales & Link, 2008, cita a Hernández & Cooper, 1976; Defler, 2003, 2004); sin embargo, su dominio vital es de aproximadamente 0.5 a 1.5 hectáreas, y su capacidad de desplazamiento oscila entre los 298 a 890 metros (Bengoa & et al, 2010, p. 69). *Aotus g.* se encuentra en la categoría de amenaza vulnerable de la UICN, en donde las principales causas que lo han llevado a este estado son la fragmentación del su hábitat, el tráfico ilegal y experimentación biomédica al ser usado como modelo de resistencia al serotipo VIH-1 (Asociación Primatológica Colombiana, 2016, p. 2).

Determinando a la especie *Aotus griseimembra* como el objeto de estudio se procede a cuantificar el aporte al mantenimiento de la conectividad funcional del paisaje de los relictos de bosque encontrados en la subcuenca del Humedal Caño Schiller. Este análisis se hace por medio de la herramienta Conefor 2.6 y su extensión para ArcGIS 10.5, quien aplica índices de conectividad funcional (Índice Integral de Conectividad y Probabilidad de Conectividad) para medir la disponibilidad del hábitat para una especie teniendo en cuenta su capacidad mínima de desplazamiento. Conefor 2.6 está concebido como una herramienta para apoyar la toma de decisiones en la conservación y planificación del paisaje, a través de la identificación y priorización de sitios críticos para la conectividad ecológica (Saura &

Torné, 2012, p. 1). Tras aplicar la herramienta se obtienen los siguientes índices de conectividad para cada uno de los parches de bosque encontrados en la subcuenca.

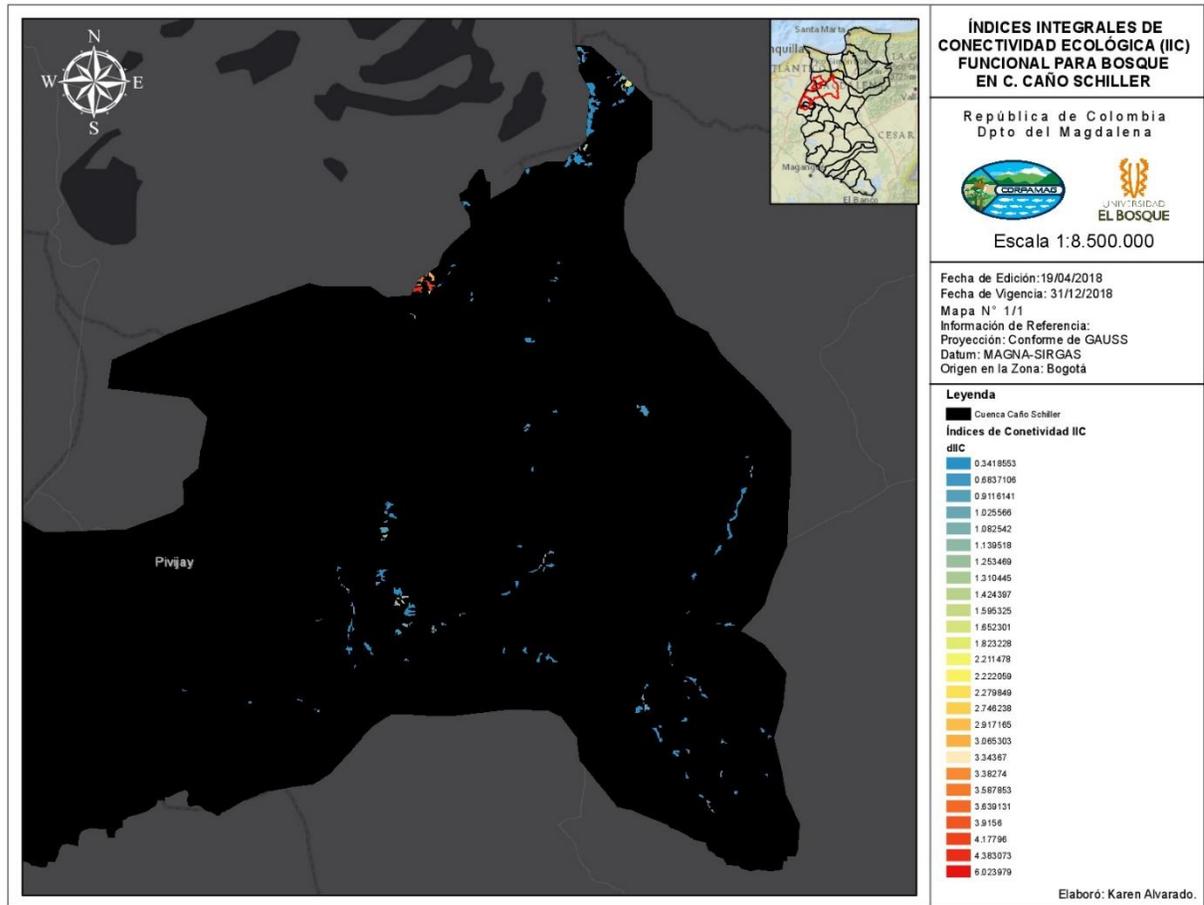


Figura 11. Mapa de Índices Integrales de Conectividad Ecológica funcional para parches de bosque presentes en la subcuenca del Humedal Caño Schiller. (Autor, 2018).

Con el fin de analizar el escenario priorizado para la subcuenca del Humedal Caño Schiller, con respecto a los instrumentos de planificación ambiental existentes, siendo estos el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica POMCA Complejo de Humedales de la Ciénaga Grande de Santa Marta (NSS 2906-01) y el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Caño Schiller, se generan unos mapas relacionados a la Zonificación Ambiental propuesta para los parches de bosque objeto de conectividad ecológica funcional. El primero de ellos, corresponde al mapa de Zonificación Ambiental propuesta por el POMCA para los parches de bosque, y el segundo al mapa de Zonificación Ambiental propuesta por el Planes de Manejo Ambiental para los parches de bosque. A continuación cada uno de ellos.

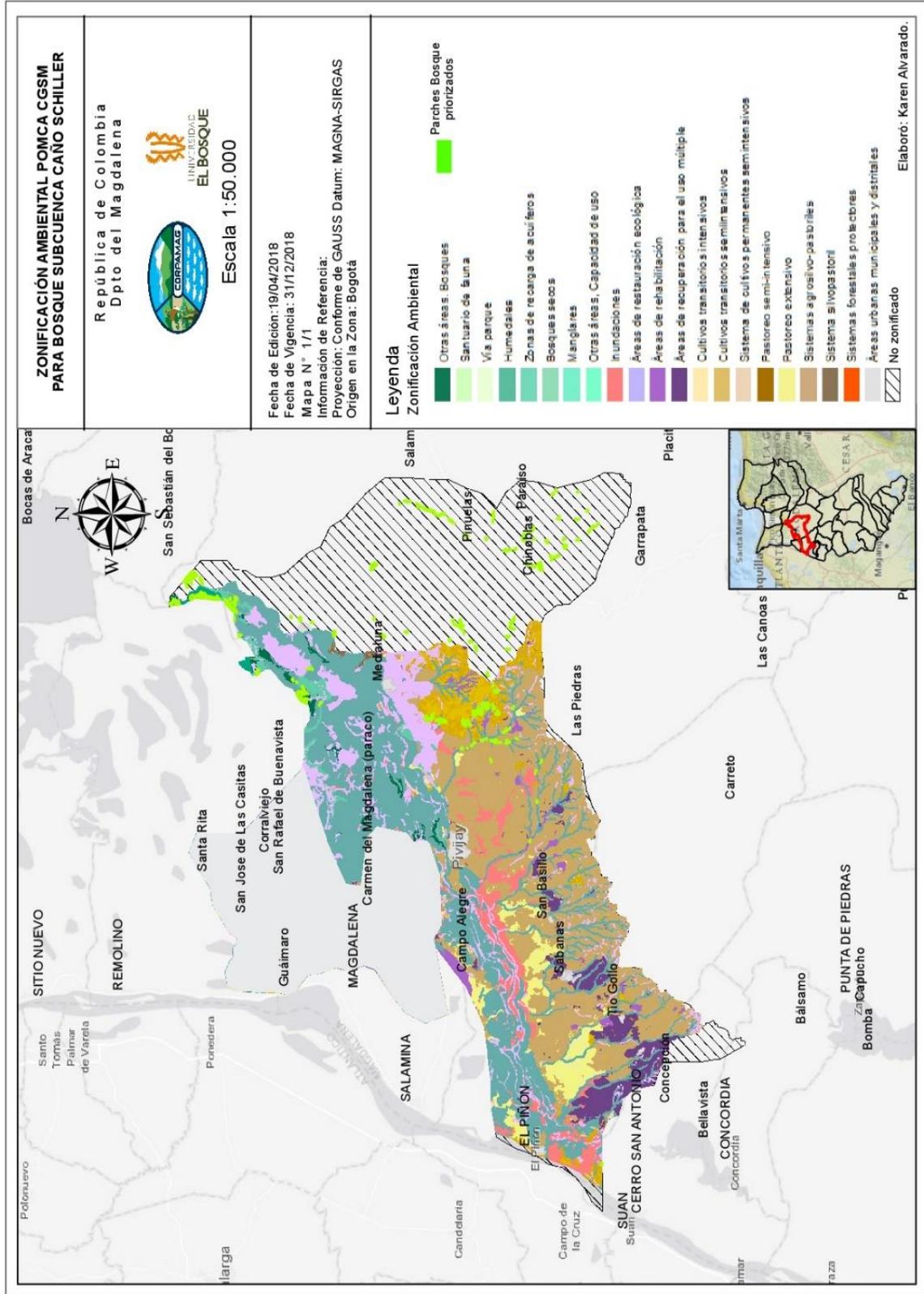


Figura 12. Mapa de Zonificación Ambiental propuesta por el POMCA Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta para los parches de bosque objeto de conectividad ecológica funcional en la subcuenca del Humedal Caño Schiller. (Autor, 2018).

