

**“IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CON ALTO VALOR ECOLÓGICO Y
PAISAJÍSTICO EN LA MICROCUENCA CIÉNAGA COLOMBIA DEL
MUNICIPIO DE CAUCASIA (ANTIOQUIA), PARA SU INCLUSIÓN EN UN
PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN”.**

**CESAR AUGUSTO RESTREPO YEPES
JHON FREDY LOPEZ CARDONA**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y
ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES, COLOMBIA
2017**

“IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS CON ALTO VALOR ECOLÓGICO Y PAISAJÍSTICO EN LA MICROCUENCA CIÉNAGA COLOMBIA DEL MUNICIPIO DE CAUCASIA (ANTIOQUIA), PARA SU INCLUSIÓN EN UN PROGRAMA DE INCENTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN”.

CESAR AUGUSTO RESTREPO YEPES

JHON FREDY LOPEZ CARDONA

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director: Natalia Mejía Franco

Economista y Mg. Desarrollo Regional y Planificación del Territorio

Línea de Investigación:

Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES ECONÓMICAS Y

ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES, COLOMBIA

2017

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis va con agradecimiento a Dios quien nos guío durante todo el proceso de aprendizaje, al profesorado de la maestría que aportaron su conocimiento para el desarrollo de este trabajo, que fueron soporte fundamental para llevar a cabo el proyecto y en especial a nuestros compañeros que cada encuentro nos ayudó a fortalecer los lazos de amistad.

DEDICATORIA

A mi padre Oscar de Jesús Restrepo Vélez, a mi hermano Oscar Iván Restrepo Yepes, a mi esposa Luisa Lobo Márquez, y por último, pero no menos importantes, a mis hijas, Julieta y catalina. Gracias a su apoyo incondicional he podido dar este paso tan valioso en mi vida.

CESAR AUGUSTO RESTREPO YEPES

A mis ejemplares padres Mercedes Cardona Gutiérrez y Nolfo López Arboleda, mis hermosos hijos Valeria, Cristhian y Jhon Alexander quienes vivieron mi ausencia durante mis tiempos, a mi esposa Nini Johanna Isaza Londoño, por su acompañamiento en todo momento, en especial en los tiempos más difíciles, por cada uno de ustedes he podido cumplir tan anhelada meta de estudio propuesta

JHON FREDY LOPEZ CARDONA

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3. PREGUNTA DE INVESTIGACION	15
4. JUSTIFICACIÓN.....	16
5. OBJETIVOS	19
5.1 OBJETIVO GENERAL	19
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
6. ESTADO DEL ARTE	20
6.1 Contextualización general sobre la concepción de los humedales	20
6.2 Problemática de los humedales a nivel mundial.....	21
6.3 La Convención de Ramsar.....	23
6.4 Los humedales, una mirada desde el desarrollo sostenible	24
6.5 Los Humedales y su componente principal, el Agua.	25
6.6 Humedal, conocimiento y desarrollo.....	26
6.7 Los humedales en Colombia	27
6.8 Medidas para la conservación de humedales en Colombia	29
6.9 Esquemas de pagos por servicios ambientales.....	31
6.10 Costo Oportunidad	33
6.11 Implementación de esquemas de pagos por bienes y servicios ecosistémicos a nivel Nacional	34
7. METODOLOGÍA.....	40
7.1 Tipo de Investigación.....	40
7.2 Área de estudio	41
7.3 Materiales y Métodos	42
8. RESULTADOS	43
9. DISCUSIÓN.....	59
10. CONCLUSIONES	64
11. RECOMENDACIONES	65
12. REFERENCIAS.....	67

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Variables utilizadas para priorizar las zonas de conservación dentro del área asociada a la cuenca de la ciénaga Colombia.....	44
Tabla 2. Distribución de áreas por coberturas terrestres en la ciénaga Colombia.....	52
Tabla 3. Coberturas dominantes para cada categoría de priorización.....	52
Tabla 4. Áreas absolutas para las categorías de priorización identificadas mediante álgebra de mapas para la cuenca asociada a la ciénaga Colombia.....	53
Tabla 5. Área total de la cuenca por coberturas terrestres.....	53
Tabla 6. Relación histórica de precios de carne y leche	56
Tabla 7. Estimación de costos considerando los requerimientos del proceso productivo para ganadería doble propósito.....	56
Tabla 8. Estimación de costos considerando los requerimientos del proceso productivo para ganadería de ceba	57
Tabla 9. Estimación de ingresos brutos para ganadería doble propósito.....	57
Tabla 10. Estimación de ingresos brutos para ganadería de ceba	58
Tabla 11. Estimación del beneficio económico neto	58
Tabla 12. Estimación del valor de renta de la tierra	58
Tabla 13. Valor máximo a pagar por hectárea	59

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la cuenca asociada a la ciénaga Colombia en el municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.....	41
Figura 2. Localización de la cuenca asociada a la ciénaga Colombia en el municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.....	45
Figura 3. Área de la cuenca asociada a la Ciénaga Colombia, municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.....	46
Figura 4 . Áreas con potencial incidencia de amenazas por cuenta de movimientos en masa dentro del área geográfica de la ciénaga Colombia.....	47
Figura 5 . Distribución espacial del grado de amenaza por inundación en el área geográfica de la ciénaga Colombia.....	48
Figura 6. Retiros de 30 y 100 metros en torno a los afluentes asociados al complejo hídrico de la ciénaga Colombia.....	49
Figura 7. Mapa de las áreas de retiro del cauce principal del complejo hídrico de la ciénaga Colombia.....	50
Figura 8 . Clasificación de áreas de bosques y espejo de la ciénaga Colombia.....	51
Figura 9. Distribución espacial de la priorización de áreas para implementar mecanismos de conservación.....	55

RESUMEN

Este artículo presenta la identificación de las áreas con mayor potencial ecológico y paisajístico para acceder a un programa de incentivos económicos para la conservación. A través de la espacialización de las variables físicas y bióticas más representativas que conforman el suelo de protección en la microcuenca Ciénaga Colombia.

El área objeto de estudio se encuentra ubicada al nororiente del Departamento de Antioquia, en los municipios de Caucasia y Cáceres, en la región del Bajo Cauca Antioqueño; sobre los dominios de la gran planicie aluvial asociada a los ríos Man, Cauca y Nechí.

De cara a definir las zonas prioritarias para la conservación dentro del área de la Microcuenca, se revisó la normatividad vigente y se identificaron las variables más sensibles en términos espaciales. Una vez concluida la consulta normativa, se consolidó el conjunto de variables espaciales objeto de análisis, dando lugar a una metodología de tipo descriptiva a través análisis de información espacial. El ejercicio de identificación de prioridades, basado en el concepto de álgebra de mapas, permitió discriminar las áreas en función de su grado de prioridad, coincidiendo con consideraciones externas reportadas en la literatura.

Las áreas de mayor sensibilidad y prioridad se localizaron en áreas cercanas a afluentes hídricos y en torno a la bocatoma que surte de agua a la cabecera municipal de Caucasia, situación que valida la implementación del proceso de definición de prioridades a partir del análisis espacial basado en el álgebra de mapas. Por lo anterior, este trabajo podría ser tomado como un derrotero de referencia para el desarrollo de ejercicios similares.

La alcaldía municipal de Caucasia debería concentrar sus esfuerzos en promover la conservación de las áreas contenidas dentro de las categorías de mayor priorización (Muy Alta, Alta y Media) toda vez, que es en estas, en donde se concentra la totalidad del área del espejo de agua de la ciénaga Colombia.

ABSTRACT

This article presents the identification of the areas with the greatest ecological and landscape potential to access a program of economic incentives for conservation. Through the spatialization of the most representative physical and biotic variables that make up the protection soil in the Ciénaga Colombia microcatchment.

The study area is located in the northeast of the Department of Antioquia, in the Caucaasia and Cáceres municipalities, in the Bajo Cauca region of Antioquia; On the domains of the great alluvial plain associated with the rivers Man, Cauca and Nechí.

In order to define the priority areas for conservation within the Micro-watershed area, current regulations were reviewed and the most sensitive variables were identified in spatial terms. Once the normative consultation was concluded, the set of spatial variables analyzed was consolidated, giving rise to a descriptive methodology through analysis of spatial information. The identification of priorities, based on the concept of map algebra, allowed to discriminate the areas according to their degree of priority, coinciding with external considerations reported in the literature.

The areas of greatest sensitivity and priority were located in areas close to water tributaries and around the bocatoma that supplies water to the municipal head of Caucaasia, a situation that validates the implementation of the process of defining priorities based on spatial analysis based on The algebra of maps. Therefore, this work could be taken as a benchmark course for the development of similar exercises.

The municipal mayor of Caucaasia should focus its efforts on promoting the conservation of the areas contained within the categories of higher priority (Very High, High and Medium) since it is in these where the entire area of the water mirror Of the swamp Colombia.

1. INTRODUCCIÓN

Colombia presenta múltiples expresiones paisajísticas que tienen origen en la conformación orográfica e hidrográfica de la geografía nacional, lo que a su vez, ha dado lugar a una gran cantidad de ambientes naturales de altísima diversidad y complejidad (Rangel *et al.*, 1997; Guzmán *et al.*, 2014). Dentro de este conjunto de ambientes naturales se destacan los humedales, definidos por la Convención Ramsar, celebrada en Irán en 1971, como “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de origen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Ramsar, 2006).

La importancia de los humedales está representada por factores de diversos tipos; en ese sentido, la gran diversidad biológica que albergan y la constitución de refugio para una gran variedad de especies de aves y peces, son factores que otorgan a los humedales una alta connotación en términos de hábitat (Andrade *et al.*, 2002; Lara, 2011). Asimismo, los humedales desempeñan funciones ambientales de alta relevancia como lo son los procesos de recarga y descarga de acuíferos, control de flujos hídricos, retención de sedimentos y transformación de cargas contaminantes (Naranjo *et al.*, 1999). Por otro lado, la oferta de recursos para las comunidades asentadas en torno a los humedales y su valor cultural e histórico, realzan la importancia de los humedales para la sociedad en general (Naranjo *et al.*, 1999; Santiago-Villa, 2012).

Colombia posee grandes áreas de humedales distribuidas por toda su geografía; de esta manera, múltiples ecosistemas de este tipo se localizan en zonas de alta montaña así como en llanuras aluviales asociadas los cauces de los grandes ríos y sus zonas de inundación (Naranjo *et al.*, 1999; Tirado *et al.*, 2011). Se estima que el área de humedales del país alcanza aproximadamente 20 millones de hectáreas (Velásquez *et al.*, 2007; Tirado *et al.*, 2011), lo cual denota que al menos el 17% de la extensión total del país está cubierta por humedales. Como reconocimiento a la relevancia de los ecosistemas de humedales en diferentes ámbitos, Colombia formuló su política de manejo de sus áreas de humedales interiores en

consecuencia con los lineamientos de la Convención Ramsar (Andrade *et al.*, 2002; Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a).

Así entonces, desde el final de la década del ochenta y comienzo de la década del noventa, el país comenzó a definir acciones conducentes a conservar las áreas de humedales en el país (Naranjo *et al.*, 1999). En ese sentido, múltiples ecosistemas de humedales han sido declarados bajo diferentes figuras de áreas protegidas a la luz de la normatividad vigente en el país, mientras que en múltiples casos, los humedales han sido también objeto de formulación de planes de manejo en función de sus características y las particularidades de sus territorios y comunidades asociadas (Andrade *et al.*, 2002; Lasso *et al.*, 2014). Asimismo, se han desarrollado ejercicios conducentes a conservar los humedales a través de la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales proveídos por estos ecosistemas en diferentes regiones del país.

El Bajo Cauca antioqueño, es una región rica en humedales de gran tamaño y complejidad, no sólo desde una perspectiva ambiental sino social. Gran parte de la dinámica socioeconómica de la región gravita en torno a las áreas de los humedales; así entonces, actividades como la pesca, el transporte fluvial, la extracción de madera y recursos forestales, la práctica de actividades de minería –tanto formal como informal- ocupan un renglón de primer orden de importancia en la vida de las comunidades locales (Velásquez *et al.*, 2007). De esta manera, el municipio de Caucasia (Antioquia), localizado dentro de la región del Bajo Cauca antioqueño está sujeto a estas dinámicas socioeconómicas teniendo como escenarios a varios complejos cenagosos, entre los que se encuentran las ciénagas Ceiba Panda, Las Mellizas, el Caimán, Poso Limpio, El Lambedero, Pozo Medio, La Coroza y Ciénaga Colombia. Esta última provee el recurso hídrico al acueducto del área urbana del municipio, razón por la que la Ciénaga Colombia tiene asociado un gran valor en términos ambientales, culturales y económicos para el municipio de Caucasia.

En diferentes cuencas proveedoras de acueductos de diferentes municipios del país se han implementado esquemas de pagos por servicios ambientales y programas de incentivos por conservación en aras de garantizar la provisión de los recursos hídricos a las comunidades

(Ruiz-Agudelo, 2011). En consecuencia con su importancia para la región del Bajo Cauca, la ciénaga Colombia ha sido objeto de formulación de planes de manejo y diferentes caracterizaciones en sus componentes físicos y bióticos (Velásquez *et al.*, 2007; Lara, 2011); sin embargo, la cuenca de la ciénaga Colombia no cuenta en la actualidad con una caracterización espacial detallada y orientada hacia la priorización de áreas para desarrollar esquemas de pagos por servicios ambientales o programas de incentivos por conservación.

Así las cosas, desde este estudio se plantea la necesidad de identificar las áreas con alto valor ecológico y paisajístico, con el fin de incluirlas en un programa de incentivos para la conservación, teniendo como punto de partida la normatividad Colombiana y reconociendo el planteamiento de Saldívar, 2005 y Pérez, et al., 2007 en cuanto a los servicios ambientales y ecosistémicos reconocidos desde hace más tiempo: la conservación de la biodiversidad, refiriéndose al cuidado de los bosques y la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas, contemplándose aquí las pendientes y retiros de las quebradas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Municipio de Caucasia es el eje financiero en la región del Bajo Cauca. Las actividades económicas de la región han ocasionado transformaciones considerables en el territorio; la pesca, la agricultura y la minería fueron los sectores básicos de la economía, constituyéndose en el municipio que más oro producía en Colombia. El crecimiento económico impulsó el aumento de la población y la inmigración, aunque la explotación del oro llevó al municipio a una crisis ambiental y económica. Actualmente, las principales actividades económicas de Caucasia son la ganadería y la minería, constituyendo elementos transformadores del paisaje en las últimas décadas debido al cambio en el uso del suelo con la expansión de los pastos y la alteración de la estructura edáfica, respectivamente. La ganadería extensiva ha generado el establecimiento de latifundios y el desplazamiento de las comunidades rurales hacia la zona urbana del municipio, lo cual se intensificó con el desplazamiento forzado debido a la situación de orden público, que como en el resto del departamento de Antioquia, afectó la región.

Particularmente, en la Ciénaga Colombia, la ampliación de la ganadería extensiva ha causado importantes transformaciones en el paisaje. La tala y extracción de madera en las cuencas tributarias ha reducido y fragmentado las zonas boscosas trayendo como consecuencia la pérdida de especies endémicas necesarias para el equilibrio del ecosistema; además, la caza irracional y la pesca por encima de los umbrales de resiliencia y recuperación de los humedales constituyen otro factor estresante. Situación que afecta considerablemente los servicios que presta este cuerpo de agua en términos de calidad y cantidad, y más aún cuando este es el que abastece el acueducto del área urbana del municipio, agrupando un total de 21.000 usuarios.

A pesar de que existen las herramientas legales y técnicas para su conservación y asumiendo que es deber de los entes territoriales, (departamentos y municipios), diseñar estrategias e implementar acciones que permitan garantizar la sostenibilidad del recurso especialmente si este abastece agua para el consumo humano, los resultados obtenidos en la aplicación de las políticas no han sido alentadores. Lo anterior, muchas veces por la falta de estudios que permitan identificar y priorizar estas áreas o por la falta de títulos de propiedad de la tierra que no permiten hacer una intervención efectiva. Con el agravante de que estas acciones no

sean tenidas en cuenta en los procesos de planificación. Lo que dificulta disponer de los recursos necesarios para desarrollar acciones tendientes a conservar este recurso natural.

El municipio de Caucasia no es ajeno a esta situación y a pesar de los ingentes esfuerzos que ha realizado para intervenir estas áreas, no han sido suficientes, ya que no se cuenta con el insumo técnico que defina cuales zonas ubicadas dentro del área de influencia de la ciénaga Colombia son susceptibles a ser reconocidas como prioritarias para la implementación de medidas conducentes a su conservación, situación que no le ha permitido realizar las inversiones necesarias para la conservación de esta cuenca abastecedora y la cual lo ha llevado a tener dificultades de tipo administrativo con los organismos de control.

Con el desarrollo de esta investigación se busca generar el conocimiento necesario para llevar a cabo la implementación de un esquema de pago por servicios ambientales en la microcuenca ciénaga Colombia. Lo cual servirá a la administración municipal para la toma de decisiones en la protección de la cuenca y a la autoridad ambiental para administrar sus recursos.

En ese sentido, la realización de esta investigación asume como hipótesis que dentro de la cuenca hidrográfica de la ciénaga Colombia, en función de determinados atributos físicos y variables espaciales, existen áreas susceptibles a ser reconocidas como prioritarias para la implementación de medidas conducentes a su conservación. De esta manera, este trabajo de investigación tiene por objetivo, a través del análisis de variables espaciales, la identificación de las áreas prioritarias para la implementación de medidas de conservación en la cuenca hidrográfica de la ciénaga Colombia.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Cuáles son las áreas con alto valor ecológico y paisajístico cuenta la microcuenca Ciénaga Colombia en el municipio de Cauca, para su inclusión en un programa de incentivos para la conservación?

4. JUSTIFICACIÓN

Los humedales a nivel mundial han cobrado una gran importancia dada sus riquezas en factores de diversos tipos, como su gran diversidad biológica y la recepción de gran variedad de especies acuíferas y al igual que aves, situación que brinda a los humedales un gran valor en términos de hábitat (Andrade *et al.*, 2002; Lara, 2011). Igualmente los humedales desempeñan una labor importante en los acuíferos con los procesos de recarga y descarga del recurso hídrico, controlando flujos hídricos, retención de sedimentos y transformación de cargas contaminantes (Naranjo *et al.*, 1999). La función de mayor importancia que nos orienta en el presente trabajo de investigación es la oferta de recursos para las comunidades asentadas en torno a los humedales.

Las anteriores son una de las tantas razones que han orientado a que muchos humedales han sido declarados bajo diferentes figuras de áreas protegidas a la luz de la normatividad, igualmente en múltiples casos, los humedales han sido formulados con planes de manejo en función de sus características y las particularidades de sus territorios y comunidades asociadas (Andrade *et al.*, 2002; Lasso *et al.*, 2014).

Los ecosistemas de los humedales, en muchas ocasiones han sido afectados y en algunos casos destruidos por diversidad de factores entre los que se encuentran la mala planificación, manejos inadecuados, sin dejar atrás la poca conciencia sobre el valor e importancia de los humedales para la sociedad y, por consiguiente su pobre o nula participación en los procesos de conservación. Esta situación ha sido el motor de mayor importancia para la definición e implementación de estrategias de planificación y manejo.

A nivel nacional, las dinámicas de deterioro de los humedales no han sido ajenas de las problemáticas que se vienen presentando en estos ecosistemas en todo el planeta, los cuales ha afectado su conservación. El caso particular de la Ciénaga Colombia, el crecimiento de la ganadería extensiva ha causado transformaciones en el paisaje. La explotación de la madera en las cuencas tributarias, provoca la reducción de zonas boscosas, arrojando como consecuencia

un desequilibrio del ecosistema; la caza irracional y la pesca desbordada pasando por encima de los límites permitidos, constituyen otros factores determinantes en el deterioro de este recurso.

Para contrarrestar el deterioro de los humedales, es importante la gestión integral de este recurso bajo el paradigma de la sostenibilidad, la cual garantiza, aún en un escenario de uso y explotación de sus recursos naturales, que estos continúen ofreciendo múltiples flujos de servicios ecosistémicos (Andrade *et al.*, 2002; Velásquez *et al.*, 2007; Tirado *et al.*, 2011; Santiago-Villa, 2012; Lasso *et al.*, 2014). En este caso el municipio de Caucasia no es ajeno a esta situación y ha hecho esfuerzos para intervenir las áreas con influencia en la ciénaga Colombia, los cuales no han sido suficientes, ya que no se posee el insumo técnico que defina cuales zonas ubicadas dentro del área de influencia de la ciénaga Colombia son susceptibles para ser reconocidas como prioritarias para la implementación de medidas conducentes a su conservación.

Con la presente investigación se quiere obtener la información necesaria para adelantar estrategias que sirvan de fortalecimiento a la Microcuenca ciénaga Colombia, entre los cuales se tiene un esquema de pago por servicios ambientales en la microcuenca, siendo una herramienta fundamental a la administración municipal en la planificación, protección y manejo de la Ciénaga Colombia.

Los pagos por servicios ambientales permiten que los propietarios y poseedores le den mayor importancia social que tiene conservar o restaurar los ecosistemas naturales, mejorando de esta forma la disponibilidad del servicio ambiental que proporcionan. La implementación de esquemas de pago por servicios ambientales reconoce incentivos económicos a poseedores de predios que conserven los recursos naturales o que implementen buenas prácticas de manejo y uso de los mismos. Desde este punto de vista, no solo se busca la conservación de los ecosistemas sino un buen uso y manejo aplicando la sostenibilidad.

Teniendo en cuenta lo anterior la presente investigación tiene por objetivo, a través del análisis de variables espaciales, la identificación de las áreas prioritarias para la implementación de medidas de conservación en la cuenca hidrográfica de la ciénaga Colombia. Logrando identificar las áreas con alto valor ecológico y paisajístico, con el fin de

incluirlas en un programa de incentivos para la conservación, teniendo como punto de partida la normatividad Colombiana y reconociendo el planteamiento de Saldívar, 2005 y Pérez, et al., 2007.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar las áreas con alto valor ecológico y paisajístico en la microcuenca Ciénaga Colombia en el municipio de Cauca, para su inclusión en un programa de incentivos para la conservación.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Determinar y espacializar las variables físicas y bióticas más representativas que conforman el suelo de protección en la microcuenca.

5.2.2 Identificar las áreas con mayor potencial para acceder a un programa de incentivos económicos para la conservación.

5.2.3 Realizar un acercamiento de los posibles costos de oportunidad de la conservación según los valores del uso de la tierra.

6. ESTADO DEL ARTE

6.1 Contextualización general sobre la concepción de los humedales

Los ecosistemas de humedales han acompañado en diferentes sentidos el proceso de evolución y transformación de las sociedades humanas en todas las latitudes del planeta. Los humedales han sido reconocidos por el hombre como escenarios de altísima importancia dado que constituyen de por sí una fuente de recursos invaluable para la vida en sociedad; en el caso de muchas etnias y grupos humanos asentados en diversas regiones del globo, los humedales han incluso representado elementos sagrados, dignos de reverencia y adoración por cuenta de los valores históricos, culturales, espirituales y religiosos que representan (Naranjo *et al.*, 1999; Springate-Baginski *et al.*, 2009; Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a; Santiago-Villa, 2012; Lasso *et al.*, 2014).

En torno a los ecosistemas de humedales, en los cuales el agua juega un papel definitorio, las poblaciones humanas se han establecido y han evolucionado en el tiempo. Han sido entonces los humedales los proveedores naturales de múltiples beneficios tales como la despensa de agua, alimentos de origen animal y vegetal, recursos forestales y materiales usados para la construcción así como objetos con valores espirituales asociados (Lasso *et al.*, 2014). Los humedales son un elemento vital dentro del amplio mosaico de ecosistemas con que cuenta el país y se constituyen, por su oferta de bienes y prestación de servicios ambientales, en un renglón importante de la economía nacional, regional y local. Dentro del ciclo hidrológico juegan un rol crítico en el mantenimiento de la calidad ambiental y regulación hídrica de las cuencas hidrográficas, estuarios y las aguas costeras, desarrollando, entre otras, funciones de mitigación de impactos por inundaciones, absorción de contaminantes, retención de sedimentos, recarga de acuíferos y proveyendo hábitats para animales y plantas, incluyendo un número representativo de especies amenazadas y en vías de extinción.

Estos ecosistemas, han sido afectados y en algunos casos destruidos por diferentes factores entre los que se encuentran una planificación y técnicas de manejo inadecuadas, y políticas inconsistentes y desarticuladas de desarrollo sectorial. De la mano de esta problemática se presentan otras como por ejemplo la limitada conciencia sobre el valor e importancia de los humedales para la sociedad en general y, por consiguiente, su omisión o tibia consideración

en el desarrollo de los procesos de planificación de los sectores económicos que inciden o afectan de una u otra manera a las áreas de humedales. Esta situación ha representado la principal motivación para la definición e implementación de estrategias de planificación y manejo holístico. Así entonces y en consecuencia con la creciente pérdida de humedales, han tenido lugar diferentes iniciativas encaminadas a detener estos procesos o por lo menos atenuarlos en primera instancia. De esta manera, en el año de 1971, la adopción de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, en Ramsar, Irán, y su subsecuente ratificación por parte de 131 países, significó un efectivo reconocimiento mundial sobre el grado de importancia y los beneficios que ofrecen estos ecosistemas acuáticos a la sociedad en general.

6.2 Problemática de los humedales a nivel mundial

Es de amplio consenso el reconocimiento a los diferentes y múltiples beneficios de los ecosistemas de humedales. Tanto en los campos de la ciencia como en los ámbitos políticos e independientes se ha resaltado la importancia de los humedales para la sociedad; sin embargo, las acciones adoptadas e implementadas para conservar estos ecosistemas y, como consecuencia inminente de ello, las áreas cubiertas por humedales continúan desapareciendo a nivel global y a un ritmo acelerado (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a; Lasso *et al.*, 2014).

Por otro lado, desde la perspectiva que contempla a los humedales como hábitats complejos con una gran biodiversidad asociada, se evoca como una problemática notable la pérdida de especies de fauna y flora, tanto acuáticas como terrestres, enfrentadas a procesos permanentes de sobreexplotación de estos recursos. Asimismo, por cuenta de factores como la transformación de los humedales, la sobrecarga de contaminantes en el agua, la degradación de los hábitats y los procesos de invasión de especies exóticas en estos ecosistemas, se pierde permanentemente el capital genético asociado a toda su biodiversidad (Springate-Baginski *et al.*, 2009; Lasso *et al.*, 2014).

En los procesos degradantes de los humedales se presenta una causa determinante que ataca la naturaleza misma de estos ecosistemas; así entonces, los cambios inducidos en los flujos de agua desde y hacia los humedales, representa su principal factor de amenaza. De esta

manera, la disposición indiscriminada de residuos en los cuerpos lacustres (Tirado *et al.*, 2011), la práctica de agricultura en las áreas asociadas a los contornos de los humedales, la expansión de la frontera agrícola y la deforestación modifican progresivamente la forma y el funcionamiento mismo de los ecosistemas de humedales (Gutiérrez, 2011; Lasso *et al.*, 2014).

De manera adicional, los procesos de invasión de especies exóticas modifican los equilibrios o balances ecológicos de los ecosistemas asociados a los humedales por cuenta de alterar las relaciones de depredación natural y competencia por recursos entre especies (Gutiérrez, 2006; Díaz-Espinosa, 2012). La sensibilidad de los humedales ante estas problemáticas es alta por cuenta de la conectividad característica de estos ecosistemas; como resultado, los impactos generados por la invasión de especies exóticas tienden a ser más amplios y más contundentes que para el caso de los ecosistemas de tierra firme (Springate-Baginskiet *al.*, 2009).

Por otro lado, la presión de las acciones de origen antrópico sobre la dinámica y los recursos de los humedales representan efectos negativos tanto para las especies silvestres de fauna y flora como para las comunidades humanas asociadas por cuenta de afectaciones a los flujos de servicios procedentes de estos ecosistemas (Chapinet *al.*, 2009; IDEAM, 2012; Garzón & Gutiérrez, 2013; Lasso *et al.*, 2014).

La extracción de recursos de los humedales ha generado bastante presión sobre estos ecosistemas. El grado de dependencia entre la conservación y el bienestar humano es especialmente alto para el caso de humedales de países pobres o en vía de desarrollo, donde la explotación masiva de los recursos naturales procedentes de estos ecosistemas, el impacto de los procesos y fenómenos asociados al cambio climático así como la presión que ejerce la ejecución de diferentes proyectos de desarrollo concebidos en las áreas de humedales, agravan la situación de pobreza en las comunidades asociadas a estos ecosistemas. Un caso particular en el que se evidencia la acción conjunta de estas problemáticas son los ecosistemas de manglares que, según datos de la FAO, continúan perdiendo área a pasos agigantados; se estima que 35.600 kilómetros cuadrados de área de manglares desaparecieron para el períodos comprendido entre los años de 1980 y 2005 (Marín *et al.*, 2010).

Se reconocen múltiples amenazas para los ecosistemas de humedales a nivel mundial; sin embargo, las de mayor grado de impacto son las siguientes: i) la deforestación de las áreas de ronda de los humedales, ii) el uso ineficiente de los recursos hídricos de los humedales, iii) la sobreexplotación de especies de fauna y flora de importancia comercial de los humedales, iv) la cacería ilegal de especies amenazadas, v) las canalizaciones y drenajes para uso de las áreas de humedales en actividades diferentes a su conservación y vi) la potencial intensificación de los procesos de explotación en ganadería en las áreas de los humedales (Volpedo *et al.*, 2004; Lasso *et al.*, 2014).

Ante las múltiples problemáticas presentadas por las áreas de humedales a nivel mundial, se firma la Convención Ramsar en 1971 y dos décadas después, en 1992 en la Reunión Cumbre de Río, se manifiesta como prioritario para los recursos dulceacuícolas, la protección y conservación de los ecosistemas de humedales y la integración efectiva de los recursos hídricos en los ejercicios de ordenamiento y planificación territorial dentro de programas de acción nacionales enfocados en la conservación de estos ecosistemas. Colombia presenta una cuantiosa superficie de cerca de 20 millones de hectáreas de humedales representados por diversos tipos de ecosistemas como ciénagas, pantanos y turberas, madre viejas, lagunas, sabanas y bosques inundados, los cuales son fuente de múltiples bienes y servicios ambientales para el desarrollo de diversas actividades económicas en las comunidades locales asociadas a la dinámica de los humedales (Andrade *et al.*, 2002).

6.3 La Convención de Ramsar

Teniendo por motivación principal la acelerada pérdida de los ecosistemas de humedales alrededor del mundo, diferentes estamentos de carácter gubernamental convocaron a delegaciones políticas de diversos países a participar en la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitat de Aves Acuáticas, conocida comúnmente como Convenio o Convención de Ramsar en honor a la ciudad en que se celebró y se firmó (Ramsar, Irán), el 18 de enero de 1971 (Andrade *et al.*, 2002). La Convención Ramsar entró en vigor el 21 de diciembre de 1975 y concibió como objetivo misional la “Conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales,

regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

La Convención Ramsar tenía ya para el año 2011 un total de 160 signatarios en calidad de estados miembros distribuidos por todas las regiones del mundo con el compromiso de proteger 1950 humedales de importancia internacional con un área conjunta de 190 millones de hectárea. Los países signatarios de la Convención Ramsar se reúnen cada trienio para evaluar los avances en términos de implementación de políticas y desarrollo de iniciativas conducentes a la protección global de los humedales.

Así entonces, en la actualidad, los sitios Ramsar o humedales considerados como de alta importancia internacional ascienden a más de 1950. El país con mayor cantidad de sitios Ramsar es el Reino Unido que, con 169 humedales protegidos, encabeza la lista a nivel mundial; sin embargo, es Bolivia el país con la mayor extensión protegida en virtud de la Convención Ramsar con aproximadamente 148.000 km² cubiertos por área de humedales; en segundo lugar se encuentra el Canadá con 130.000 km².

6.4 Los humedales, una mirada desde el desarrollo sostenible

Haciendo algo de historia, en los orígenes de la humanidad se ha identificado la capacidad que ha tenido el ser humano de alterar la naturaleza. Una época de resaltar es en el periodo de la Revolución Industrial, con el aumento de la producción y los desarrollos tecnológicos. En los años setenta se empieza a generar gran preocupación mundial por los recursos naturales y su acelerada disminución, escasez y extinción en algunas áreas geográficas del globo terrestre. Su efecto fue el desarrollo de una serie de convenciones en las que se reunieron dirigentes de países y establecer acuerdos internacionales sobre el manejo responsable de los recursos naturales.