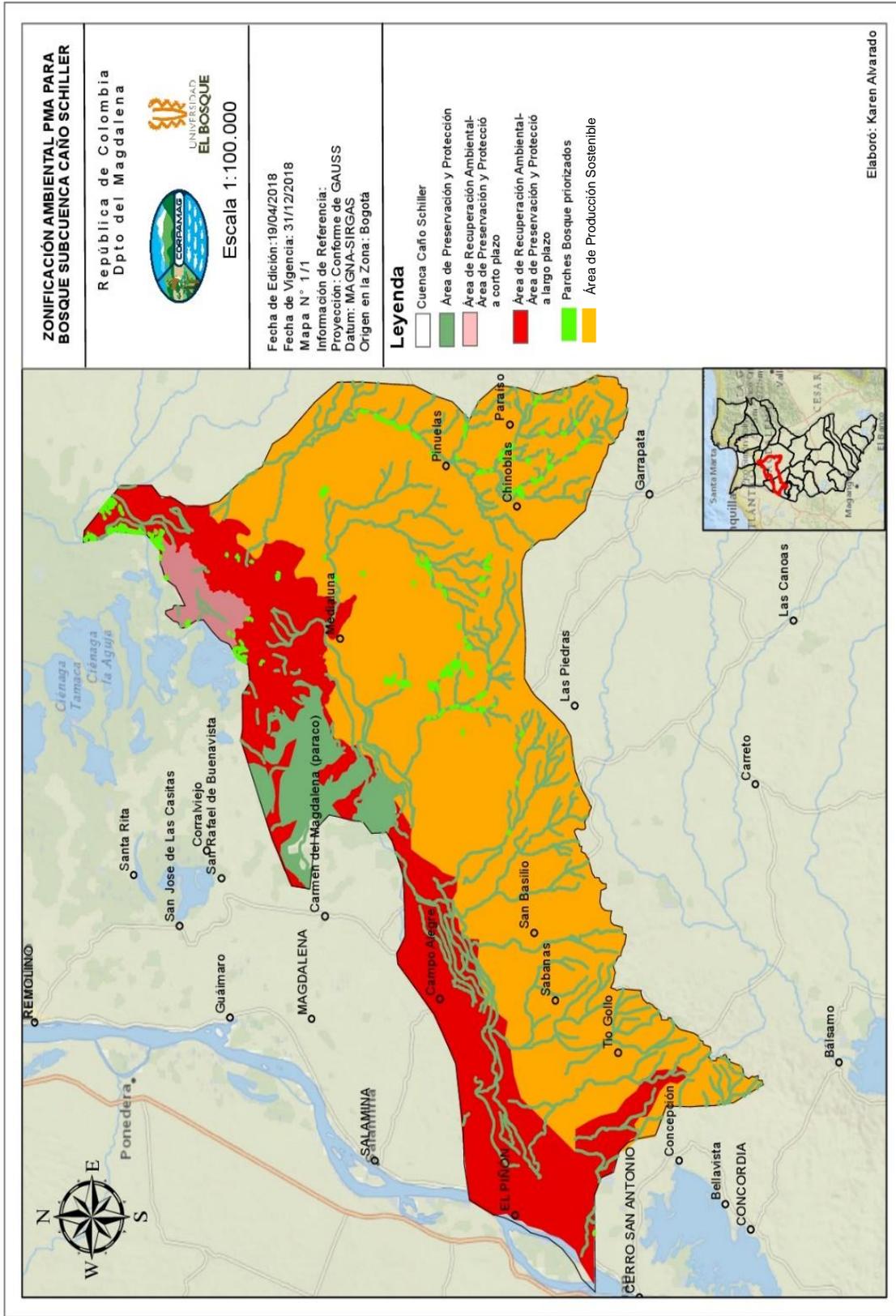


Figura 13. Mapa de Zonificación Ambiental propuesta por el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Caño Schiller para los parches de bosque objeto de conectividad ecológica funcional en la subcuenca del Humedal Caño Schiller. (Autor, 2018)

Fase III. Estrategias para el fortalecimiento institucional en materia de conectividad, conservación y restauración de ecosistemas de las alcaldías municipales presentes en la Subcuenca del Humedal Caño Schiller

Con el fin de plantear estrategias que mejoren la conectividad ecológica en la cobertura boscosa identificada para la subcuenca del Humedal Caño Schiller, es necesario identificar las necesidades de conservación y restauración de los municipios de Pivijay y su corregimiento Media Luna (CORPAMAG & et al, 2013b, p. 25), esto mediante el análisis de la pérdida y transformación ecosistémica del territorio (MADS, 2015a). Dentro del análisis se evalúan los procesos de cambio en el uso del suelo, su relación con las actividades antrópicas y su impacto en el estado de conservación de especies de fauna y flora, esto con el fin de definir el aporte que puede hacer la restauración en la recuperación y mantenimiento de la biodiversidad (Vargas, 2015, p. 18).

- Diagnóstico de Cambios en el uso del suelo: el uso actual del suelo en la Subcuenca del Humedal Caño Schiller está destinado principalmente a usos para agricultura, pastoreo extensivo y protección como se puede ver a continuación.

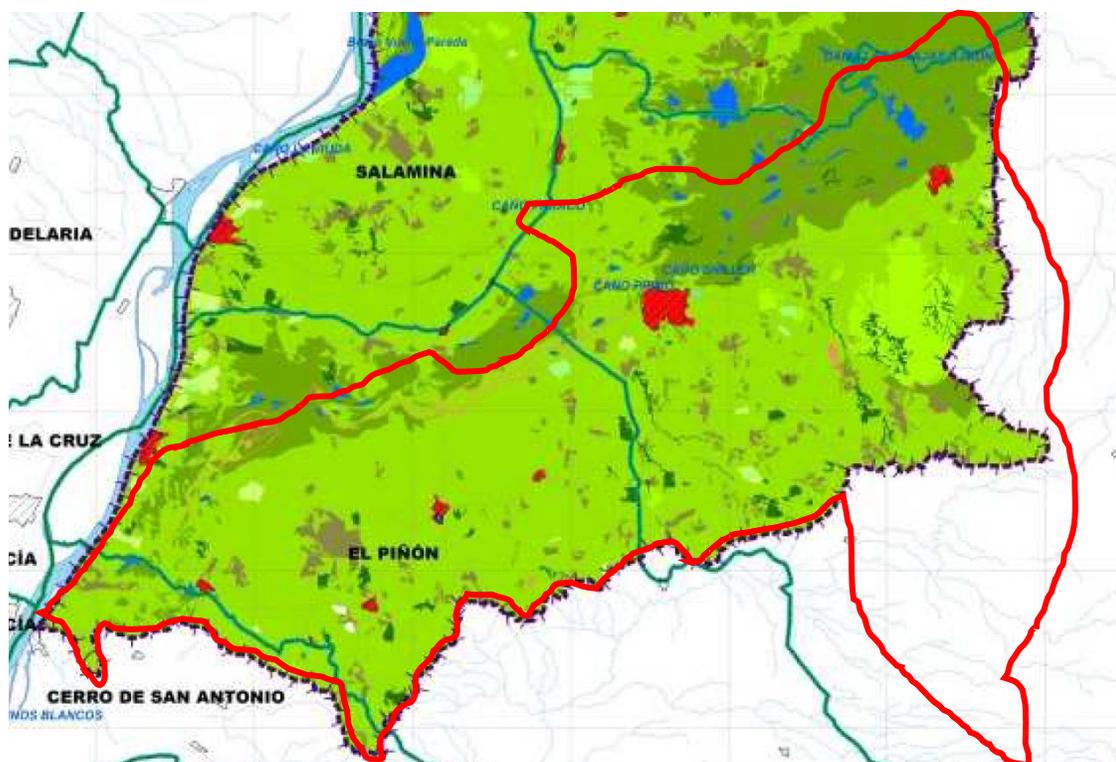




Figura 14. Mapa de Uso actual del suelo en la subcuenca del Humedal Caño Schiller (CORPAMAG & et al, 2017b, p.695).