Desde esta época de los años setenta, la aplicabilidad de acuerdos internacionales que protegen el medio ambiente ha sido de gran importancia en estas convenciones. En el 2000, la Asamblea General de las Naciones Unidas redefinió el desarrollo sostenible como “aque-

que busca garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y la protección de los recursos naturales” (Naciones Unidas, “Division for Sustainable Development (DSD)”, 2008-2009, en <http://www.un.org/esa/dsd/index.shtml>, consulta del 5 de febrero de 2009).

Pensando en pro de la visión del desarrollo sostenible no sólo se busca incrementar los grados de bienestar de las sociedades actuales, sino proteger el patrimonio de las generaciones futuras. También se busca reducir las presiones ambientales del crecimiento económico sobre los recursos naturales, en particular sobre el agua, como un recurso fundamental para el desarrollo de la vida y la biodiversidad. Cabe resaltar la importancia para el desarrollo de actividades extractivas y productivas, como ganadería, minería, pesca y agricultura. El tener agua se constituye en derecho dentro de lo contenido en los derechos económicos, sociales y culturales, mediante la creación de condiciones de accesibilidad, calidad y preservación por parte de la sociedad.

El preciado recurso hídrico, como recurso natural, está disponible en diferentes espacios: superficiales, subterráneas, marinas y oceánicas. Las funciones del agua se encuentran asociadas a los ecosistemas donde se encuentre, como bosques, humedales y páramos. Algunas de las funciones del agua fueron definidas por De Groot y otros, entre las que se resaltan “la filtración, retención y almacenamiento de agua en esteros, lagos y acuíferos”.

6.5 Los Humedales y su componente principal, el Agua.

La diversidad de recursos naturales que hacen parte de los humedales los convierten en una gran riqueza ambiental para las regiones que los poseen, los cuales brindan un gran beneficio a la humanidad. Uno de sus elementos más importante es el agua, siendo un recurso que con el tiempo su disponibilidad se disminuye, dada las dinámicas de uso y abuso ha colocado en riesgo su connotación de renovable. Con el pasar de los años aumentan los eventos de inundaciones con consecuencias negativas en las regiones. La diversidad en las problemáticas en torno al agua nos alertan sobre la necesidad de cambiar la racionalidad de su utilización incorporando un verdadero esquema de desarrollo sostenible en su gestión.

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), promueve de forma constante la generación de estudios y de análisis de problemáticas que vayan ligadas al agua manteniendo una coherencia y perspectiva metodológica de desarrollo sostenible y manejo integrado de cuencas hidrográficas, construyendo un nuevo paradigma que oriente el camino que debe seguir la humanidad para garantizar la conservación de los recursos hídricos.

Los términos de desarrollo sostenible y manejo integrado deben abarcar de forma completa los aspectos del conflicto alrededor del recurso para su recuperación al igual que su convivencia con la dinámica de desarrollo socio-económico. No es posible desvincular las formas de ocupación y uso de los acuíferos posterior a situaciones de catástrofes por inundación, normalmente es muy común que los conflictos se traten en forma estanca y que la generación de conocimiento también sea estanco atentando contra la integridad misma del concepto de desarrollo sostenible.

6.6 Humedal, conocimiento y desarrollo.

El concepto o termino como de humedal abarca una gran variedad aspectos según múltiples países y diferentes autores. No existe un criterio único, se ha venido adaptando a cada geografía y a cada fin funcional o político. Son unidades de gran diversidad estructural y funcional, esto justifica la dificultad para elaborar un criterio común de definición.

“Son biotipos de estructura compleja y delicado equilibrio ecológico, en donde interactúan los ámbitos terrestres, atmosférico y acuático, siendo la variabilidad de la forma y de los procesos, tanto en el tiempo como en el espacio y a diversas escalas una de sus características más notables”. (Margalef, 1987).

De todas formas a nivel global el concepto más difundido es el propuesto por la Convención RAMSAR, los humedales son “extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas. Incluyendo extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no excede los seis metros”.

Acompañado de esta diversidad, el concepto de humedal es adoptado ampliamente desde un punto de vista ecológico. Por lo tanto el conocimiento y desarrollo de sus problemáticas presentan el mismo matiz.

Gran parte de estos espacios han sido notablemente valorados por la sociedad, modificado y colocados en peligro. Su gran importancia no solo gira alrededor de los procesos hidrológicos y ecológicos que en ellos ocurren y para la diversidad biológica que sustentan, sino que el gran valor del agua ha hecho de estos un recurso importantísimo para el desarrollo de la vida humana.

La generación de conocimiento no sólo debe identificar y resaltar los comportamientos que impiden un aprovechamiento en forma sostenible de los recursos hídricos y del sistema natural alterado, sino que se debe impulsar también la comprensión y explicación de los humedales como crítico. La comprensión de la estructura y dinámica de estos territorios ponen demarcados los procesos y los agentes intervinientes en las decisiones que afectan al recurso.

Gran parte de humedales por sus características ecológicas han sido espacios históricamente valorados y siendo de gran valor socioeconómico, esto proyecta la necesidad de ampliar el concepto de humedales para reconocerlos desde una política de planificación y manejo. Cobra importancia la necesidad de que las políticas aplicadas a humedales contemplen la preservación del recurso natural y su compatibilidad con el proceso desarrollo socio-económico.

6.7 Los humedales en Colombia

Colombia es el país más septentrional de América del Sur, localizándose en el extremo noroccidental del continente dentro de la franja intertropical. La extensión de su área continental es de aproximadamente 114 millones de hectáreas (1.141.748 Km²) mientras que

la extensión de mar territorial es 93 millones de hectáreas (930.000 Km²). Dentro de la geografía nacional es de alta relevancia el complejo de cordilleras (oriental, central y occidental) asociadas a la gran cordillera de los Andes al atravesar en sentido sur norte el territorio nacional. Por cuenta de sus expresiones orográfica, Colombia presenta diversos tipos de ecosistemas con complejidades particulares en sus cuatro vertientes hidrográficas (Pacífico, Caribe, Orinoco y Amazonas).

El área correspondiente a la vertiente del Pacífico se destaca por sus elevados niveles de humedad y pluviosidad; sus principales afluentes son el río Mira, río Patía, río San Juan de Micay, río San Juan y Baudó. En el complejo hidrográfico de la vertiente del Caribe se cuentan los ríos Magdalena, Cauca, Atrato, Sinú, San Jorge y Catatumbo. Por otro lado, la vertiente del Orinoco, que cubre aproximadamente un cuarto del área continental del país tiene en los ríos Arauca, Meta, Tomo, Vichada, Guaviare y Atabapo a sus más importantes afluentes. En última instancia, la vertiente amazónica también ocupa una extensa área de la superficie continental de la geografía nacional, teniendo como sus mayores afluentes a los ríos Guainía, Vaupés, Caquetá y Putumayo, convergentes todos en el cauce del río Amazonas. En cada una de las regiones bajo dominio de estos complejos hidrográficos se encuentran diversos tipos de ecosistemas de humedales (Andrade *et al.*, 2002; Lasso *et al.*, 2014).

En virtud de la concepción del término humedal, Colombia presenta una superficie total de 20.252.500 hectáreas de su superficie total representada en ecosistemas de lagos, pantanos y turberas, ciénagas así como de llanuras y bosques inundados (Ministerio del Medio Ambiente, 1999); lo anterior sin tener en cuenta los ecosistemas marinos y costeros. La superficie representada por ecosistemas de ciénagas y otros cuerpos de agua similares alcanza aproximadamente 5.622.750 hectáreas, localizadas principalmente en los departamentos de Bolívar y Magdalena. Por otra parte, las lagunas representan cerca de 22.950 hectáreas mientras que las sabanas inundables cubren una superficie total aproximada 9.255.475 hectáreas, localizadas principalmente en el sistema hidrográfico de la Amazonia en los departamentos del Amazonas, Guainía y Guaviare. Los bosques inundables representan aproximadamente 5.351.325 hectáreas y se localizan en las regiones de la Orinoquía, la Amazonia, el Bajo Magdalena y en menor medida en el sistema hidrográfico de la región del

Pacífico (Ministerio del Medio Ambiente, 1999; Andrade *et al.*, 2002; Lasso *et al.*, 2014). En términos generales, de acuerdo con la división de la geografía nacional en regiones naturales (Caribe, Pacífica, Andina, Orinoquia y Amazonia), la región Caribe es de gran importancia por cuenta de que alberga el 71% de los humedales de carácter permanente o semipermanente. Entre los ecosistemas de humedales más importantes de la región Caribe se encuentran el Complejo de la Depresión Momposina, el del Magdalena Medio y el del Río Atrato (Andrade *et al.*, 2002).

6.8 Medidas para la conservación de humedales en Colombia

Como país signatario de la Convención Ramsar, Colombia ha implementado medidas en su ordenamiento jurídico para lograr los objetivos propuestos en la política nacional de humedales. Así entonces, las medidas conducentes al cuidado y protección de los humedales en Colombia están canalizadas a través de un marco estratégico basado en i) el manejo y uso sostenible, ii) la conservación y restauración y, iii) concientización y sensibilización. Dentro de cada una de estas estrategias macro se plantean diferentes programas con metas y acciones.

Dentro de la primera estrategia macro (manejo y uso sostenible) se planteó como primer objetivo el *“integrar los humedales del país en los procesos de planificación de uso del espacio físico, la tierra, los recursos naturales y el ordenamiento del territorio, reconociéndolos como parte integral y estratégica del territorio, en atención a sus características propias, y promover la asignación de un valor real a estos ecosistemas y sus recursos asociados, en los procesos de planificación del desarrollo económico”* (Andrade *et al.*, 2002).

En segundo lugar, dado que las alteraciones y perturbaciones de los sistemas acuáticos continentales por cuenta de la contaminación, conversión en los usos del suelo, la ejecución de malas prácticas de cosecha así como uso e interferencia en los patrones de circulación del agua y ciclos de inundación, la implementación de inadecuadas técnicas de manejo, entre muchos otros, reducen notablemente los flujos de beneficios económicos y ambientales provenientes de los ecosistemas de humedales (Andrade *et al.*, 2002; Lasso *et al.*, 2014). La función prioritaria de los programas de conservación, rehabilitación y/o restauración consiste

en restringir futuras pérdidas y daños ecológicos, mantener la superficie y calidad de los humedales remanentes y paralelamente reparar los sistemas naturales afectados. En ese orden de ideas, se considera que la conservación y restauración son dos herramientas fundamentales para cumplir los objetivos de conservación de los humedales. En el marco de la implementación de la segunda estrategia contemplada en la política nacional de humedales (conservación y restauración), tiene origen el segundo objetivo específico consistente en *“fomentar la conservación, uso sostenible, y restauración de los humedales del país, de acuerdo a sus características ecológicas y socioeconómicas”* (Andrade *et al.*, 2002).

Por cuenta de la necesidad de aumentar la cantidad y calidad de la información temática sobre los humedales y su valor para la sociedad en general, dirigida especialmente a las comunidades locales y otros ámbitos externos, se consideró fundamental desarrollar una tercera estrategia de concientización y sensibilización en torno a los humedales para cumplir con el objetivo asociado de *“promover y fortalecer procesos de concientización, y sensibilización en el ámbito nacional, regional y local, respecto a la conservación y uso sostenible de humedales”*. Lo anterior tiene como motivación principal el hecho de que la sociedad en general, a pesar de reconocer las diferentes problemáticas asociadas a los humedales (Lasso *et al.*, 2014), carece, en términos globales, de niveles elevados de conciencia con respecto a los valores y la importancia de los ecosistemas de humedales así como de sus contribuciones al bienestar social, no sólo de las poblaciones asentadas en los ámbitos geográficos de los humedales sino de entornos mucho más amplios por cuenta de la magnitud de los servicios ambientales prestados por estos ecosistemas (Andrade *et al.*, 2002).

Pese a que actualmente se reconocen en mayor medida los valores y beneficios asociados a los humedales en el mundo entero así como en Colombia, estos ecosistemas están hoy por hoy entre los más amenazados a nivel global por cuenta de diferentes actividades humanas no sostenibles. El principal factor desencadenador de las problemáticas de riesgo en torno a los humedales está representada por la ausencia de pedagogía sobre la importancia misma de estos ecosistemas a nivel local, regional, nacional e internacional. Como resultado de ello, los usos dados a las áreas de humedales agravan los fuertes procesos de deterioro y degradación de estos ecosistemas.

De esta manera, al encarar esta problemática, el Ministerio del Medio Ambiente presentó el documento con la “*Política para los humedales interiores del país*”, planteado en función de los principios establecidos en la Constitución Política y en las funciones creadas a través de la Ley 99 de 1993 y relacionadas con el diseño, la formulación, la concertación y la adopción de políticas conducentes a regular las condiciones de conservación y manejo de humedales entre los que se incluyen las ciénagas, los pantanos, los lagos, las lagunas y demás ecosistemas hídricos continentales (Andrade *et al.*, 2002). El proceso de formulación, socialización, discusión y concertación tuvo activa participación de las diferentes entidades del Sistema Nacional Ambiental - SINA así como de entes pertenecientes a los sectores públicos y privados relacionados. La política para humedales interiores en Colombia fue formulada en el contexto de la Política Nacional Ambiental, Proyecto Colectivo Ambiental, cuyo eje articulador y enfoque principal está representado por los recursos hídricos. Los objetivos y acciones planteadas están dirigidas entonces hacia la promoción del uso sostenible, la conservación y la recuperación de los ecosistemas de humedales del país tanto en los ámbitos nacional y regional como local.

Así entonces, en el marco de implementación del programa de estrategias y objetivos asociados a la política nacional de humedales, se han desarrollado diversos ejercicios de caracterización de humedales en la geografía nacional así como formulado planes de manejo a diferentes complejos de humedales (Naranjo *et al.*, 1999; Andrade *et al.*, 2002; CORANTIOQUIA, 2006; Velásquez *et al.*, 2007; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009; Tirado *et al.*, 2011; Santiago-Villa, 2012; Lasso *et al.*, 2014).

6.9 Esquemas de pagos por servicios ambientales

Una definición propuesta por Wunder (2005) establece que los PSA constituyen una transacción voluntaria, donde un servicio ambiental bien definido es comprado por al menos un comprador. ForestTrends (2007) considera una amplia gama de instrumentos como PSA: Y Esquemas de pagos públicos a tenedores de tierras privadas y a dueños de bosques para mantener o realzar los servicios ambientales (incentivo financiero a la conservación). Y Transacciones abiertas entre vendedores y compradores bajo marco regulatorio con cuotas

(ej. Protocolo de Kyoto). Y Arreglos entre privados en los cuales los beneficiarios privados de servicios ambientales contratan directamente con los proveedores de esos servicios (ej. tarifa adicional en el servicios de agua potable por la protección de cuencas). Y Productos eco-etiquetados que aseguren a los compradores que el producto adquirido tiene un desempeño ambiental deseable en términos de conservación de los servicios ambientales.

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), los esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) son una clase de incentivo económico cuyo mecanismo gira en torno a un típico mercado (oferta vs. demanda) en el cual los propietarios y poseedores regulares de predios donde se encuentran ubicados los ecosistemas naturales que suministran este tipo de servicios, reciben voluntariamente y en forma periódica un reconocimiento (dinero, especie, o mixto) por parte de algunos usuarios finales, en razón al beneficio individual o colectivo que les causa contar con su permanente provisión.

Este reconocimiento sirve para que esos propietarios y poseedores “valoren” la importancia social que tiene conservar o restaurar los ecosistemas naturales, y por tanto mantener o incrementar la disponibilidad (oferta) de los servicios ambientales que proporcionan, lo cual se hace evidente solo cuando esta nueva concepción se logre internalizar en sus correspondientes funciones de utilidad individual y, como resultado, adopten otras actividades o prácticas de manejo dirigidas a sostener e incluso incrementar no solo su cantidad sino también su calidad.