La ampliación de la frontera agrícola, constituida principalmente por la adecuación de terrenos naturales para la implementación de sistemas de cultivos de palma y azúcar, y el aumento de áreas de pastoreo, relacionada al aumento del número de cabezas de ganado en el municipio de Pivijay, han obedecido a unos procesos de transformación de los usos del suelo en el tiempo (CORPAMAG & et al., 2013b).

A partir del mapa de análisis multitemporal de usos del suelo en la Cuenca del Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta, se pueden identificar los procesos de transformación que han dado lugar a los usos del suelo actuales en la subcuenca del Humedal Caño Schiller desde el año 2005 al año 2012. El primero de ellos es la ganancia de pastos, el segundo la expansión de la agricultura en las áreas cercanas a los parches de bosque, el tercero la desintensificación de la agricultura, el cuarto el cambio similar a la cobertura natural y el quinto la intensificación de la agricultura (CORPAMAG & et al, 2017b, p.698). A continuación el mapa en mención.

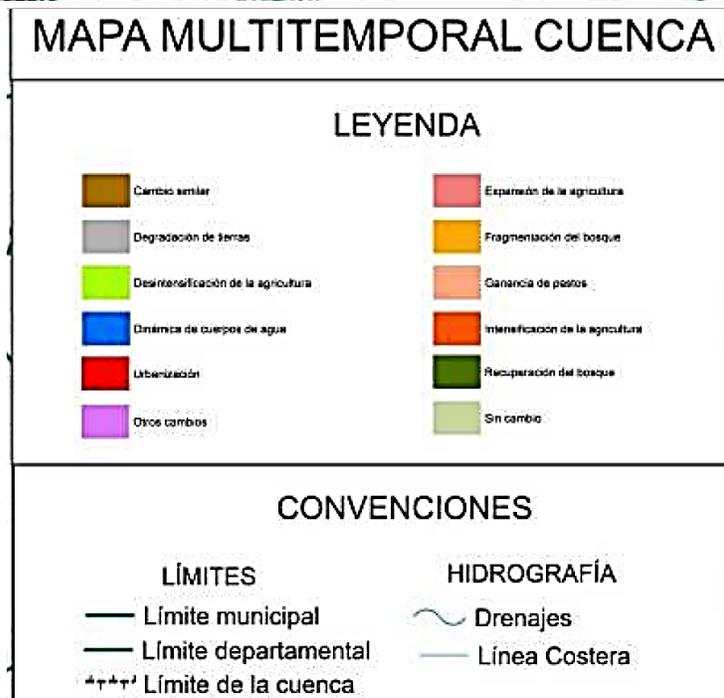
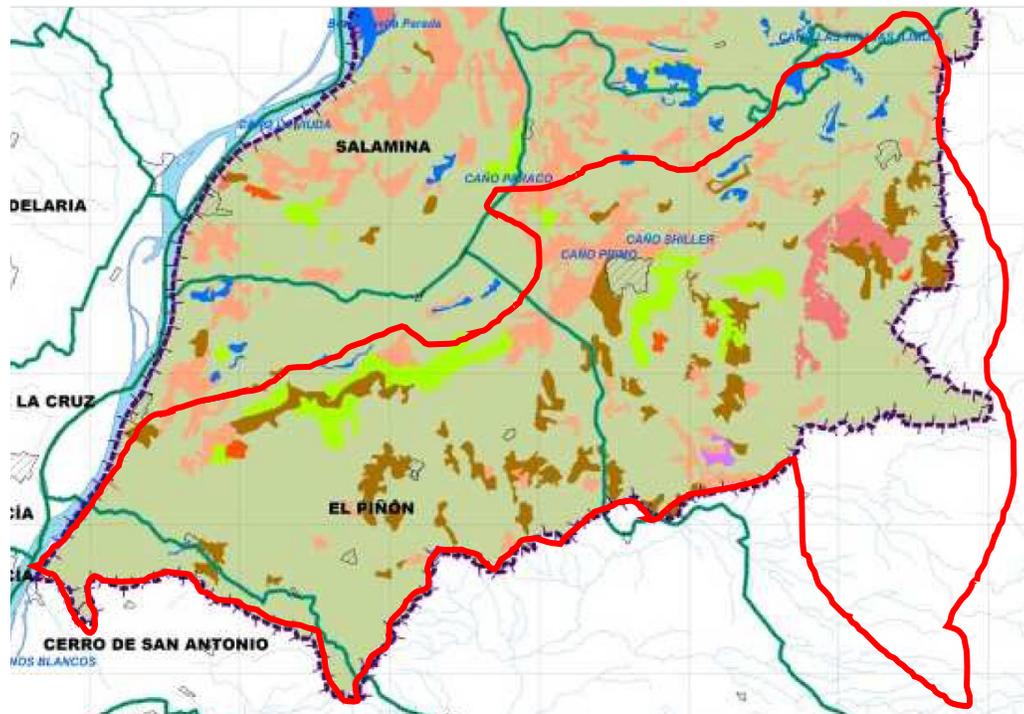


Figura 15. Mapa de análisis multitemporal de los usos del suelo en la subcuenca del Humedal Caño Schiller (CORPAMAG & et al, 2017b, p.695).

Hacia el margen superior de la subcuenca del Humedal Caño Schiller, colindando con la Ciénaga Grande de Santa Marta, se puede identificar un fenómeno de ganancia de pastos para uso agropecuario dentro de un espacio que, según el mapa de uso actual del suelo, está definido para protección. Otra de las transformaciones que se puede identificar a partir de la comparación del mapa de uso actual del suelo en la subcuenca y

el mapa de análisis multitemporal es el de la desintensificación de la agricultura en un área definida para uso agrícola. Finalmente, en general los usos para pastoreo y algún tipo de actividad agrícola conservan su vocación.

- Identificación de Impactos de origen antrópico: teniendo en cuenta el diagnóstico físico-biótico del POMCA Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta, según el análisis de Índice de Ambiente Crítico (IAC) la subcuenca del Humedal Caño Schiller se encuentra mayoritariamente en la categoría IV: Crítico, seguida de la categoría III: En peligro, y finalmente las categorías II y I: Vulnerable y Relativamente Estable (CORPAMAG & et al, 2017b, p. 722). A continuación el mapa correspondiente.

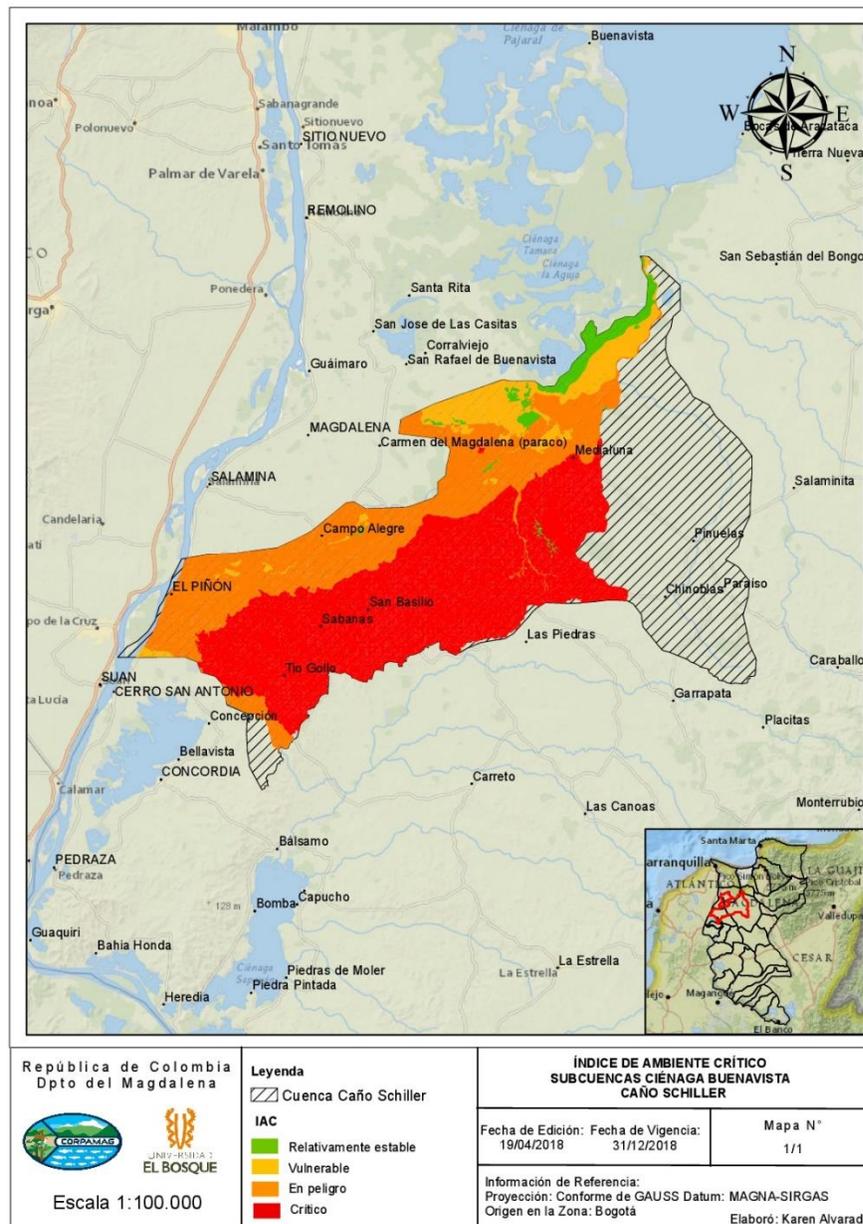


Figura 16. Mapa de Índice de Ambiente Crítico para la subcuenca del Humedal Caño Schiller (Autor, 2018).