La implementación de esquemas de pago por servicios ambientales busca ante todo reconocer incentivos económicos a poseedores de predios que conserven los recursos naturales o que implementen prácticas de manejo y uso de los mismos que no representen detrimento para los procesos naturales que dan origen a los servicios ecosistémicos. Desde este punto de vista, los pagos por servicios ambientales no sólo apuntan a la conservación de los ecosistemas sino al uso y manejo de los mismos bajo los paradigmas de la sostenibilidad; es decir manteniendo una relación equilibrada en los campos del bienestar social, del impacto ambiental y del desarrollo económico (Wunder, 2005).

La conservación de los humedales es clave para mantener flujos de servicios ecosistémicos importantes como son la prestación de hábitat para diversas especies de peces que representan fuentes de alimento y oportunidades comerciales para comunidades ribereñas; de aves, mamíferos, reptiles, anfibios, insectos y otros grupos que, en su interacción ecológica compleja, generan múltiples beneficios para el hombre. Así entonces, la gestión integral de los humedales bajo el paradigma de la sostenibilidad, garantiza, aún en un escenario de uso y explotación de sus recursos naturales, que estos continúen ofreciendo múltiples flujos de servicios ecosistémicos (Andrade *et al.*, 2002; Velásquez *et al.*, 2007; Tirado *et al.*, 2011; Santiago-Villa, 2012; Lasso *et al.*, 2014).

6.10 Costo Oportunidad

Es una medida utilizada para ponderar el sacrificio que un individuo o la sociedad tiene que asumir cuando realiza una elección para alcanzar un objetivo, pero que al mismo tiempo le implica descartar otras elecciones posibles y deseables. Es el costo de la elección, de aquella alternativa a la que se renuncia y que ocupa el lugar siguiente en su ordenación de preferencias.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente existen dos métodos básicos para cuantificar el costo de oportunidad de la conservación: el primero y más común es la estimación del beneficio neto (utilidad) generado por las actividades productivas más representativas y más rentables que se desarrollen dentro del área de trabajo al momento de aplicación del incentivo; la segunda aproximación hace referencia al cálculo del valor correspondiente a la renta de la tierra, el cual se determina a partir del precio de arrendamiento del predio o parcela.

Para estimar el costo por beneficio neto es necesario reunir información sobre cantidades y precios de los insumos (incluye mano de obra, equipos y maquinaria), así como del volumen total producido y el precio del producto final comercializado correspondientes a cada cultivo o explotación pecuaria presente en el área objeto de estudio.

6.11 Implementación de esquemas de pagos por bienes y servicios ecosistémicos a nivel Nacional

La legislación ambiental Colombiana presenta varios casos que cumplen con alguna o varias características de la definición de pago por servicios ambientales, y que se constituyen como antecedentes para la presente investigación. Entre los casos de mayor relevancia se encuentran los siguientes.

- **Certificado de Incentivo Forestal a la Conservación.**

Creado mediante el Decreto 900 del 97 por el cual se reglamenta el incentivo forestal con fines de conservación establecido en la Ley 139 de 1994 y el parágrafo del artículo 250 de la Ley 223 de 1995. Entendiendo como Certificado de Incentivo Forestal de Conservación el reconocimiento por los costos directos e indirectos en que incurre un propietario por conservar en su predio ecosistemas naturales boscosos poco o nada intervenidos, cuyo valor se definirá con base en los costos directos e indirectos por la conservación y la disponibilidad de recursos totales para el incentivo.

Por otra parte el Certificado de Incentivo Forestal a la Reforestación fue concebido en la Ley 139 de 1994, reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 1824 de 1994 y por el Decreto Nacional 900 de 1997 por la cual se crea el Certificado de Incentivo Forestal (CIF), como un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación en tanto los beneficios ambientales y sociales generados son apropiables por el conjunto de la población. Su fin es el de promover la realización de inversiones directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal.

Podrán acceder a éste las personas naturales o jurídicas de carácter privado, entidades descentralizadas municipales o distritales cuyo objeto sea la prestación de servicios públicos de acueducto y alcantarillado y entidades territoriales, que mediante contrato celebrado para el efecto con las entidades competentes para la administración y manejo de los recursos naturales y renovables y del ambiente, se comprometan a cumplir un Plan de Establecimiento

y Manejo Forestal, en los términos y condiciones señalados en la presente Ley 139, 1994. Para el año 2016 no se abrió procesos de convocatoria.

- **Programa de Familias Guardabosques (PFGB).**

Este programa se implementa a partir de una política de gobierno desarrollada desde el año 2003. Consiste en la entrega de un capital monetario y un apoyo técnico (social, productivo y ambiental) a las familias que cumplen con el doble condicionamiento de no tener cultivo ilícitos y de favorecer la reforestación natural y la conservación de ecosistemas naturales estratégicos (Arroyo et al., 2007), busca de manera específica diferentes actividades de erradicación manual voluntaria, prevención y sustitución de dichos cultivos; co-financiación de proyectos productivos y/o ambientales; comercialización; implementación y seguimiento de procesos de fortalecimiento organizacional; y acciones de capacitación para contribuir al desarrollo del capital humano y social (APC, 2012).

- **Esquemas de Pagos por Servicios Ambientales del Decreto 0953 de 2013.**

El presente decreto tiene por objetivo reglamentar el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, con el fin de promover la conservación y recuperación de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten a los acueductos municipales, distritales y regionales, mediante su adquisición y mantenimiento, con lo que se incluye por primera vez en Colombia un esquema de pago por servicios ambientales.

Las entidades territoriales podrán reconocer contractualmente a los propietarios poseedores regulares de predios ubicados en áreas estratégicas (Decreto 0953, 2013). Este decreto reglamenta el Artículo 111 de la Ley 99 donde estableció que los departamentos y municipios pueden dedicar un porcentaje no inferior al 1% del total de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de estas áreas o para financiar esquemas de pago por servicios ambientales en estas áreas.

Los modelos de aplicación nacional buscan soluciones de conservación y protección de áreas boscosas y recursos naturales integrando una alternativa económica; representada en un pago por servicios ambientales. Dentro de las limitantes vistas es la falta de presupuesto para estas estrategias, la falta de monitoreo y duración en el tiempo.

- **BancO2**

La Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -Cornare, y la Corporación Autónoma Regional para el centro de Antioquia –Corantioquia- autoridad ambiental para el centro y oriente Antioqueño, actualmente emplean un esquema de pago por bienes y servicios ecosistémicos: BanCO2. Este esquema, trabaja por la protección del medio ambiente, a través de la compensación económica a familias vinculadas, por medio del pago por servicios ambientales. Este tiene establecido como un parámetro de acompañamiento y garantía de desarrollo social para los habitantes de los ecosistemas estratégicos vinculados. En este programa se ofrecen además capacitaciones, cuyo objetivo es brindar a las familias vinculadas del esquema BanCO2 las herramientas necesarias para garantizar el cuidado y el uso adecuado de los ecosistemas que habitan, y fortalecer su economía con el desarrollo de proyectos productivos sostenibles (<http://www.banco2.com/contenido/nuestro-trabajo>). El pago de bienes y servicios ecosistémicos se fundamenta en las hectáreas protegidas por el propietario del predio incluido en el esquema.

- **Municipio de Medellín, Antioquia**

El municipio de Medellín mediante su Concejo Municipal, reconoce de manera directa un beneficio a aquellos predios que se encuentran al interior de un determinante ambiental. Este reconocimiento va desde una exención total del impuesto predial, hasta una parcial del 50%. Lo anterior se reglamentó mediante el Acuerdo 53 de 2003, Artículos 138 y 139 como se muestra a continuación:

Artículo 138: Inmuebles de prohibido gravamen: (...) 3. Los predios que se encuentren definidos legalmente como parques naturales o como parques públicos de propiedad de entidades estatales.

Artículo 139. Contribuyentes exentos: (...) 11. Los predios ubicados en zonas de protección ambiental, destinados para tal fin por la autoridad competente, por el plan de ordenamiento territorial y los instrumentos que lo desarrollen, de conformidad con las normas que regulan la materia y que sean bosques naturales que se encuentren plantados o reforestados con especies arbóreas nativas colombianas, gozarán de este beneficio hasta el cuarto trimestre del año 2008, siempre que cumplan con los siguientes requisitos especiales:

- Certificación expedida por el Departamento Administrativo de Planeación Municipal, donde conste que el inmueble se encuentra en zona de protección ambiental.
- Certificación expedida por la autoridad ambiental competente, en la cual conste: Que el predio objeto de exención ha sido plantado o reforestado con especies arbóreas nativas colombianas o que la densidad de siembra se ajusta técnicamente a la establecida para cada especie.

PARÁGRAFO: La exención se concederá en forma total para el área plantada o reforestada y en un cincuenta por ciento 50% para el área restante.

Si durante la vigencia de la presente Exención se desplantare o deforestare el predio, se perderá el beneficio mediante resolución motivada expedida por el Secretario de Hacienda Municipal, previa certificación por la autoridad competente.

- **Municipio de Bello, Antioquia**

El municipio de Bello mediante su Concejo Municipal, reconoce de manera directa un beneficio a aquellos predios que se encuentran al interior de un determinante ambiental. Este reconocimiento va desde una exención total del impuesto predial, hasta una parcial del 50%.

Lo anterior se reglamentó mediante el Acuerdo 028 de 2012, Artículo 173 que consta de lo siguiente: (...)

10. El área plantada, reforestada o la que tenga cobertura vegetal natural de los predios ubicados en suelos de protección, categoría área forestal protectora siempre y cuando los usos que se desarrollen sobre estos territorios correspondan a los establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bello. Igualmente serán objeto del beneficio de esta exención el área plantada, reforestada o la que tenga cobertura vegetal natural de los predios con declaratorias de área protegida, según lo señalado en el Decreto Nacional 2372 de 2010, la Resolución 327 de 2009 de Corantioquia y la Resolución 1510 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible relacionada con la Reserva Forestal Protectora del Rio Nare, o las normas que las modifiquen, reformen, adicionen o sustituyan.

PARÁGRAFO. Procederá la exención para el área plantada, reforestada o la que tenga cobertura vegetal natural de los predios que tengan esta declaratoria, siempre y cuando los usos que se desarrollen sobre ellos estén orientados a garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales, al mantenimiento de la oferta de bienes y servicios ambientales (tipo de cobertura vegetal), y a la producción forestal sostenible en armonía con la zonificación que se establezca en el respectivo acto administrativo mediante el cual se hace la declaratoria.

Gozaran de este beneficio, siempre y cuando cumplan con los siguientes requisitos especiales:

- a) Que el predio se localice en cualquiera de las categorías señaladas en este numeral.
- b) Que los usos del suelo que se desarrollen dentro de los mismos correspondan a los definidos en el POT, y a los definidos en el respectivo acto administrativo de la declaratoria.
- c) Que dichos predios presenten un tipo de cobertura bosque natural o plantado.

La Secretaría de Planeación certificará sobre la localización y el uso y la Secretaria de Medio Ambiente el tipo de cobertura y el área plantada, reforestada o con cobertura vegetal natural.

Si durante la vigencia de la presente exención el propietario del predio le modifica los usos que corresponden a esta categoría de suelo y el tipo de cobertura vegetal se perderá el beneficio mediante resolución motivada expedida por La Secretaría de Hacienda, previa certificación de la autoridad competente.

- **Municipio de Jardín, Antioquia**

El municipio de Jardín mediante su Concejo Municipal, reconoce de manera directa y mediante el Acuerdo 04 de 2006, un beneficio a aquellos predios que se encuentran al interior de un determinante ambiental. Este acuerdo explícitamente es por medio del cual se incentiva la conservación y protección de los recursos naturales renovables, mediante la exención proporcional del impuesto predial unificado. El objetivo de este Acuerdo es (Artículo 2) incentivar la Conservación y protección de los recursos naturales, mediante la exención proporcional del impuesto predial aplicable a la parte de los predios rurales que manejen de forma integral y bajo los criterios de la sostenibilidad los recursos naturales renovables, que garanticen la conservación, preservación, regeneración o restauración de los ecosistemas naturales contenidos en ellas y que permita la perpetuación y oferta de bienes y servicios ambientales.

La cuantificación de esta exención se realiza de la siguiente forma (Artículo 8):

At = Área total del predio o finca

Ac = Área de conservación

I = Impuesto predial normal sobre todo el predio

Et = Exención tributaria

Ip = Impuesto a pagar

Et = $\frac{Ac}{At} \times I$ Ip = I - Et

At

7. METODOLOGÍA

7.1 Tipo de Investigación

Para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta un compendio de la normatividad vigente relacionada con el uso del suelo y los parámetros ambientales determinados en el país, de esta forma obtener una serie de variables que nos permitieran priorizar a través de mapas cartográficos, cuales son las zonas de conservación dentro del área asociada a la cuenca de la ciénaga Colombia. Dado lo anterior se puede decir que esta investigación es de tipo descriptivo a través de análisis de información espacial.

7.2 Área de estudio

La cuenca hidrográfica de la quebrada Ciénaga Colombia se encuentra ubicada al nororiente del Departamento de Antioquia, en los municipios de Caucasia y Cáceres, en la región del Bajo Cauca Antioqueño; (Figura 1), sobre los dominios de la gran planicie aluvial asociada a los ríos Man, Cauca y Nechí, área en la que se encuentran aproximadamente 70 ciénagas distribuidas en 25 complejos que cubre un área que puede alcanzar unas 40.000 ha (Velásquez *et al.*, 2007).

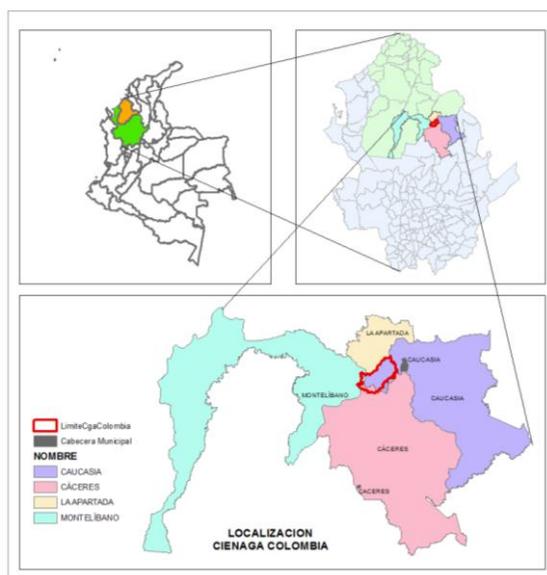


Figura 1. Localización de la cuenca asociada a la ciénaga Colombia en el municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.

La cuenca hidrográfica denominada Quebrada Ciénaga se constituye en el principal afluente del humedal denominado Ciénaga Colombia que, a su vez, tributa sus aguas al río Man. El área de la cuenca está acotada en sentido latitudinal por las coordenadas geográficas $7^{\circ} 53' 11.6''$ N y $7^{\circ} 59' 22.27''$ mientras que en sentido longitudinal por las coordenadas $-75^{\circ} 12' 35.99''$ W y $-75^{\circ} 20' 38.54''$ W (Velásquez *et al.*, 2007). Según el sistema de zonas de vida de Holdridge (Holdridge, 1967), el área de la cuenca de la ciénaga Colombia se encuentra dentro de la zona de vida denominada como bosque húmedo tropical (bh-T), caracterizada por presentar niveles de precipitación oscilando entre 2.000 y 4.000 mm anuales y niveles de temperatura media equivalentes a 28°C (Velásquez *et al.*, 2007).

7.3 Materiales y Métodos

La consecución de esta investigación tuvo dos etapas: Revisión de información secundaria y construcción y procesamiento de la información.

La revisión de información secundaria se obtuvo principalmente de la normatividad vigente relacionada con aspectos ambientales y urbanísticos, partiendo del decreto 2811 de 1974 hasta el 1076 de 2015. Así mismo se consultó la base de datos espacial contenida en el POT de Cauca y que fue alimentada por la información cartográfica de Corantioquia, entre las que se destacan las capas de Cartografía Básica, Amenaza por Movimientos en Masa, Amenaza por Inundación y Coberturas de la tierra; esta información cartográfica ha sido recopilada del centro de documentación de Corantioquia, como parte del trabajo realizado por la Universidad EAFIT en el convenio 1505-65 de 2015 Ordenamiento Ambiental del Territorio - OAT, el cual tomo como insumo la información de los Convenios 9199 - 2012 y 9901 - 2013 IGAC - CORANTIOQUIA, . Según la escala de trabajo (1:25.000).

El planteamiento o metodología para identificar las zonas que deben priorizarse para incluirse en un esquema de pagos por bienes y servicios ecosistémicos incluyó las variables físicas y bióticas que se comportan como determinantes del ordenamiento territorial en un municipio; aquellos reglamentados por la Ley 388 de 1997. Lo anterior obligó a generar un álgebra de mapas, es decir, la sumatoria de capas espaciales, específicamente de las áreas de Amenaza por movimientos en masa: aquellas altas y muy altas, las áreas con amenazas y riesgos naturales (aquellas que son altas), los humedales, pantanos, ciénagas y lagunas, que son prioridad de protección tanto al nivel nacional como en las convenciones internacionales, y las áreas de bosques. El software ArcGis 10.2 fue el elegido para realizar los geoprocесamientos.

Posterior a la determinación de las zonas de conservación se procedió a determinar el valor único del incentivo a reconocer en cada área de importancia estratégica, para lo cual se tomó como punto de referencia el costo de oportunidad para las actividades más representativas en la zona. Calculando el equivalente al beneficio económico neto o el valor de renta de la tierra

para las actividades anteriormente señaladas. Tal y como lo establece el decreto 0953 de 2013.

El valor máximo anual a pagar por el incentivo corresponde al menor costo de oportunidad promedio del área, calculado a partir de las opciones anteriormente mencionadas. Teniendo en cuenta que este valor no podrá superar el 15% del avalúo comercial promedio por hectárea.

A partir de la estimación anterior, el valor máximo a pagar será de la siguiente manera: hasta el 100% del valor del incentivo para áreas menores o iguales a 50 hectáreas, para las siguientes 50 hectáreas se aplicara el 75% del valor del incentivo, y para áreas que superen los 100 hectáreas se aplica hasta el 50% del valor del incentivo.

8. RESULTADOS

De cara a definir las zonas prioritarias para conservación dentro de las áreas de la cuenca asociada a la ciénaga Colombia, se revisó la normatividad vigente y se identificaron las variables más sensibles en términos espaciales. Una vez concluida la consulta normativa, se consolidó el conjunto de variables espaciales objeto de análisis (Tabla 1), que una vez sometidas a los procedimientos metodológicos utilizados en este estudio, permitieron lograr resultados descriptivos de la distribución espacial de áreas con diferentes atributos de interés para la implementación programas de incentivos por conservación.

Tabla 1 Variables utilizadas para priorizar las zonas de conservación dentro del área asociada a la cuenca de la ciénaga Colombia.

Variable	Lógica de ponderación
Áreas de amenaza por movimientos en masa	Alta y muy alta
Áreas con amenazas y riesgos naturales	Alta y muy alta
Humedales de alta importancia a nivel nacional e internacional	-
Retiros de canal principal (30 m. y 100 m.)	Presencia
Las coberturas boscosas	Presencia

El conjunto de variables presentado anteriormente se conformó a partir de variables asociadas a fenómenos naturales de alta importancia ambiental; en ese sentido, las áreas con potenciales amenazas por cuenta de la ocurrencia de movimientos en masa se priorizan sobre áreas sin este riesgo asociado. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que las acciones de conservación en áreas bajo amenaza por movimientos en masa pueden atenuar o evitar potenciales afectaciones al espejo de agua de la ciénaga Colombia por cuenta del arrastre de sedimentos y el avance de procesos de colmatación.

De igual manera, las áreas con amenazas y riesgos naturales se priorizan por encima de las áreas libres de amenazas ya que, la potencial implementación de medidas conducentes a conservarlas, puede atenuar o eliminar la probabilidad de ocurrencia de eventos desastrosos originados en riesgos naturales. Asimismo, la presencia de humedales (en cualquiera de sus manifestaciones) se prioriza sobre las áreas en las que ecosistemas de este tipo no hagan presencia; lo anterior tiene su fundamentación en el hecho de que los humedales son ecosistemas de alta importancia por cuenta de los bienes y servicios ambientales que ofrecen a las comunidades asentadas en torno a ellos y a la sociedad en general.

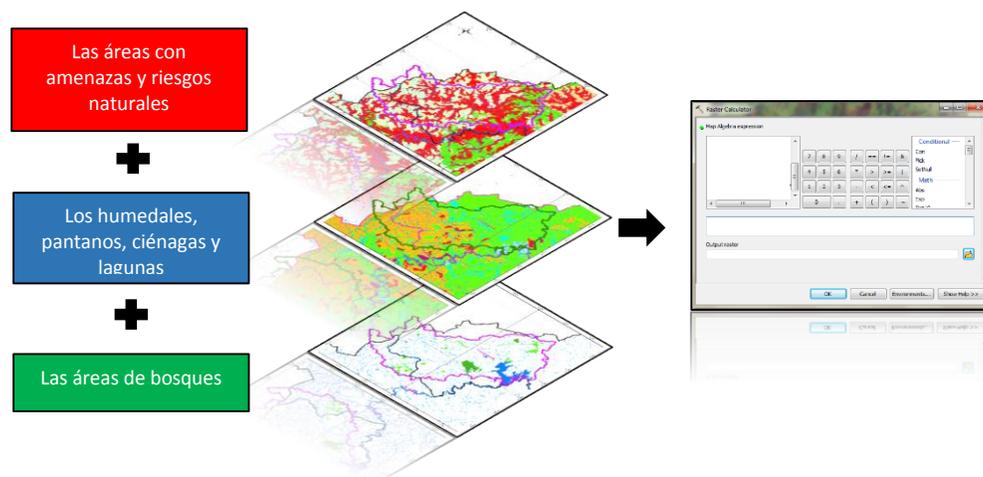
Las áreas correspondientes a los retiros de los cauces se consideran áreas de alta sensibilidad por cuenta de que en ellas se da la convergencia entre los ecosistemas de tierra firme y ecosistemas lacustres; así entonces, los elementos de biodiversidad asociados a estas áreas suelen ser particulares. En ese sentido las áreas de retiro de los cauces y del espejo de la

ciénaga reciben mayores grados de priorización que las áreas externas (no asociadas a retiros). Por último, las áreas con coberturas forestales recibieron mayores niveles de priorización por cuenta de que los servicios ambientales procedentes de los bosques son ampliamente reconocidos y son justamente los bosques los escenarios de complejos procesos ecológicos sustentados por diferentes elementos de biodiversidad. Adicionalmente, por cuenta de la gran dinámica de deforestación en la región del bajo Cauca, las áreas con coberturas forestales son *per se* objetos de conservación.

Una vez seleccionadas y justificado el uso de las variables ambientales, se procedió a espacializarlas para someterlas a un análisis de tipo ráster mediante procesos de álgebra de mapas a través del software ArcGis (ESRI, 2011) para identificar las áreas con mayores niveles de superposición de restricciones o de determinantes para los ejercicios de ordenamiento. Se incluyó la variable denominada “áreas de retiro” dentro del análisis espacial mediante el procedimiento de álgebra de mapas; sin embargo, dicho análisis se restringió únicamente a las áreas asociadas al cauce principal. Lo anterior obedece a la alta densidad de drenajes asociados a la cuenca de la Ciénaga Colombia.

A partir entonces de las unidades cartográficas generadas para cada variable, se efectuaron los cruces de variables para determinar las áreas de alta prioridad para la implementación de medidas de conservación. (Figura 2).

Figura 2. Localización de la cuenca asociada a la ciénaga Colombia en el municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.



A partir del proceso de interpretación de información espacial, se delimitó la zona de estudio, correspondiente al área geográfica de la ciénaga Colombia (Figura 3).

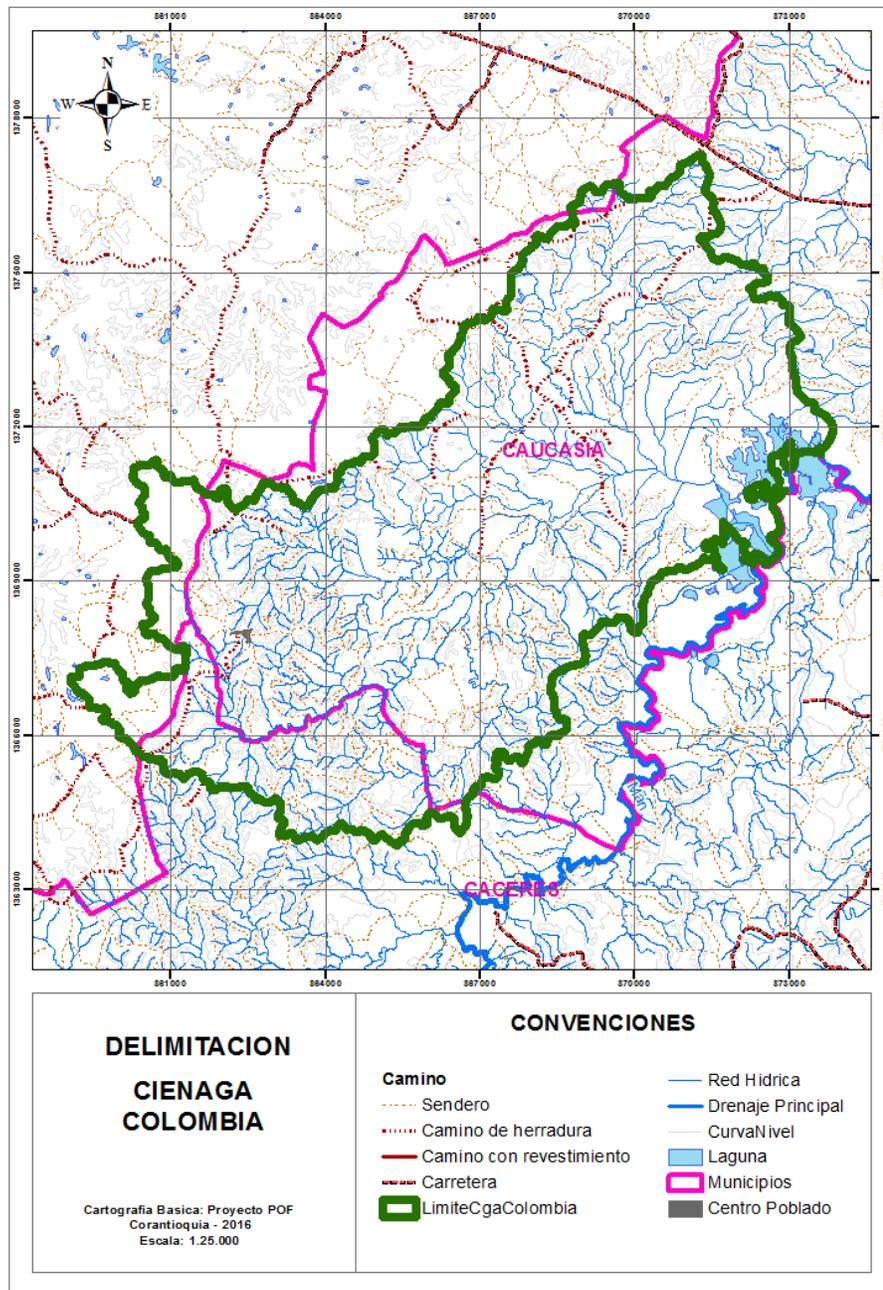


Figura 3. Área de la cuenca asociada a la Ciénaga Colombia, municipio de Caucasia, departamento de Antioquia.

De manera consecuente, para priorizar áreas de implementación de programas de conservación, se espacializaron las variables analizadas. Las áreas potenciales de ocurrencia de movimientos en masa se representan a continuación (Figura 4).

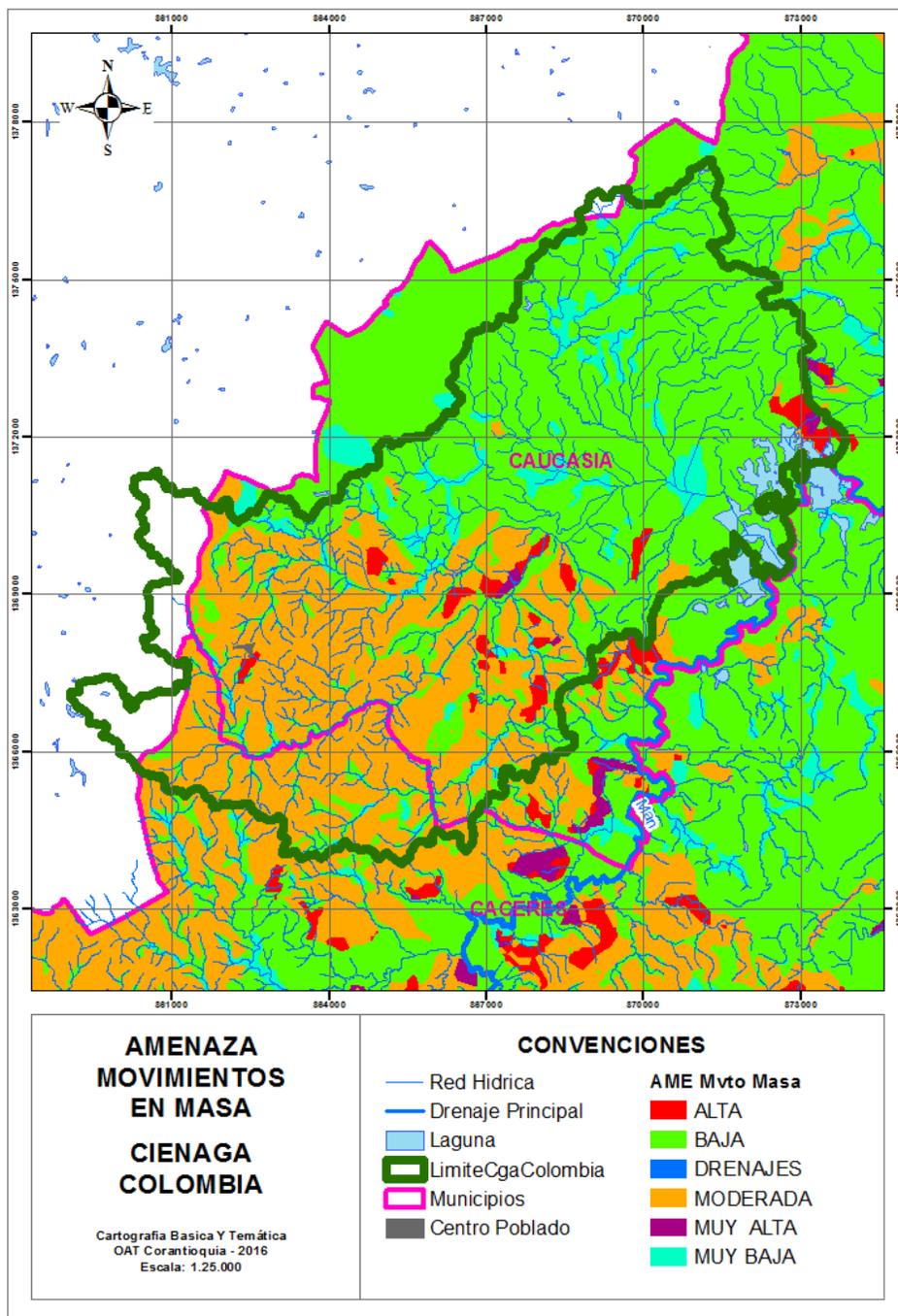
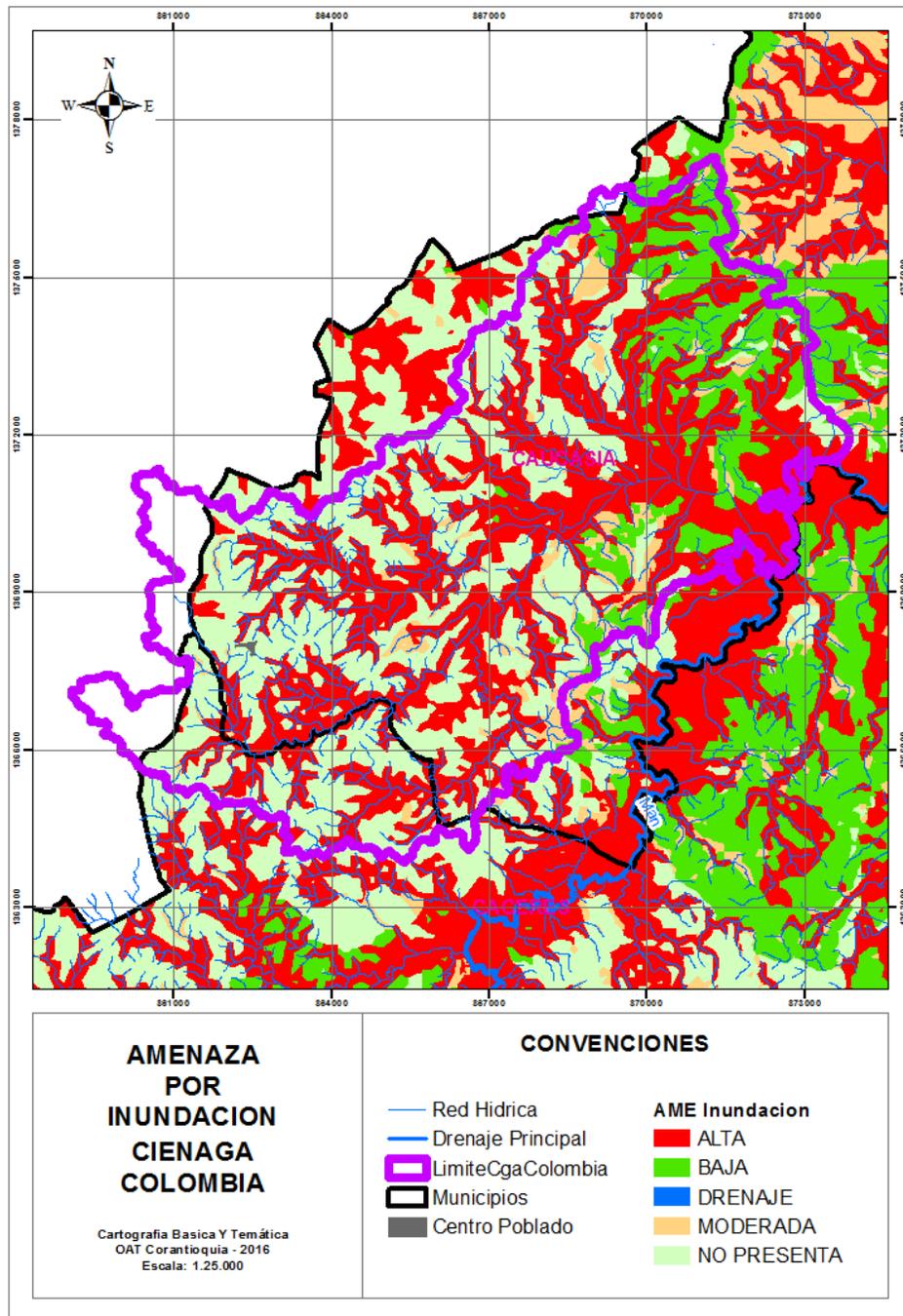