Algunas de las causas que han llevado a tal estado del ambiente en la subcuenca del Humedal Caño Schiller se encuentran relacionadas con fenómenos como la transformación de la hidrología superficial y los suelos, la fragmentación del hábitat, el aumento de la salinidad de los humedales y degradación de la calidad del agua, los cuales se encuentran vinculados (CORPAMAG & et al, 2017b, RAMSAR, 2017). A continuación la descripción de cada uno de estos fenómenos dentro de la cuenca:

Deforestación: la cobertura boscosa en la subcuenca del Humedal Caño Schiller ha sido degradada especialmente por la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, lo que ha transformado los bosques a tal punto de convertirlos en relictos (RAMSAR, 2017, p. 45). No obstante, la extracción de madera como material maderable, de construcción y medicinal son las segundas causas más aportantes a esta problemática en la cuenca (CORPAMAG & et al, 2013b).

Transformación de la hidrología superficial: el cierre y colmatación de caños, la colonización de deltas y el incremento de la carga de sedimentos han transformado la dinámica hidrológica y los patrones de circulación por cambios en la distribución espacial del agua dulce en el complejo lagunar (RAMSAR, 2017, p. 43).

Transformación de los suelos: el deterioro de la vegetación y los suelos de la subcuenca ha ocasionado que los flujos de agua que desembocan en la Ciénaga Grande aporten menores volúmenes de agua dulce y mayores cantidades de sedimentos. Sumado a esto, los asentamientos que se ubican dentro de la ronda de los caños facilitan el taponamiento de los mismos, modificando aún más los suelos y la geomorfología de la zona de inundación (RAMSAR, 2017, p. 45).

Una de las consecuencias de la transformación de los suelos es la erosión de los mismos, e incluye efectos directos como la reducción de su capacidad productiva, los deslizamientos, la colmatación cuerpos de agua e inundaciones periódicas con consecuencias desastrosas sobre la seguridad y la salud de la población riverense y del sistema productivo (MADS, Natural SIG & CORPAMAG, 2017).

Aumento de la salinidad de los humedales: la obstrucción de caños por desviación de su flujo o taponamiento genera cambios inducidos en los patrones de drenaje y desecamiento de zonas próximas a bosques (RAMSAR, 2017, p. 46 cita a Sánchez, 1998).

Degradación de la calidad del agua: la actividad agrícola que da lugar dentro de la subcuenca genera el transporte de algunos metales pesados y pesticidas hacia los cuerpos de agua (RAMSAR, 2017). Por su parte, la ganadería afecta la calidad fisicoquímica del agua al incrementar los niveles de coliformes fecales (MADS, Natural SIG & CORPAMAG, 2017). Otro factor que afecta la calidad del agua en la subcuenca son las descargas de aguas sanitarias sin tratamiento previo a los cuerpos de agua, lo cual genera una disminución del oxígeno disuelto presente en los mismos (RAMSAR, 2017, pág. 47).

Fragmentación del hábitat: el avance de la frontera agropecuaria, la deforestación y la construcción de infraestructura urbana y vial ha dificultado la conectividad de los ecosistemas, generando así la disminución de la diversidad biológica y los servicios ambientales que esta presta (CORPAMAG & et al, 2017b, RAMSAR, 2017).

- Identificación de especies de flora y fauna amenazadas: la deforestación, transformación de los suelos e hidrología superficial, degradación de la calidad del agua y además, la sobreexplotación de recursos faunísticos y florísticos han llevado a algunas especies a un estado de conservación vulnerable, incluso de amenaza, en la subcuenca del Humedal Caño Schiller (RAMSAR, 2017, pág.52). A continuación las especies de fauna y flora identificadas en el Humedal Caño Schiller bajo alguna categoría de amenaza UICN.

Tabla 4.

Listado de especies en alguna categoría de amenaza Nacional en la subcuenca Humedal Caño Schiller

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE AMENAZA
FLORA		
<i>Copernicia tectorum</i>	Palmiche	Casi Amenazado (NT)
<i>Pachira quinata</i>	Ceiba roja	En peligro (EN)
FAUNA		
<i>Crocodylus acutus</i>	Caimán aguja	Crítico (CR)
<i>Chauna chavaria</i>	Chavarría	Vulnerable (VU)
<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Vulnerable (VU)
<i>Aotus griseimembra</i>	Mico de la noche Caribeño	Vulnerable (VU)
<i>Kinosternon scorioides</i>	Morrocoyo	Vulnerable (VU)
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	Casi Amenazado (NT)
<i>Trachemys scripta callirostris</i>	Hicotea	Casi Amenazado (NT)

(Autor, 2018). Nota: información abstraída a partir de CORPAMAG & et al., 2013b, Pp. 85-101, CORPAMAG & et al, 2017b, p.776.

- Formulación de estrategias para el fortalecimiento institucional en materia de conectividad, conservación y restauración de ecosistemas de las alcaldías municipales presentes en la subcuenca del Humedal Caño Schiller: a partir del análisis de pérdida y transformación del territorio realizado, se identifican las siguientes necesidades de conservación y restauración en los municipios de Pivijay y su corregimiento Media Luna, área priorizada para conectividad.
 - a. Control de tensionantes de uso del suelo hacia el margen superior de la subcuenca.
 - b. Adecuación del esquema de producción agrícola, ganadero y maderero hacia modelos más sostenibles.
 - c. Restauración de la cobertura de bosque, enriqueciendo los espacios relictuales que permitan la conectividad.
 - d. Cumplimiento de protección de la ronda hídrica de cuerpos de agua.
 - e. Mejoramiento de condiciones hidrológicas de caños.
 - f. Tratamiento y disposición adecuada de aguas de origen agropecuario.
 - g. Control de actividades de captura de fauna silvestre.
 - h. Fortalecimiento de la Educación Ambiental en el municipio.

Teniendo en cuenta las necesidades de conservación y restauración para el área de conectividad priorizada, se formulan estrategias para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Magdalena, esto en materia de mejoramiento de las condiciones ambientales de la subcuenca del Humedal Caño Schiller. Como referente para la formulación de estrategias se tuvo la matriz usada por Páez & et al, 2017 en su estudio “Evaluación el estado actual de la Quebrada Honda del municipio de Chía como base para la formulación de estrategias de gestión integral del recurso hídrico en su microcuenca”, en donde se define el objetivo, actividades, responsables y tiempo de ejecución de cada una de las estrategias. A continuación la descripción de cada una de ellas.

Tabla 5.

Estrategia 1. “Avanza agropecuario, avanza sostenible” para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay en materia de conservación, restauración y conectividad.

Estrategia 1: “Avanza agropecuario, avanza sostenible”	
Justificación	La estrategia “Avanza agropecuario, avanza sostenible”, busca adecuar los modelos producción agrícola, ganadero y maderero hacia unos enmarcados dentro del paradigma del desarrollo sostenible en municipio de Pivijay y Media Luna.
Objetivo	Reducir los impactos negativos generados por estas actividades agrícolas, ganaderas y madereras sobre los ecosistemas presentes en la subcuenca del Humedal Caño Schiller.
Actividades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Censo diagnóstico de agentes productivos en los predios agrícolas ubicados sobre los relictos de bosque priorizados para la subcuenca. • Conformación del Centro de Transformación Rural de Pivijay en alianza con la CORPAMAG y ONGs Ambientales presentes en el área. • Alianza municipal con el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), sede Santa Marta, para capacitación de los productores en sistemas de producción agropecuaria sostenibles. • Introducción del Sistema Silvopastoril en las fincas ganaderas ubicadas sobre los relictos de bosque priorizados para la subcuenca. • Introducción del Sistema de Forestería Análoga en los predios agrícolas ubicados sobre los relictos de bosque priorizados para la subcuenca. • Conformación de la Asociación de Forestería Análoga de Pivijay con los productores dispuestos a adoptar el Sistema, para posteriormente adherirse a la Red Internacional de Forestería Análoga (IAFN). • Identificación de mercados potenciales para los productos generados a partir del Silvopastoreo y Forestería Análoga en la zona. • Monitoreo y seguimiento. <p style="text-align: right;">(IAFN, 2018).</p>
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores, ganaderos y extractores madereros • Administración Local • Administración Departamental • CORPAMAG • Organizaciones No Gubernamentales (ONG) Ambientales. • Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) Santa Marta. • Red Internacional de Forestería Análoga (IAFN). • Mercados potenciales.
Tiempo de ejecución	Largo plazo (10 años).