Figura 4 . Áreas con potencial incidencia de amenazas por cuenta de movimientos en masa dentro del área geográfica de la ciénaga Colombia.

Se espacializó la variable de amenaza por inundación dentro del área de la ciénaga Colombia y se representó a nivel cartográfico con sus diferentes grados de intensidad o incidencia



(Figura 5).

Figura 5. Distribución espacial del grado de amenaza por inundación en el área geográfica de la ciénaga Colombia.

La red de drenajes fueron espacializados así como sus retiros definidos por distancias a los cauces de 30 y 100 metros; la cartografía asociada se presenta a continuación (Figura 6).

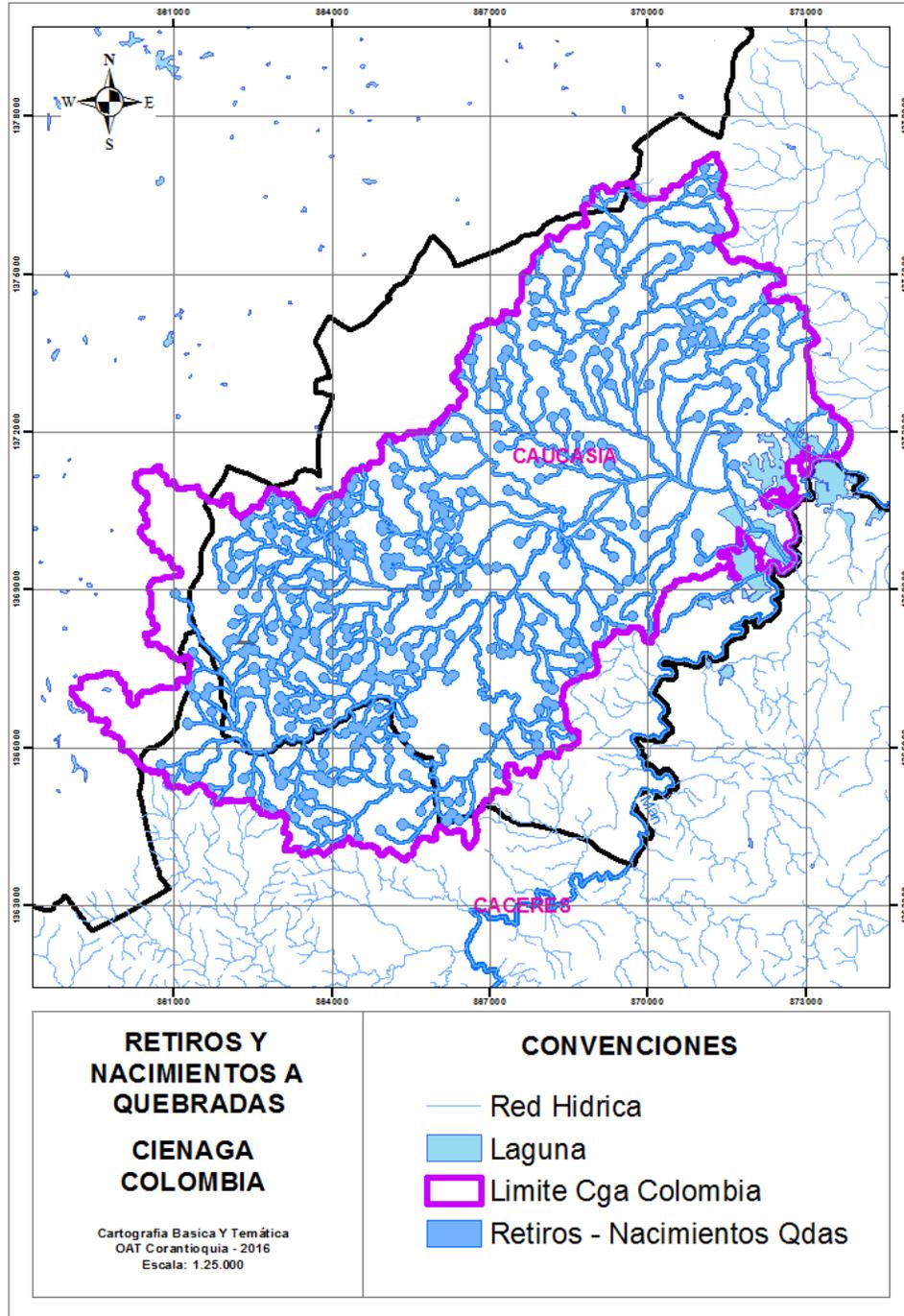


Figura 6. Retiros de 30 y 100 metros en torno a los afluentes asociados al complejo hídrico de la ciénaga Colombia.

A partir del mismo procedimiento que permitió espacializar los retiros para los drenajes secundarios, se desarrolló un ejercicio para espacializar los retiros del cauce principal del complejo hídrico de la ciénaga Colombia (Figura 7).

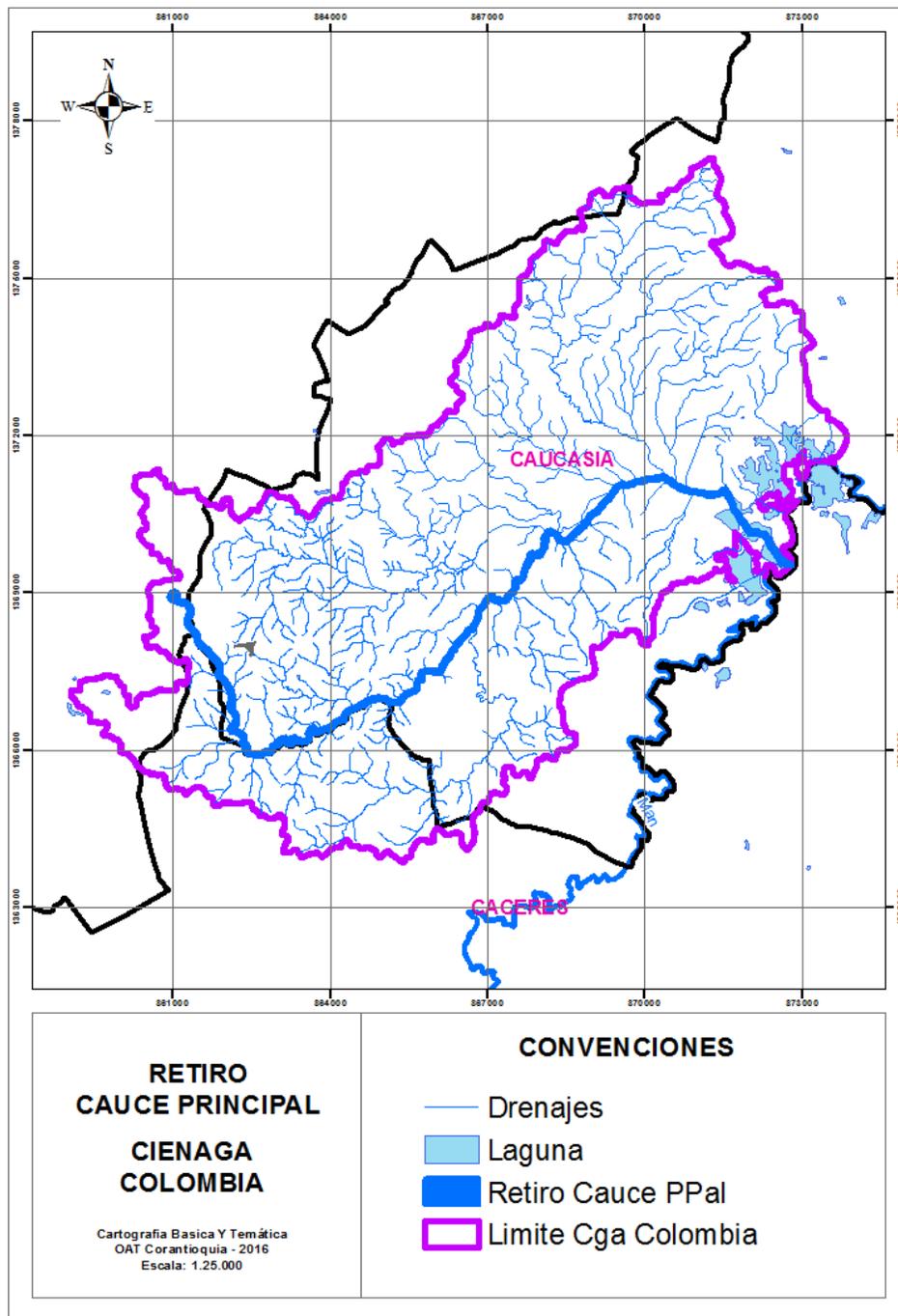


Figura 7. Mapa de las áreas de retiro del cauce principal del complejo hídrico de la ciénaga Colombia.

La variable de coberturas de bosques se espacializó siguiendo la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia, basada en atributos y criterios estandarizados. A partir de la clasificación de coberturas para el área de la ciénaga Colombia, se generó la cartografía correspondiente (Figura 8).

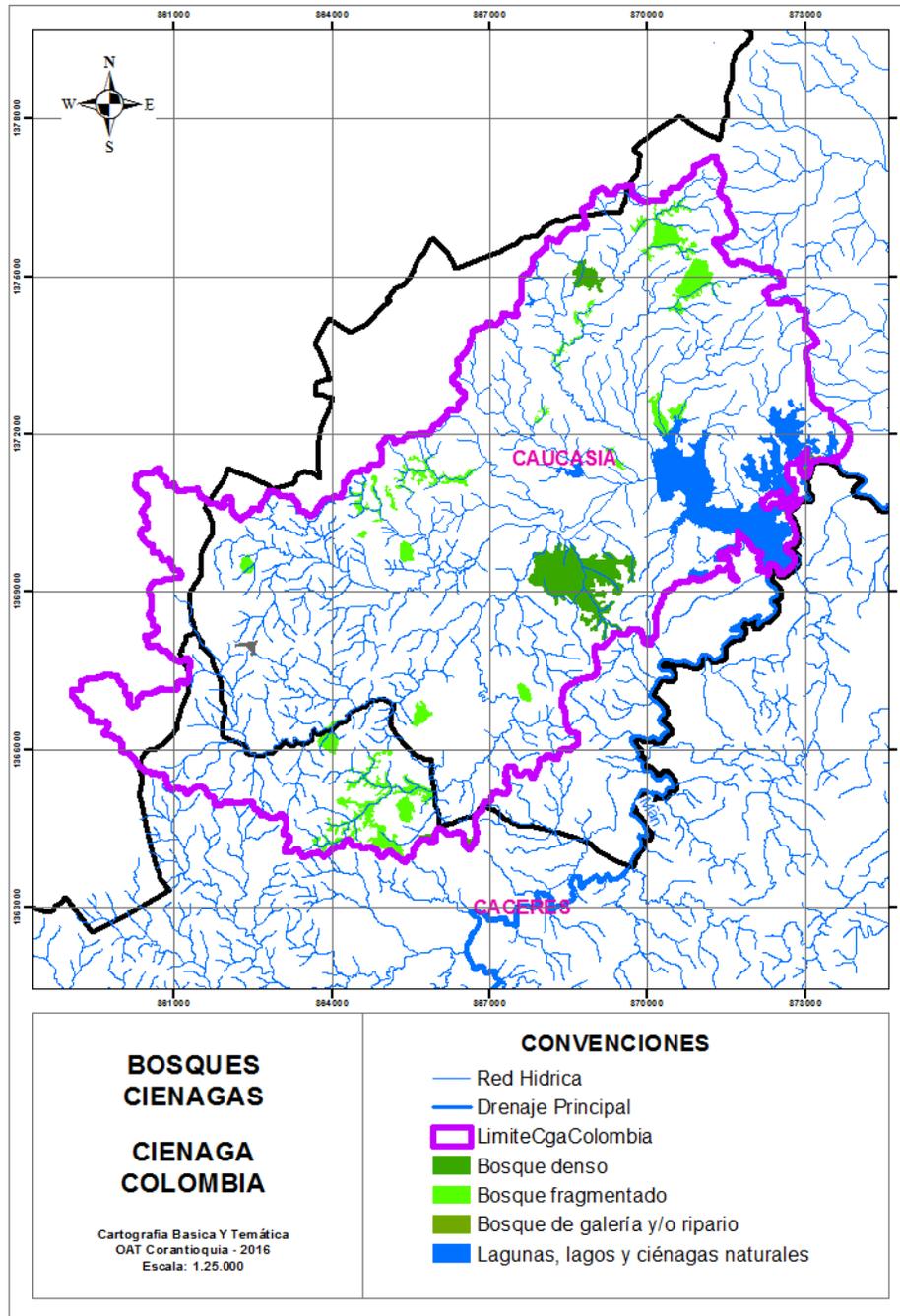


Figura 8 . Clasificación de áreas de bosques y espejo de la ciénaga Colombia.

En función del análisis espacial y clasificación de las coberturas de la tierra según la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, 2010). Así entonces, a partir de la referencia conceptual representada por el conjunto de categorías de clasificación de coberturas ofrecidas en los protocolos de la metodología

CORINE LAND COVER y las validaciones efectuadas sobre terreno dentro del área de la ciénaga Colombia mediante inspección visual así como a través del uso de un vehículo aéreo no tripulado (Phantom IV), se adoptaron las siguientes categorías para clasificar las coberturas terrestres registradas en el área de estudio (Tabla 2). El mapa de clasificación de coberturas completo se presenta en la sección de anexos (Anexo 1).

Tabla 2. Distribución de áreas por coberturas terrestres en la ciénaga Colombia.

Tipo de Cobertura	Área (ha)
Nube	1.709,33
Zonas de extracción minera	3,52
Pastos limpios	921,89
Pastos arbolados	211,65
Mosaico de pastos con espacios naturales	3.189,12
Pastos enmalezados	209,44
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	9,28
Bosque denso	200,16
Bosque fragmentado	339,16
Bosque de galería y/o ripario	12,74
Vegetación secundaria o en transición	1371,96
Zonas pantanosas	96,04
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	401,00
Ríos (50 m)	5,45

Tras el ejercicio de superposición espacial de variables a través de procedimientos basados en álgebra de mapas, para cada una de las áreas identificadas en función de su nivel de prioridad, se estableció la composición en términos de coberturas terrestres dominantes (Tabla 3).

Tabla 3. Coberturas dominantes para cada categoría de priorización.

Tipo de Cobertura Dominante	Categoría de priorización
Bosque Denso (0.01%)	Muy Alta

Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales (0.02%)	Alta
Lagunas, Lagos y Ciénagas Naturales (8.0%)	Media
Bosque fragmentado (3.86 %)	Baja
Mosaico de pastos con espacios naturales (30.58%)	Muy Baja

Se determinó la cuantía del área para cada una de las categorías de priorización (Muy Alta, Alta, Media, Baja, Muy Baja); se presentan a continuación en orden de importancia o priorización (Tabla 4).

Tabla 4. Áreas absolutas para las categorías de priorización identificadas mediante álgebra de mapas para la cuenca asociada a la ciénaga Colombia.

Categoría de priorización	Área (ha)
Muy Alta	0,38
Alta	25,65
Media	419,73
Baja	483,92
Muy Baja	3.708,83

Adicionalmente, se efectuó una discriminación del área total de la cuenca por coberturas terrestres en función de las categorías de priorización identificadas para la ciénaga Colombia (Tabla 5).

Tabla 5. Área total de la cuenca por coberturas terrestres.

Categoría de priorización	Área (ha)
Muy Alta	0,38
Bosque denso	0,38
Alta	25,65
Bosque denso	0,70

Lagunas, lagos y ciénagas naturales	24,96
Media	419,73
Bosque de galería y/o ripario	0,03
Bosque denso	42,79
Bosque fragmentado	1,85
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	370,42
Nube	1,96
Pastos enmalezados	0,70
Vegetación secundaria o en transición	1,98
Baja	483,92
Bosque de galería y/o ripario	12,71
Bosque denso	156,29
Bosque fragmentado	178,71
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	5,62
Mosaico de pastos con espacios naturales	44,92
Nube	36,03
Pastos arbolados	0,13
Pastos enmalezados	4,30
Pastos limpios	1,67
Vegetación secundaria o en transición	38,50
Zonas pantanosas	5,04
Muy Baja	3.708,83
Bosque fragmentado	158,59
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	8,82
Mosaico de pastos con espacios naturales	1.415,92
Nube	671,92
Pastos arbolados	120,93
Pastos enmalezados	111,24
Pastos limpios	451,91
Ríos (50 m)	5,42
Vegetación secundaria o en transición	665,78
Zonas pantanosas	90,59
Total general	4630,81

A partir entonces de la implementación del proceso de discriminación de áreas mediante el uso de álgebra de mapas, se generó la representación cartográfica de la priorización de áreas dentro de la ciénaga Colombia (Figura 9).

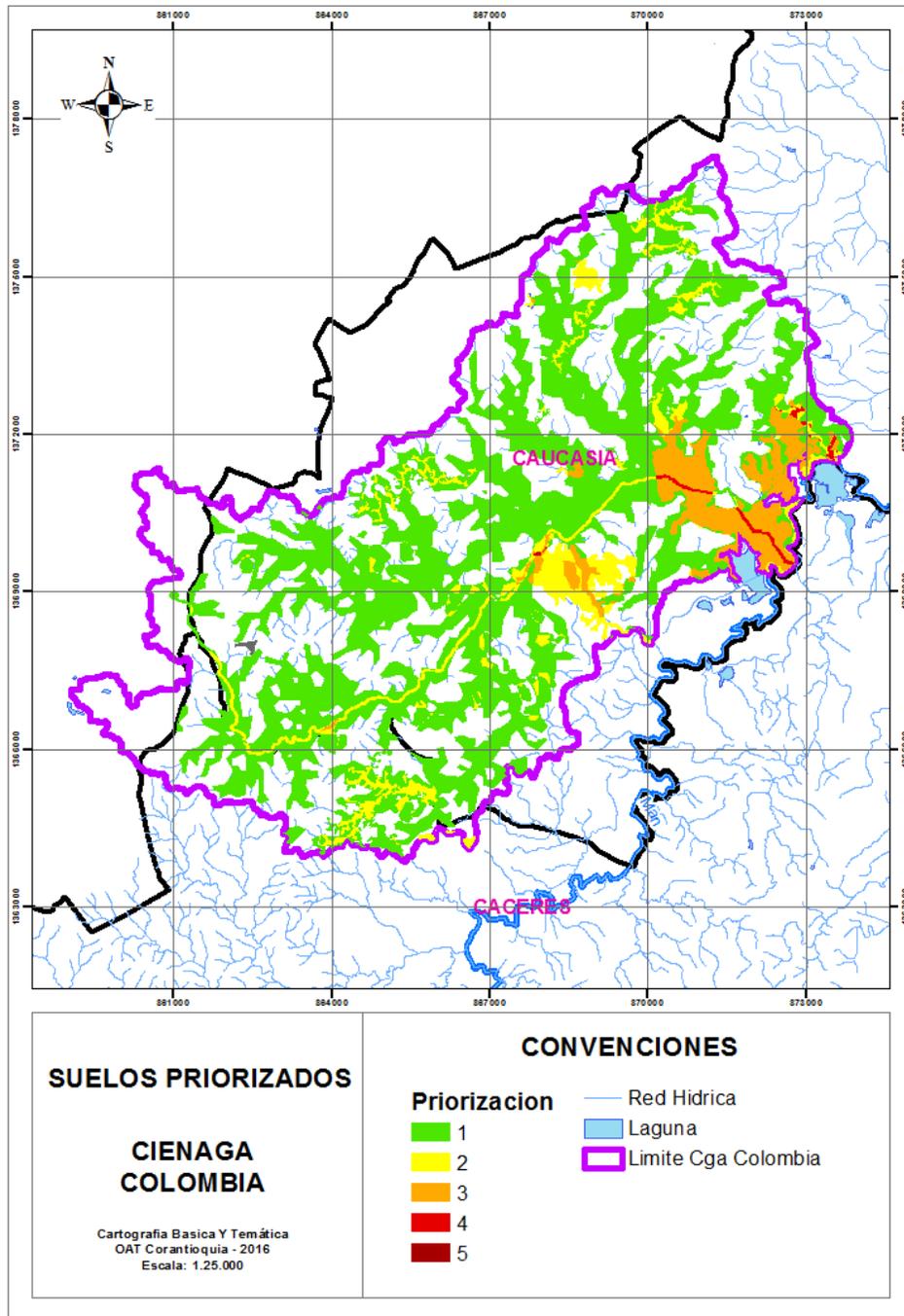


Figura 9. Distribución espacial de la priorización de áreas para implementar mecanismos de conservación.

Dentro del proceso de validación efectuado sobre terreno dentro del área de la ciénaga Colombia mediante inspección visual así como a través del uso de un vehículo aéreo no tripulado (Phantom IV), se pudo identificar como actividad primaria, la ganadería extensiva. Con algunas actividades secundarias como cultivos de pancoger o seguridad alimentaria

(arroz, maíz, yuca, entre otros); al igual que la extracción de oro de manera informal en menor escala.

Al hacer un análisis adecuado debemos tener en cuenta dos variables: la priorización de las áreas de conservación (muy alto, alto y medio), equivalente a 445.7 hectáreas y la actividad económica principal presente en la zona que para este caso es la ganadería extensiva (ganadería doble propósito y de ceba)

ESTIMACION DEL BENEFICIO ECONOMICO NETO

Para determinar el valor económico neto, se realiza una revisión histórica de los precios (últimos cinco años) establecidos para la producción de la actividad económica principal (carne y leche), con el fin de analizar la variación de precios y su estabilidad en el mercado.

Tabla 6. Relación histórica de precios de carne y leche

PRODUCTO	AÑO 2013	AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016	AÑO 2017
CARNE	3,141	3.730	3.800	4.125	4.250
LECHE	800	812	800	850	850

Fuente: subasta ganadera de montería (SUBASTAR S.A).

Teniendo en cuenta los precios del mercado relacionados con la venta de carne y leche, procedemos a estimar los costos de producción de ganadería extensiva en dos modalidades: ganadería doble propósito y ganadería de ceba. (Tabla 2 y 3).

Tabla 7. Estimación de costos considerando los requerimientos del proceso productivo para ganadería doble propósito

	UNIDAD	CANT. (C)	PRECIO (P)	CP = C*P
MANO DE OBRA				
OBREIRO (1 SMMLV) + PRESTACIONES	OBREIRO	15	12.391.332	185.869.980

CAPATAZ (1.5 SMMLV) + PRESTACIONES	CAPATAZ	1	17.784.042	17.784.042
INSUMOS				
SAL MINERALIZADA	BULTO	780	25.000	19.500.000
PURGANTE Y VITAMINAS	GLOBAL	780	15.000	11.700.000
VACUNAS	UNIDAD	780	5.000	3.900.000
BAÑOS	UNIDAD	780	3.000	2.340.000
HERBICIDAS	HECTAREA	446	13.500	6.021.000
OTROS COSTOS				
ARRENDAMIENTO DE POTREROS	HECTAREA	446	300.000	133.800.000
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS (HORAS)	GLOBAL	1	6.000.000	6.000.000
TRANSPORTE (VIAJES)	UNIDAD	334	12.000	4.008.000
OTROS (IMPUESTOS, SERVICIOS P.)	GLOBAL	1	6.000.000	6.000.000
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				396.923.022
COSTO TOTAL DE PRODUCCION POR HECTAREA				889.962

Tabla 8. Estimación de costos considerando los requerimientos del proceso productivo para ganadería de ceba

	UNIDAD	CANT. (C)	PRECIO (P) \$	CP=C*P
MANO DE OBRA				
OBRERO (1 SMMLV) + PRESTACIONES		1	12.391.332	12.391.332
CAPATAZ (1.5 SMMLV) + PRESTACIONES		1	17.784.042	17.784.042
INSUMOS				
SAL MINERALIZADA	BULTO	446	25.000	11.150.000
PURGANTE Y VITAMINAS	GLOBAL	446	9.000	4.014.000
VACUNAS	UNIDAD	446	5.000	2.230.000
BAÑOS	UNIDAD	446	3.000	1.338.000
HERBICIDAS	HECTAREA	446	13.500	6.021.000
OTROS COSTOS				
ARRENDAMIENTO DE POTREROS	HECTAREA	446	204.000	90.0984.000
MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS (HORAS)	GLOBAL	1	6.000.000	6.000.000
TRANSPORTE (VIAJES)	UNIDAD	446	12.000	5.352.000
OTROS (IMPUESTOS, SERVICIOS P.)	GLOBAL	1	6.000.000	6.000.000
COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				163.264.374
COSTO TOTAL DE PRODUCCION POR HECTAREA				366.064

Teniendo como estimado un valor de \$889.962 para los costos de producción de ganado doble propósito y \$366.064 para los costos de producción de ganado de ceba, procedemos a estimar los costos de ingresos brutos por la comercialización de la producción. En las tablas 9 y 10.

Tabla 9. Estimación de ingresos brutos para ganadería doble propósito

	CANT. (C)	GANANACIA (año)	PRECIO unitario	Precio total
PRODUCCION CARNE	KILOS	781.560	4.250	276.802.500
PRODUCCION DE LECHE	LITROS	292.250	800	233.800.000
TOTAL PRODUCCION				510.602.500
TOTAL PRODUCCION POR HECTAREA				1.144.849

Tabla 10. Estimación de ingresos brutos para ganadería de ceba

	CANT. (C)	GANANACIA (KILOS/año)	PRECIO	
PRODUCCION CARNE	446	64.224	4.250	272.952.000
TOTAL PRODUCCION				272.952.000
TOTAL PRODUCCION POR HECTAREA				612.000

Teniendo como estimado un valor de \$1.144.849 para los ingresos brutos de ganado doble propósito y \$612.000 para los ingresos brutos de ganado de ceba, procedemos a estimar el beneficio económico net, el cual parte de la diferencia obtenida entre el ingreso total bruto y el costo total de producción. (Tabla 11).

Tabla 11. Estimación del beneficio económico neto

	DOBLE PROPOSITO	CEBA
Ingreso Bruto Total	1.144.849	612.000
Costo total Producción	889.962	366.064
Beneficio Económico Neto	254.889	245.936

ESTIMACION DEL VALOR DE RENTA DE LA TIERRA

El valor promedio de arrendamiento por año, parte de un análisis de costos por arrendamiento por hectárea para la actividad económica objeto de estudio, considerando algunas variables de gran importancia como son: la productividad de la tierra y la cercanía del predio a vías de acceso. En la tabla 7. Se presenta una estimación del valor de renta de la tierra.

Tabla 12. Estimación del valor de renta de la tierra

Valor de renta del predio	Predio	
	Área (Ha)	Precio \$

mas	Productivo	1	300.000
	Cerca de la vía		
menos	Productivo	1	204.000
	Cerca de la vía		
Promedio ponderado		1	252.000

DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL INCENTIVO MÁXIMO A SER RECONOCIDO POR HECTÁREA PARA TODA EL ÁREA ESTRATÉGICA

Para determinar el valor máximo del incentivo a pagar se hace un análisis de las tres variables establecidas en el numeral 2 del artículo 8 del decreto 0953 de 2013, como son: el valor del beneficio económico neto, el valor de renta del predio para la actividad ganadera y el valor correspondiente al 15% del avalúo comercial del predio.

Tabla 13. Valor máximo a pagar por hectárea

Estimación de beneficio para la actividad ganadera	Ganado doble propósito \$/año/ha	Ganado ceba \$/año/ha	Valor de renta del predio para la actividad ganadera \$/año/ha	avalúo comercial promedio por hectárea en conservación en el área estratégica	
				avalúo por hectárea	15% del avalúo
Beneficio económico neto	254.889	245.936	252.000	6.450.000	967.500

Siguiendo los lineamientos establecidos en el decreto 0953 de 2013, El valor máximo a pagar para la implementación de un programa de pago por servicios ambientales en la microcuenca ciénaga Colombia, obedece al valor de producción para ganado de ceba, el cual se encuentra por un valor de 245.936 por hectárea y no supera el 15% del valor del avalúo comercial promedio por hectárea.

9. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se identificaron áreas susceptibles de ser priorizadas para la implementación de programas o mecanismos conducentes a su conservación en el dominio geográfico de la ciénaga Colombia. Lo anterior permitió entonces validar la hipótesis de investigación planteada como punto de partida para la realización de este estudio. La identificación de áreas y discriminación de las mismas para determinar el grado de priorización asociado han representado un gran problema en los ejercicios de planificación del manejo de cuencas hidrográficas y ecosistemas de humedales (Lasso *et al.*, 2014; Andrade *et al.*, 2002). Para este estudio en particular, la identificación y discriminación de áreas en función del grado de priorización potencial se logró a través de un proceso de análisis de información espacial y cruce de variables mediante el uso del concepto de álgebra de mapas (Tomlin, 1990; Londoño *et al.*, 2007; Sierra, 2008); esta versátil y sencilla herramienta puede resultar bastante útil en diferentes cuencas para identificar y clasificar áreas estratégicas o con atributos espaciales particulares.