(Autor, 2018).

Tabla 6.

Estrategia 2. Barrera densa de árboles nativos para control de tensionantes de uso del suelo, para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Colombia, en materia de conservación, restauración y conectividad.

Estrategia 2: Barrera densa de árboles nativos para control de tensionantes de uso del suelo	
Justificación	Dado el avance de la frontera agropecuaria dentro del Área Prioritaria para la Conservación “Alrededores de la Ciénaga Grande de Santa Marta”, que al mismo está determinado para un uso de protección, se busca que por medio del establecimiento de una barrera densa con especies de árboles nativos se recuperen los relictos de bosque priorizados dentro de este espacio, y que fuentes de recursos para ganado (pasto, otras plantas consumidas) sean reemplazadas por otro tipo de especies de forraje (MADS, 2015a, p. 27).
Objetivo	Controlar los tensionantes de uso del suelo (ganancia de pastos para ganadería y agricultura) sobre los relictos de bosque priorizados dentro del Área Prioritaria para la Conservación “Alrededores de la Ciénaga Grande de Santa Marta”, que al mismo está determinado para un uso de protección.
Actividades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de actividades agropecuarias dentro de relictos con altos valores de conectividad. • Limpieza de bordes de los relictos. • Siembra de plántulas de árboles nativos resistentes a la radiación en doble barrera con 1.5 metros de separación. • Monitoreo y seguimiento. <p style="text-align: right;">(Calle, 2012).</p>
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores y ganaderos • Administración Local • Administración Departamental • CORPAMAG
Tiempo de ejecución	Corto plazo (3 años).

(Autor, 2018).

Tabla 7.

Estrategia 3. Enriquecimiento y suplementación del bosque para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Colombia, en materia de conservación, restauración y conectividad.

Estrategia 3: Enriquecimiento y suplementación del bosque	
Justificación	La degradación de la cobertura boscosa en la subcuenca del Humedal Caño Schiller a causa de la ampliación de frontera agropecuaria y la actividad maderera difícilmente permitiría que los procesos de regeneración natural del bosque lleven este espacio a un estado previo a la perturbación (CORPAMAG & et al, 2013b, p. 172), lo cual pone en evidencia la necesidad de establecer acciones de restauración con especies nativas para el área priorizada.
Objetivo:	Mejoramiento de la conectividad entre los relictos de bosque priorizados en la subcuenca del Humedal Caño Schiller mediante la recuperación de la cobertura boscosa.
Actividades a desarrollar:	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario forestal o florístico en el caño y áreas subyacentes con miras a la reforestación. • Conformación de Centro de Producción de Plántulas Nativas de Pivijay, incluyendo especies frutales y maderables. • Convocatorias para participación de instituciones educativas, CORPAMAG,

	<p>ONGs Ambientales y comunidad en jornadas de reforestación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Restauración de la cobertura boscosa mediante la siembra de ejemplares nativos a distancias de 2 X 3 m, y densidades de siembra iguales o mayores a 1666 pl/ha; siempre buscando la mayor diversidad posible (40 a 80 especies locales diferentes de crecimiento rápido y crecimiento lento). • Conformación del Centro de Transformación Rural de Pivijay en alianza con la CORPAMAG y Organizaciones No Gubernamentales (ONG) Ambientales presentes en el área. • Monitoreo y seguimiento. <p style="text-align: right;">(MADS, 2015a, p. 27).</p>
Responsables:	<ul style="list-style-type: none"> • Administración Local • Administración Departamental • CORPAMAG • Organizaciones No Gubernamentales (ONG) Ambientales. • Instituciones Educativas. • Comunidad en general.
Tiempo de ejecución:	Mediano plazo (≥ 5 años).

(Autor, 2018).

Tabla 8.

Estrategia 4. Mejoramiento de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, en materia de conservación, restauración y conectividad.

Estrategia 4: Mejoramiento de las condiciones ambientales de los cuerpos de agua	
Justificación	La transformación de la hidrología superficial del Humedal Caño Schiller y la contaminación de sus cuerpos de agua por el vertimiento de aguas de origen agroindustrial y ganadero han puesto en riesgo la disponibilidad del recurso hídrico para el desarrollo socioeconómico y de los procesos ecológicos, motivo por el cual es necesario mejorar las condiciones ambientales de los mismos.
Objetivo	Mejorar la calidad y disponibilidad del recurso hídrico en la subcuenca del Humedal Caño Schiller para el desarrollo socioeconómico y de los procesos ecológicos.
Actividades a desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de actividades agropecuarias dentro de la ronda hídrica de los cuerpos de agua. • Delimitación y recuperación de las rondas hídricas y cauces que alimentan el Caño y las zonas de inundación periódica del humedal. • Delimitación y recuperación del área de recarga natural del Caño Schiller. • Diseño de un plan de mantenimiento y dragado periódico de los canales y cauces obstruidos del Humedal Caño Schiller. • Instalación de barreras de bosque alrededor de rondas hídricas. • Diseño e implementación de sistemas de Biofiltro para fincas con tipo de producción baja a media. • Monitoreo y seguimiento. <p style="text-align: right;">(CORPAMAG & et al, 2013b, Páez & et al, 2017).</p>
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores, ganaderos y extractores madereros. • Administración Local • Administración Departamental • CORPAMAG
Tiempo de ejecución	Mediano a largo plazo (≥ 5 años).

(Autor, 2018).

Tabla 9.

Estrategia 5. “Mico de la Noche Caribeño, el aliado inesperado en la restauración del Bosque” para el fortalecimiento institucional de la Alcaldía de Pivijay, Colombia, en materia de conservación, restauración y conectividad.

Estrategia 5: “Mico de la Noche Caribeño, el aliado inesperado en la restauración del Bosque”	
Justificación	<p>La sobreexplotación de recursos faunísticos en la subcuenca del Humedal Caño Schiller ha llevado a algunas especies a un punto de amenaza vulnerable, incluso crítico (RAMSAR, 2017). Dentro de estas especies se encuentra el primate <i>Aotus griseimembra</i>, cuya presencia ha sido confirmada en el área de estudio y se encuentra en estado vulnerable (CORPAMAG & et al, 2017b, p. 776, Asociación Primatológica Colombiana, 2016, p. 1). Esta especie, al igual que muchas otras dentro de la subcuenca, se encuentra amenazada por la fragmentación de su hábitat y caza ilegal, motivo por el cual es pertinente formular estrategias para el control de las actividades de captura ilegal de fauna silvestre.</p> <p><i>Aotus</i> es de especial importancia dentro de este estudio debido que el análisis de la conectividad funcional del paisaje a partir de sus necesidades de desplazamiento, sin embargo, esta especie al mismo tiempo es un aliado en la recuperación pasiva del bosque al actuar como dispersor de semillas y polinizador (Asociación Primatológica Colombiana, 2016, p. 2).</p>
Objetivo	Controlar las actividades de captura de fauna silvestre que ponen en riesgo la pervivencia de especies bajo algún grado de amenaza.
Actividades a desarrollar:	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de espacios participación comunitaria en donde se involucre a las instituciones y organizaciones de la sociedad civil. • Jornadas de Educación Ambiental acerca de la importancia en la conservación de las especies de fauna y flora en instituciones educativas, fincas ubicadas sobre los predios en los que se encuentran los parches de bosque priorizados y reuniones de la Junta de Acción Comunal de Pivijay y Media Luna. • Articulación de la estrategia con las iniciativas de conservación de especies en vía de extinción del grupo ‘Huellas Verdes’, Institución Educativa Departamental Rural de Media Luna, INDERME, del municipio de Pivijay. • Rehabilitación y liberación de fauna en la Estación de paso de Animales en Vía de Extinción, ubicada en las instalaciones de la Institución Educativa Departamental Rural de Media Luna, INDERME. • Conformación del Comité Interinstitucional de Educación Ambiental, CIDEA, del municipio de Pivijay. • Formulación de Proyectos Ambientales Escolares, PRAE, en el municipio de Pivijay y Media Luna. • Formulación de Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental, PROCEDA, en el municipio de Pivijay y Media Luna. • Monitoreo y seguimiento. <p>(CORPAMAG & et al, 2013b, Páez & et al, 2017).</p>
Responsables:	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultores, ganaderos y extractores madereros • Instituciones Educativas • Juntas de Acción Comunal • Administración Local • Administración Departamental • CORPAMAG • Organizaciones No Gubernamentales (ONG) Ambientales.
Tiempo de ejecución	Corto a mediano plazo (≥3 años).

(Autor, 2018).

Análisis y discusión de resultados

A partir del proceso de priorización del espacio de conectividad ecológica, realizado en la Fase I de la investigación mediante la matriz multicriterio, se obtiene que la subcuenca del Humedal Caño Schiller es la que mayor número de criterios cumple. Más que una cifra, el cumplimiento de estos criterios da razón de la importancia de esta subcuenca como un escenario indispensable para el desarrollo de procesos ecológicos que traen como beneficio el mantenimiento de la biodiversidad y de servicios ambientales para la comunidad. Por otra parte, y relacionándose con la importancia intrínseca de la naturaleza que manifiesta Michael Soulé, esta subcuenca es la única dentro de las tres analizadas que posee una importancia arqueológica y de patrimonio histórico al ser epicentro de asentamientos Chimilas durante el siglo XVI (CORPAMAG & et al, 2017b, Pág.70).

Esta importancia ecológica es reafirmada al observar las figuras internacionales de conservación que existen sobre el área priorizada; es declarada como Área Reserva de Biósfera, siendo esta la Ciénaga Grande de Santa Marta, Sitio RAMSAR, siendo este el Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta, y además, es un Área de Importancia para la Conservación de Aves, siendo esta la Reserva de Biosfera RAMSAR de la Ciénaga Grande, Isla de Salamanca y Sabana Grande. Adicionalmente, a nivel nacional, la subcuenca del Humedal Caño Schiller hace parte del Área Prioritaria para la Conservación “Alrededores del Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta”, resaltando así la necesidad de iniciar un proceso de conservación sobre esta área ya priorizada.

En este sentido, no es de extrañar que la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CORPAMAG, haya generado instrumentos de planificación ambiental para la subcuenca del Humedal Caño Schiller, en donde se encuentra el Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica, POMCA, Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta, y el Plan de Manejo Ambiental de la Subcuenca del Humedal Caño Schiller.

Para la delimitación del área para conservación, restauración y conectividad ecológica, a partir de la zonificación ambiental propuesta para la subcuenca por el POMCA Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta, se puede observar que la matriz de bosque relictual identificada en la Fase II está mayormente ubicada sobre humedales, zonas de recarga y bosque seco tropical.

Teniendo en cuenta la Ruta para la Declaratoria de Áreas Protegidas (Resolución 1125 de 2015), las áreas que hacen parte de humedales logran amortiguar las crecientes de agua mediante el almacenamiento de flujos de desborde (RAMSAR, 2017, pág. 9), las zonas de recarga permiten la disponibilidad del recurso hídrico para el funcionamiento de los ecosistemas y su aprovechamiento por parte de la comunidad, y finalmente, estos relictos de bosque seco identificados en la subcuenca del Humedal Caño Schiller son reguladores del clima y aportan a las metas de representatividad del país al ser un ecosistema prioritario para la conservación en el departamento del Magdalena (Asamblea Departamental del Magdalena, 2016, p.10).

En cuanto a la zonificación ambiental propuesta por el Plan de Manejo Ambiental para la subcuenca del Humedal Caño Schiller, se puede observar que la matriz de bosque relictual identificada en el área de estudio está mayormente ubicada en Áreas de Preservación y Protección, y Áreas de Recuperación a corto y largo plazo, lo cual facilita los procesos de conservación y recuperación de los parches de bosque priorizados. No obstante, estos parches de bosque se encuentran bordeados por Áreas de Producción Sostenible, lo cual hizo primordial la formulación de estrategias enfocadas a la transformación de los modelos

de producción agrícola, ganadero y maderero existentes en la subcuenca hacia modelos más sostenibles.

La elección de la matriz de bosque relictual como cobertura natural apta para restablecer la conectividad es pertinente desde el punto de vista de la funcionalidad que esta tiene para especies arborícolas de distribución reducida presentes en la subcuenca del Humedal Caño Schiller, como lo es el primate *Aotus griseimembra*, quien, como ya se mencionó anteriormente, se encuentra en un estado vulnerable de conservación, lo que se ha atribuido en gran parte al deterioro de su hábitat natural. Aunque esta especie ha logrado adaptarse a pequeños fragmentos inmersos en matrices agrícolas y semiurbanas (Bengoa, V & et al, 2010), el avance de la frontera agropecuaria ha generado la pérdida de fragmentos de bosque indispensables para el desarrollo de las actividades vitales de este primate.

Por este motivo es necesario conocer más acerca de la forma en la cual la especie *Aotus griseimembra* usa su hábitat, esto con el fin de aplicar esta información al desarrollo de planes para su conservación (Bengoa, V & et al, 2010). Partiendo de esta necesidad se cuantificó el aporte al mantenimiento de la conectividad funcional del paisaje para los relictos de bosque encontrados en la subcuenca del Humedal Caño Schiller por medio de la herramienta Conefor 2.6, quien a partir del Índice Integral de Conectividad calcula la disponibilidad de hábitat para una especie teniendo en cuenta sus necesidades de desplazamiento.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de esta herramienta a la cobertura de bosque ubicada en la subcuenca del Humedal Caño Schiller permitieron priorizar relictos críticos para la conectividad ecológica. Inicialmente, se identifica un núcleo de parches con altos valores para el Índice Integral de Conectividad, IIC, localizado hacia el margen superior izquierdo de la subcuenca, lo cual se hace visible por medio de colores en gama de rojos. Esto indica que estos relictos, independientemente de su tamaño, son los más sensibles a los cambios del paisaje, sea por la pérdida o transformación de estos mismos o la de los relictos colindantes, lo cual disminuiría la disponibilidad de hábitat para la especie *Aotus griseimembra* (Saura, & Torné, 2009).

Además de ser los espacios más sensibles a los cambios del paisaje, son espacios que funcionan como centroides; a partir de estos se van ramificando franjas de conectividad compuestas por parches con valores de índice bajos, los cuales se hacen visibles por medio de colores azules. Aunque se podría pensar que estos parches poco contribuyen a la conectividad, estos permiten el desplazamiento de *Aotus* y muchas otras especies arborícolas hacia áreas en donde son desarrolladas sus actividades vitales, por ejemplo, el Complejo Ciénaga Grande de Santa Marta (Cerón & et al, 2015).

Según el mapa de distribución de *Aotus griseimembra* de Abondano, D. & et al, 2017, se puede afirmar que para esta especie es indispensable la presencia de cobertura boscosa en su circulación desde el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta hasta la Cuenca Alta-Cuenca Media del Río Magdalena, en donde la Ciénaga Grande de Santa Marta y sus alrededores juegan un papel fundamental por ser el punto intermedio en una de las rutas de desplazamiento de esta especie (Ver Anexo 11).

Por su parte, los parches con valores intermedios de Índice Integral de Conectividad, visibles por medio de colores en gama de naranjas, funcionan como un espacio articulador del corredor biológico, y su pérdida repercutiría de forma tal que cambiaría la conectividad general del área de interés por perderse el espacio que demarca la ruta a seguir de las franjas de conectividad. Dado lo anterior, los parches de bosque a los que primeramente deben dirigirse las acciones de conservación son los visualizados con colores rojos y

naranjas, no dejando de lado la importancia de disminuir la presión sobre los parches de color azul. No obstante la conservación de estos espacios no es garante de conectividad funcional del paisaje, motivo por el cual se deben implementar acciones de restauración de la cobertura en los relictos de bosque priorizados, tal como lo propusieron en algún momento los pioneros de la corriente de conservación forestal Mary Somerville y George Perkins Marsh.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario un manejo adecuado del suelo y la fauna silvestre para la preservación de su integridad, tal como lo propone Aldo Leopold, motivo por el cual en el desarrollo de la Fase III se formularon estrategias que buscan mejorar las condiciones ambientales del área de priorizada con el fin de brindar condiciones aptas para restablecer la conectividad.

Estas estrategias van dirigidas a problemáticas como la deforestación por expansión de la frontera agropecuaria, la transformación de los suelos e hidrología superficial, la degradación de la calidad del agua y la sobreexplotación de recursos faunísticos, la cual ha puesto en situación de amenaza a algunas especies de flora y fauna de la subcuenca del Humedal Caño Schiller, dentro de ellas *Copernicia tectorum*, *Pachira quinata*, *Aotus griseimembra*, *Crocodylus acutus*, *Chauna chavaria*, *Lontra longicaudis*, *Kinosternon scorpiodes*, *Leopardus wiedii* y *Trachemys scripta callirostris*,

Si bien dentro de las estrategias formuladas se encuentran algunas cuyo objetivo es la eliminación de actividades agropecuarias dentro de relictos de bosque que tienen un mayor aporte a la conectividad, no se puede desconocer la zonificación ambiental propuesta por el Plan de Manejo Ambiental del Humedal Caño Schiller, quien al determinar como Áreas de Producción Sostenible a los espacios contiguos a los parches con valores medios a bajos de conectividad, da razón de la importancia de las actividades agrícolas y de producción ganadera en el área de estudio.