Los resultados de priorización obtenidos permiten identificar ciertas tendencias y patrones previamente reportados en la literatura relacionada. Se detectó que el área con el nivel más alto de priorización potencial en función de las variables analizadas (categoría Muy Alta), sólo presenta un único tipo de cobertura (bosque denso) con un área de 0,38 Ha (Tabla 5). El proceso de clasificación dio como resultado entonces que el área de mayor prioridad para conservación es un área de bosque, aledaña al cauce del afluente principal así como al espejo de agua de la ciénaga Colombia. Lo anterior denota entonces que el análisis espacial de las variables seleccionadas derivó en que las áreas de mayor sensibilidad corresponden a bosques riparios, ecosistemas cuantiosamente reportados en la literatura como escenarios de importantes procesos ecológicos y espacios de transición entre ecosistemas de tierra firme y ecosistemas acuáticos (Velásquez *et al.*, 2007; Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b; Tirado *et al.*, 2011). De hecho, se asume que la vegetación riparia es de por sí un elemento central en la formulación de planes de manejo de cuencas hidrográficas (Montes & Sala, 2007); inclusive, en torno a la vegetación de galería o riparia se han estructurado diferentes esquemas de pago por servicios ambientales tendientes a su conservación en diferentes partes del mundo (Wunder, 2005).

Por otro lado, en la segunda categoría de priorización (Alta), las áreas priorizadas presentan dos tipos de coberturas; la primera de ellas es bosque denso con 0,7 Ha mientras que la segunda, con 24,96 Ha se denota como lagunas lagos y ciénagas naturales. En esta categoría de priorización se presentan dos situaciones de interés; la primera es que nuevamente la cobertura de bosque denso se hizo presente, enfatizando la gran importancia que ostentan las coberturas boscosas por todos sus servicios ambientales asociados y más teniendo en cuenta su cercanía al cauce principal del complejo hídrico. La segunda situación está representada por el hecho de que el área de la ciénaga natural fue seleccionada como área de prioridad alta; esta escogencia del espejo de agua y su contorno asociado como área de alta importancia a la luz de este análisis espacial, es consecuente con la consideración de los humedales como ecosistemas estratégicos por parte de la Convención Ramsar, sus países signatarios, organizaciones nacional, organismos internacionales y otros estamentos de naturaleza política alrededor del mundo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a).

La categoría media de priorización agrupó áreas con seis tipos de coberturas; bosque de galería y/o ripario (0,03 Ha); bosque denso (42,79 Ha); bosque fragmentado (1,85 Ha); lagunas, lagos y ciénagas naturales (370,42); pastos enmalezados (0,70 Ha) y vegetación secundaria o en transición (1,98 Ha). En esta categoría es relevante el hecho de que de las 419,73 Ha conjuntas de todas las coberturas, el área de la cobertura de lagos, lagunas y ciénagas naturales representa el 88% del área total de la categoría media de priorización, reforzando la importancia del espejo de agua de la ciénaga Colombia y de todo el complejo cenagoso a la luz de los resultados de este estudio ().

En la categoría de priorización baja se presentaron diez coberturas que, conjuntamente, alcanzaron 483,92 Ha (Tabla 5). Además de las coberturas presentadas para la categoría de priorización media, en esta categoría se presentaron las coberturas de mosaico de pastos con espacios naturales (44,92 Ha), pastos arbolados (0,13 Ha), pastos enmalezados (4,3 Ha), pastos limpios (1,67 Ha) y zonas pantanosas (5,04). El área para la cobertura de lagos, lagunas y ciénagas naturales es de tan solo 5,62 Ha, lo que representa una fracción mínima con respecto al área total de suelo dentro de esta categoría de clasificación, lo que indica que el área de espejo de agua de la ciénaga Colombia es, mayoritariamente, área de prioridad media-alta para la implementación de mecanismos de conservación.

En última instancia, la categoría de priorización definida como muy baja alcanzó un área total de 3708,83 Ha entre todas las coberturas terrestres clasificadas. En la categoría de priorización muy baja fueron identificadas y clasificadas las coberturas de bosque fragmentado (158,59 Ha), mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (8,82 Ha), mosaico de pastos con espacios naturales (1415,92 Ha), pastos arbolados (120,93 Ha), pastos enmalezados (11,24 Ha), pastos limpios (451,91 ha), ríos (5,42 ha), vegetación secundaria o en transición (665,78) y, finalmente, zonas pantanosas (90,59 ha). Para este caso, es notable la ausencia de la cobertura tipificada como lagos, lagunas y ciénagas naturales por cuenta de que dentro del análisis espacial desarrollado, dicha cobertura alcanzó niveles de priorización elevados (Media-Alta-Muy Alta).

Se presentó una disminución progresiva del área priorizada conforme se elevaba la categoría de priorización; así entonces, para la extensión total del área de estudio (4630,89 Ha), el 80% quedó dentro de la categoría de priorización tipificada como muy baja, seguida de la categoría tipificada como baja (10% del área total); en tercer lugar se ubicó la categoría de priorización media con el 9% del área total; la categoría de priorización alta se ubicó en el cuarto lugar en términos de área (0,55% del área total). Finalmente, la categoría de mayor priorización tipificada como muy alta, sólo abarcó un área de 0,38 Ha, lo que representa el 0.008% de la extensión total del área de estudio.

En función de los resultados obtenidos mediante el análisis de las variables espaciales y el uso del concepto de álgebra de mapas, se asume que las áreas de priorización contenidas en la categoría muy alta, alta y media, reúnen las áreas de mayor sensibilidad ecológica y con mayor importancia en la prestación de servicios ambientales (Wunder, 2005; Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b; Tirado *et al.*, 2011). En ese sentido, la potencial implementación de esquemas de pagos por servicios ambientales o programas de incentivos por conservación en el área de la ciénaga Colombia, debería concentrarse en las áreas clasificadas en este estudio dentro de las categorías de priorización media, alta y muy alta por cuenta de que es en estas categorías en donde se localizan en gran medida los espejos de agua de la ciénaga Colombia (Velásquez *et al.*, 2007), fuente de provisión del recurso hídrico en el municipio de Caucasia así como todos sus otros servicios ambientales asociados (Wunder, 2005; Lasso *et al.*, 2014).

En función de los resultados obtenidos mediante el análisis de costo de oportunidad para la implementación de un programa de pago por servicios ambientales, podemos inferir que el costo máximo a pagar por hectárea es de \$245.936 correspondientes al valor de producción para ganado de ceba.

Teniendo en cuenta las categorías de mayor priorización (Muy Altas, Alta, y media), la cual asciende a un área de 445.76 hectáreas y de acuerdo al monto máximo a pagar por hectárea que es de \$245.936 el municipio deberá realizar una inversión anual de \$109.628.431 para establecer un programa de pago por servicios ambientales en el área de estudio.

10. CONCLUSIONES

En el marco de ejecución de esta investigación de tipo descriptivo, se desarrolló un análisis espacial de variables ambientales de interés para definir el grado de priorización de áreas susceptibles de ser consideradas para implementar programas de incentivos por conservación o esquemas de pago por servicios ambientales. El ejercicio de identificación de prioridades, basado en el concepto de álgebra de mapas, permitió discriminar las áreas en función de su grado de prioridad, coincidiendo con consideraciones externas reportadas en la literatura.

Las áreas de mayor sensibilidad y prioridad se localizaron en áreas cercanas a afluentes hídricos y en torno a la bocatoma que surte de agua a la cabecera municipal de Caucasia, situación que valida la implementación del proceso de definición de prioridades a partir del análisis espacial basado en el álgebra de mapas. Por lo anterior, este trabajo podría ser tomado como un derrotero de referencia para el desarrollo de ejercicios similares y como la base para la implementación de un programa de incentivos por conservación a manera de esquema de pagos por servicios ambientales.

La alcaldía municipal de Caucasia debería concentrar sus esfuerzos en promover la conservación de las áreas contenidas dentro de las categorías de mayor priorización (Muy Alta, Alta y Media) toda vez que es en estas en donde se concentra la totalidad del área del espejo de agua de la ciénaga Colombia.

11. RECOMENDACIONES

Dado que el estudio realizado dio como resultado que si es factible llevar el proyecto propuesto, sería conveniente tomar en cuenta algunos puntos a mejorar con el propósito de optimizar los beneficios.

En caso que se desee llevar a cabo el proyecto se recomienda:

Es importante que las instituciones encargadas de la conservación y administración de los recursos ecosistemicos presentes en el área de influencia del proyecto, realicen la inclusión de este estudio en sus instrumentos de planificación facilitando la toma de decisiones en la protección de la microcuenca y acceder a recursos económicos para su implementación.

La implementación de PSAH en la Ciénaga Colombia, involucra procesos de constante aprendizaje y adaptación, cuyos frutos sólo pueden ser observables a largo plazo. Para que éste llegue a conseguir su objetivo principal, el de la protección de la fuente de agua, se requiere el establecimiento de nuevas alianzas con otras instituciones y organizaciones de base que participen en la administración del mismo, así como en la gestión de fondos adicionales con entes del orden departamental, nacional e internacional para que éste sea autosustentable.

Aunque es este documento se hace un acercamiento a los costos para la implementación de un esquema de pago por servicios ambientales, se recomienda que para la realización de la valoración económica de la oferta a presentar a los usuarios, se tenga en cuenta el tipo de tenencia de la tierra de las áreas priorizadas a intervenir, la capacidad y conflictos de uso del suelo de la zona, para que el diseño de líneas bases a aplicar en los contratos no creen incentivos perversos que retrasen el desarrollo del proyecto y causen mayores conflictos entre proveedores y el medio ambiente. Adicionalmente, es recomendable plantear una estrategia efectiva para la negociación con los oferentes considerando que los gastos de transacción en los que se deba incurrir, sean montos mucho menores a los costos de implementar el proyecto y a montos de compensación que se vayan a dar a los oferentes del servicio ambiental.

Como mostró el análisis económico sobre costos de oportunidad de la conservación, el enfoque PSA sería bastante exitoso en limitar ciertos usos de suelo como, por ejemplo, la expansión de la ganadería, mientras que los fondos disponibles probablemente no bastarían para limitar otras de mayor rentabilidad como la explotación minera. Se debe entonces pensar no exclusivamente en soluciones compensatorias, sino también en combinar estas con medidas restrictivas del uso del suelo. Teniendo en cuenta que la ciénaga Colombia y su área de influencia tienen todas las condiciones para constituir un área protegida pública de gran relevancia para la conservación de la biodiversidad y para el mantenimiento e incremento de servicios ecosistémicos de gran importancia para el municipio de Cauca.

Por último este trabajo podría ser tomado como un derrotero de referencia para el desarrollo de ejercicios similares y como la base para la implementación de un programa de incentivos por conservación a manera de esquema de pagos por servicios ambientales, el cual está acorde a las metodologías y normatividad del territorio Nacional.

12. REFERENCIAS

Andrade, A., Rivera, M., Caicedo, D., & Camargo, L. F. (2002). Política Nacional para humedales interiores de Colombia. *Estrategias para su conservación y uso racional*. Ministerio del Medio Ambiente. 67 pp.

Chapin F. S., S. R. Carpenter, G. P. Kofinas, C. Folke, N. Abel, W. C. Clark, P. Olsson, D. M. Stafford, B. Walker, O. R. Young, F. Berkes, R. Biggs, J. M. Grove, R. L. Naylor, E. Pinkerton, W. Steffen y F. J. Swanson. (2009). Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology and Evolution* 25 (4): 241-249.

Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. (2006). Plan de manejo ambiental de la Ciénaga de Corrales en el Municipio de Nechí: informe final. Corporación Montañas. 134 pp.

Díaz-Espinosa, A. M., Díaz-Triana, J. E. y O. Vargas (Eds.) (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de restauración ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaria de Ambiente. Bogotá. 248 pp.

ESRI (2011). ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Garzón, N. V. y J. C. Gutiérrez 2013. Deterioro de humedales en el Magdalena Medio: un llamado para su conservación. Fundación Alma e Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá. 145 pp.

Gutiérrez, F. de P. 2006. Estado de conocimiento de las especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 156 pp.

Gutiérrez, F. de P. (2011). Diagnóstico de la pesquería en las cuencas del Sinú y San Jorge. Pp. 75 – 100. En: Lasso, C. A., F. De P. Gutiérrez, M. A. Morales-Betancourt, E. Agudelo-Córdoba, H. Ramírez-Gil y R. E. Ajiaco (Eds.). II Pesquerías continentales de Colombia:

cuencas del Magdalena-Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Guzmán, D., Ruíz, J. & Cadena, M. (2014). Regionalización de Colombia según la estacionalidad de la precipitación media mensual, a través análisis de componentes principales (acp). Grupo de Modelamiento de Tiempo, Clima y Escenarios de Cambio Climático, Subdirección de Meteorología–IDEAM. 54 pp.

Holdridge, L. R. (1967). Life zone ecology. Life zone ecology., (rev. ed.).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE LandCover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. (2012). Informe final producto: metodología consolidada para la elaboración del mapa de ecosistemas. Convenio interadministrativo de asociación No. 015 (MADS) y 011 (IDEAM), de 2012. 87 pp.

Lara, E. (2011). Riqueza y composición de las aves del humedal “Ciénaga Colombia”. *Revista de Ciencias*, 15, 201-207.

Lasso, C. A., F. de P. Gutiérrez & D. Morales-B. (Editores). (2014). X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia, 255 pp.

Londoño, L. A., Horfan, D., Arroyave, J. E. & Longas, D. G. (2007). Sistemas de información geográfica (SIG) y teoría de percolación aplicados al estudio de fenómenos de propagación en epidemiología. *Avances en Sistemas e Informática*, 4(1), 23-32.

Manual de la Convención de Ramsar. Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). 2006. 4a. ed. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza. 124p.

Marín, M., Bravo, J., Sandoval, L., Biamonte, E., Criado, J., (2010). Conservación de los humedales y bienestar humano en Centroamérica. SEO/BirdLife, FUNGAP y Unión de Ornitólogos de Costa Rica. 95 pp.

Ministerio del Medio Ambiente. (1999). Identificación de prioridades de gestión ambiental en ecosistemas de páramos, sabana, zonas áridas y semiáridas y humedales de agua dulce. Geoingeniería. Ltda.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009). Plan de Manejo del Sitio Ramsar Delta del Río Baudó. ISBN: 978-958-8353-12-8. Santiago de Cali. 24 pp.

Montes, C., & Sala, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Revista Ecosistemas*, 16(3).

Naranjo, L., Pérez, G., & de León, E. (1999). *Humedales interiores de Colombia: Bases técnicas para su conservación y uso sostenible*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio del Medio Ambiente. 77 pp.

Rangel, J. Lowy, P., Aguilar, M. (1997). Colombia diversidad biótica II: tipos de vegetación en Colombia. La distribución de los tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, Ministerio del Medio Ambiente, Colombia. P 383-402.

Ruiz-Agudelo, C. (2011). Metodologías para Mecanismos de Conservación en Comunidades Rurales de Colombia, a través de Esquemas de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 7(2), 276-295.

Santiago-Villa, H. (2012). Importancia histórica y cultural de los humedales del borde norte de Bogotá (Colombia). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 167-180.

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010a). Políticas nacionales de humedales, elaboración y aplicación de políticas nacionales de humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, cuarta edición, vol. 2. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010b). Manejo de cuencas hidrográficas: Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 9. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Sierra, R. (2008). Introducción a Aplicaciones de Técnicas Espaciales para la Conservación de la Biodiversidad. En: Introducción al modelamiento cartográfico para planificación para la conservación de la biodiversidad. Universidad Tecnológica de Panamá. 16 pp.

Springate-Baginski, O., D. Allen y W. Darwall (Eds.). (2009). An integrated wetland assesment kit. UICN, Gland. 144 pp.

Tirado, O., Manjarrez, G., & Díaz, C. (2011). Caracterización ambiental de la ciénaga de la quinta localizada en Cartagena de Indias, Colombia, 2009-2010. *Revista UDCA Actualidad&divulgacióncientífica*, 14(2), 131-139.

Tomlin, C. D. (1990). Geographic Information Systems and Cartographic Modeímg. Englewood Cliffs, Prentice Hall, New Jersey.

Velásquez, O., Jiménez, G. & Sepúlveda, M. (2007). Determinación de la calidad ambiental en la ciénaga Colombia. Caucasia-Antioquia-Colombia. *Gestión y Ambiente*, 187-199.

Volpedo, A., Yunes, T., & Fernández, A. (2004). El humedal mixohalino de Bahía Samborombón: conservación y perspectivas. Centro de Estudios Transdisciplinario del Agua, Facultad de Cs Veterinarias Universidad de Buenos Aires. Argentina. Pág.: 12-13.

Wunder, S. (2005). Payments for environmental services: some nuts and bolts (No. CIFOR Occasional Paper No. 42, p. 24p).