Por este motivo, la estrategia “Avanza agropecuario, avanza sostenible” es de especial importancia en la medida que atiende a las necesidades del sector productivo del municipio de Pivijay y su corregimiento de Media Luna, y al mismo tiempo busca la implementación de modelos enmarcados dentro del paradigma del desarrollo sostenible. Finalmente, es importante resaltar que no solamente los ganaderos, agricultores y extractores de madera tienen en sus manos la transformación de las condiciones ambientales de la subcuenca, sino que la participación comunitaria en actividades de concientización y capacitación es de vital importancia para el logro de los objetivos de conservación propuestos en el presente estudio.

Conclusiones

Como área priorizada, la subcuenca del Humedal Caño Schiller, en el departamento del Magdalena, demostró ser un área apta para el establecimiento de la conectividad funcional del paisaje al identificarse en ella relictos de bosque con altos valores para el Índice Integral de Conectividad, calculado mediante la herramienta Conefor 2.6. Estos relictos, aunque importantes, son sólo una parte del corredor biológico planteado para la especie de primate *Aotus griseimembra*, pues los demás parches de bosque identificados conforman las franjas de conectividad que permiten el desplazamiento de esta y muchas más especies arborícolas hacia escenarios en los cuales desarrollan sus actividades vitales, por ejemplo, la Ciénaga Grande de Santa Marta.

La matriz de bosque relictual priorizada para la subcuenca del Humedal Caño Schiller se encuentra acorde a los usos de conservación y restauración, al hacer parte de un Área Prioritaria para la Conservación, Área Reserva de Biosfera, Sitio RAMSAR, Área AICA y además, un Área de Preservación y Protección/Área de Restauración Ambiental según la zonificación ambiental propuesta por el Plan de Manejo Ambiental de la zona de estudio.

Los índices de conectividad obtenidos para los parches de bosque ubicados en la subcuenca del Humedal Caño Schiller dan razón de la necesidad de conservación y restauración de espacios altamente sensibles a las transformaciones del paisaje, en donde es necesaria la aplicación de estrategias enfocadas a la reducción de los impactos negativos generados por las actividades agrícolas, ganaderas y madereras que dan lugar en la subcuenca, el mejoramiento de la conectividad entre los relictos de bosque priorizados y el control de las actividades de captura de fauna silvestre que ponen en riesgo la pervivencia de especies bajo algún grado de amenaza, esto sin dejar de lado las necesidades productivas del municipio de Pivijay.

Finalmente la experiencia investiga presente, aunque fructuosa, desconoce la identificación de nuevos corredores biológicos para especies acuáticas de distribución reducida en la subcuenca del Caño Schiller, motivo por el cual se plantea la necesidad de generar estudios de conectividad funcional que aborden este vacío del conocimiento y aporten de forma significativa a los objetivos de la conservación.

Recomendaciones

Se recomienda a la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, CORPAMAG, continuar con el proceso de investigación de nuevas Áreas para la conservación, restauración y conectividad ecológica, como también impulsar procesos investigativos interinstitucionales que se encuentren relacionados con la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ambientales en el departamento del Magdalena.

Esta investigación constituye el primer acercamiento hacia la definición de una nueva área para la conservación, restauración y conectividad ecológica a partir de los requerimientos de desplazamiento de un organismo en el municipio de Pivijay, motivo por el cual se también se recomienda a la Corporación adelantar un estudio profundo acerca de la ecología del primate *Aotus griseimembra* en la subcuenca del Humedal Caño Schiller.

Por otra parte, se recomienda a la Universidad El Bosque seguir incentivando en programas como Ingeniería Ambiental y Biología este tipo de investigaciones que contribuyen a la conservación de la biodiversidad. Si bien la presente investigación tuvo altos requerimientos en conocimientos ecológicos, el desarrollo de la misma no hubiese sido posible sin la aplicación de herramientas relacionadas a la ingeniería como lo son los Sistemas de Información Geográfica, SIG (ArcGIS y Conefor).

A Parques Nacionales Naturales y SIRAP Caribe se les recomienda evaluar en forma oportuna las propuestas de nuevas áreas de conservación y conectividad ecológica que sean generadas dentro de las Corporaciones Autónomas Regionales y las instituciones de investigación en su territorio, esto con el fin de materializar los objetivos de conservación propuestos dentro de cada estudio.

Finalmente, la Alcaldía Municipal de Pivijay debe atender a los llamados que haga la Corporación Autónoma Regional del Magdalena, relacionados con la socialización de investigaciones que propendan por la conservación de su patrimonio biológico y cultural,

como también brindar el apoyo técnico y económico para la ejecución de proyectos de restauración.

Referencias

- Abondano, D. & et al. (2017). *BioModelos 2.0 Aotus griseimembra*. Recuperado en 02, abril, 2018, con http://biomodelos.humboldt.org.co/species/visor?species_id=7014.
- Arana, C. Rodríguez, E. & Weitgend, M. (2005). The relict forests of Northwest Peru and Southwest Ecuador. *Revista Peruana de Biología, Volumen 2, Número 2*. Pp. 185-197.
- Asamblea Departamental del Magdalena. (2016). *Ordenanza 035 del 14 de Octubre de 2016*.
- Asociación Primatológica Colombiana. (2016). *Aotus griseimembra*. Recuperado en 12, marzo, 2018, con https://www.asoprimatologicacolombiana.org/uploads/1/1/4/7/11474090/mes_del_mono_apc_-_aotus_griseimembra.pdf.
- Bengoa, V & et al. (2010). *Primatología en Colombia: avances al principio del milenio 1ª Edición*. Ecología del mono nocturno andino (*Aotus lemurinus*) en fragmentos de bosque subandinos de Colombia. Fundación Universitaria San Martín-Asociación Primatológica Colombiana: Bogotá D.C.
- BirdLife International. (2018). *Ciénaga Grande, Isla de Salamanca and Sabana Grande RAMSAR biosphere reserve*. Recuperado el 13 de marzo de 2018 en <http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/14460>.
- Calle, Z. (2012). Métodos y técnicas para la restauración de bosques. Recuperado en 27, marzo, 2018, con http://www.cipav.org.co/pdf/riocali2012/Zoraida_Calle02.pdf.
- Campos, J. & et al. (2007). Propuesta para una red de conectividad ecológica en el Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente, Número 51-52*. Pp. 69-76.
- Cazau, P. (2006). *Introducción a la Investigación en Ciencias Sociales 3ra Edición*. El Sicoacesor: Buenos Aires.
- Cerón, L. & et al. (2015). Análisis de los patrones espaciales del paisaje en un corredor biológico del Macizo Colombiano Cauca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, Volumen 13, Número 1*. Pp. 54-63.
- Céspedes, M. & et al. (2006). Diseño de una red ecológica de conservación entre la Reserva de Biosfera La Amistad y las áreas protegidas del Área de Conservación Osa, Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente, Número 54*. Pp. 44-50.
- Congreso de Colombia. (1994). *Ley 165 de 1994*. Recuperado en 07, abril, 2018, con <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1994-ley165-1994.pdf>.
- Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*. Recuperado en 07, abril, 2018, con http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/ley-99-de-1993_1.pdf.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social de la República de Colombia. (2010). *Conpes 3680 de 2010; Lineamientos para la Consolidación para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas*.
- CORPAMAG & et al. (2013a). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal Ciénaga de Buenavista*. Universidad de Cartagena, ISHA: Cartagena.
- CORPAMAG & et al. (2013b). *Plan de Manejo Ambiental del Caño Schiller*. Universidad de Cartagena, ISHA: Cartagena.
- CORPAMAG & et al. (2013c). *Plan de Manejo Ambiental del Humedal Ciénaga Cerro de San Antonio*. Universidad de Cartagena, ISHA: Cartagena.

CORPAMAG & et al. (2017a). *POMCA Río Piedras-Río Manzanares y otros directos al Caribe*. POMCA MAGDALENA AMBIENTAL: Bogotá D.C.

CORPAMAG & et al. (2017b). *POMCA Ciénaga Grande de Santa Marta*. POMCA MAGDALENA AMBIENTAL: Bogotá D.C.

CORPAMAG & et al. (2017c). *POMCA Río Bajo Cesar-Ciénaga Zapatosa*. POMCA MAGDALENA AMBIENTAL: Bogotá D.C.

CORPAMAG & Fundación Herencia Ambiental. (2008). *Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado Zárate, Malibú y Veladero*. Fundación Reto Colombia: Bogotá, D.C.

CORPAMAG & UNIMAGDALENA. (2009). *Convenio específico de Cooperación Científica y Tecnológica n° 48: Establecer una caracterización piloto de las especies forestales en el departamento del Magdalena, enfatizando el ecosistema Ciénaga Grande del Magdalena, desde el punto de vista biológico y cobertura boscosa*.

CORPAMAG. (2015). *Plan de Acción Institucional 2016-2019 "Magdalena Ambiental, compromiso de todos"*. Santodomingo: Santa Marta D.T.C.H.

Cueto & et al. (2017). *Caracterización Biótica de los Humedales del Departamento del Magdalena*.

DANE. (2010). *Proyecciones Nacionales y Departamentales de población 2005-2020*. DANE: Bogotá D.C.

DNP. (2011). *Visión Magdalena 2032: un mundo de oportunidades*. Imprenta Nacional de Colombia: Bogotá D.C.

Finegan, B. & Ramos, Z. (2004). Red Ecológica de Conectividad Potencial; Estrategia para el manejo del paisaje en el Corredor Biológico San Juan - La Selva. *Recursos Naturales y Ambiente, Número 49*. Pp. 112-123.

Gobernación del Magdalena. (2006). *Formulación de una Política Educativa para el Departamento del Magdalena*.

Halffter, G. (1994). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institució Catalana D'història Natural, Volum 62*. Pp. 5-14.

Herrera, B. & Finegan, B. (2008). La planificación sistemática como instrumento para la conservación de la biodiversidad: Experiencias recientes y desafíos en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente, Número 54*. Pp. 4-13.

Hurtado, P. (s.f.). Magdalena. Recuperado en 09, abril, 2018, con <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/8681/1020763251-10.pdf?sequence=10&isAllowed=y>.

Instituto Alexander von Humboldt & Universidad ICESI. (2015). *Levantamiento de la información biológica de la Ventana de Biodiversidad municipio de Filandia, Quindío, Colombia*.

International Analog Forestry Network. (2018). *Forestería Análoga*. Recuperado en 27, marzo, 2018, con <http://www.analogforestry.org/about-us/analog-forestry/?lang=es>.

Leopold, A. (1949). *A sand Country Almanac and Scketches here and there*. Nueva York: Oxford University Press. Recuperado en 28, febrero, 2018, con <http://www.worldcat.org/title/sand-county-almanac-and-sketches-here-and-there/oclc/16405709/viewport>.

Lindón, L. & Saura, S. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography, Volumen 33*. Pp. 523-537.

Lozada, N. (2016). *Importancia del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete en el Departamento del Caquetá*. Recuperado en 21, marzo, 2018, con <http://repository.unad.edu.co:8080/bitstream/10596/8557/1/1119581184.pdf>.

MADS. (2018). *Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas –POMCA-*. Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado en 05, mayo, 2018, con <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/536-plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-23>.

MADS & Instituto Alexander von Humbolt. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. MADS: Bogotá D.C.

MADS, Natural SIG & CORPAMAG. (2017). *Consolidación de Insumos para el Ajuste y Actualización del Plan de Manejo del Sitio Ramsar Sistema Delta Estuarino del Rio Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta (2010)*.

MADS. (2010). *Decreto Número 2372 del 1 de julio de 2010*.

MADS. (2015a). *Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Disturbadas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: Bogotá D.C.

MADS. (2015b). *Resolución 1125 de 2015*.

MINAET. (2008). *Reglamento a la Ley de Biodiversidad*.

Ministerio de Salud. (1993). Resolución 8430 de 1993. Recuperado en 10, abril, 2018, con http://www.urosario.edu.co/EMCS/Documentos/investigacion/resolucion_008430_1993/.

Monroy, O. (2007). *Principios Generales de Biología de la Conservación*. Recuperado en 09, febrero, 2018 con http://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP06/Unidad1/Lectura_4_Principios_generales_BC.pdf.

Morales, A. & Link, A. (2008). *Aotus griseimembra*. Recuperado en 13, marzo, 2018, con <http://www.iucnredlist.org/details/1807/0>.

National Park Service. (2017). *Theodore Roosevelt and Conservation*. Recuperado en 28, febrero, 2018, con <https://www.nps.gov/thro/learn/historyculture/theodore-roosevelt-and-conservation.htm>.

ONF Andina. (2013). *Plan de Manejo Ambiental del Complejo Cenagoso de Zapatosa, en los departamentos del Cesar y Magdalena. Fortalecimiento de Capacidades para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación – REDD (PREPAREDD)*. ONFA, ONFI, FFEM, AFD, CORMAGDALENA, CORPOCESAR: Valledupar.

Páez, D. & et al. (2017). *Evaluación el estado actual de la Quebrada Honda del municipio de Chía como base para la formulación de estrategias de gestión integral del recurso hídrico en su microcuenca*. Universidad El Bosque: Bogotá D.C.

Panthera Organization. (2015). *Una Caminata por el Corredor del Jaguar*. Recuperado en 29, marzo, 2018, con https://www.panthera.org/cms/sites/default/files/Panthera_JaguarWalk_OneSheetEsp01.pdf.

Parques Nacionales Naturales. (2018). *Planes de Manejo Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia*. Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado en 05, mayo, 2018 en <http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/organizacion/planes-de-manejo-areas-del-sistema-de-parques-nacionales-naturales-de-colombia/>

Pascual, L. & Saura, S. (2006). Comparación y desarrollo de nuevos índices de conectividad de paisaje basados en gráficos: hacia la priorización de parches y corredores de hábitat para la conservación. *Landscape Ecology*, Número 21. Pp. 959–967.

Presidencia de la República de Colombia. (1974). *Decreto 2811 de 1974*. Recuperado en 07, abril, 2018, con http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf.

Presidencia de la República de Colombia. (2010). *Decreto 2372 de 2010*. Recuperado en 07, abril, 2018, con http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2372_2010.pdf.

Pullin, A. (2002). *Biología de la Conservación 1ª Edición*. Cambridge University Press: Cambridge.

Quercus Consultoría Ecológica S.C. (2003). *Estado Actual de las Áreas Naturales Protegidas de América Latina y el Caribe (Versión Preliminar)*. Recuperado en 28, febrero, 2018, con <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Estado%20actual%20de%20las%20Areas%20Naturales%20Protegidas%20de%20America%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf>.

Ramírez, G. (2003). El Corredor Biológico Mesoamericano. *CONABIO Biodiversitas*, Número 47. Pp. 1-3.

- RAMSAR. (2017). *Misión Ramsar de Asesoramiento No. 82: Sitio Ramsar Sistema Delta Estuarino del Rio Magdalena Ciénaga Grande de Santa Marta*.
- RAMSAR. (2017). *Misión Ramsar de Asesoramiento No. 82: Sitio Ramsar Sistema Delta Estuarino del Rio Magdalena Ciénaga Grande de Santa Marta*.
- Ruíz, M. (2017). Consolidación del Corredor Biológico del Oso de Anteojos en el Suroeste y Occidente de Antioquia. Recuperado en 21, marzo, 2018, con <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/34265/2017-Simposio-RuizMarcela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ruiz, R. (2006). *Historia y Evolución del Pensamiento Científico 2da Edición*. Editorial Desconocida: México D.F.
- RUNAP Colombia. (2017). Departamento Magdalena. Recuperado en 17, febrero, 2018, con <http://runap.parquesnacionales.gov.co/departamento/946>.
- Sampieri, R. Collado, C. & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación 5ta Edición*. McGraw-Hill: México D.F.
- Saura, S. & Torné, J. (2009). Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software*, Volumen 24. Pp. 135–139.
- Saura, S. & Torné, J. (2012). *Conefor 2.6 User Manual*.
- SINAC Costa Rica. (2008). *Guía Práctica para el diseño, oficialización y consolidación de corredores biológicos en Costa Rica 1ª Edición*. SINAC-MINAE: San José.
- SIRAP Caribe. (2008). *Plan de Acción SIRAP Caribe 2008-2019*.
- SIRAP Caribe. (2010). *Portafolio de Áreas Prioritarias para la Conservación del Caribe Colombiano*. The Nature Conservancy: Cartagena.
- Soulé, M. (1985). What is Conservation Biology? *BioScience*, Volumen 35, No. 11, The Biological Diversity Crisis. Pp. 727-734.
- Strewe, R. & et al. (2009). *Diseño e Implementación del Corredor de Conservación Río Toribio, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia*. *Intrópica*, Número 4. Pp. 67-78.
- Taylor, P. Fahrig, L. & With, K. (2006). *Landscape Connectivity: a return to the basics*. Cambridge University Press: Cambridge.
- UICN. (2011). *Las áreas protegidas de América Latina: situación actual y perspectivas para el futuro*. Elbers: Quito.
- UICN. (2012). *Planificación y gestión de áreas protegidas en América del Sur: avances en la aplicación del Enfoque Ecosistémico*. Casavecchia, Lobo, Arguedas: Quito.
- Universidad El Bosque. (2017). *Matriz de cálculo de presupuesto para proyectos de investigación*.
- Vargas, O. (2015). *Guía Metodológica para la Restauración del Bosque Alto Andino*. Universidad Nacional de Colombia: Bogotá D.C.