

**PRIORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS Y ÁREAS DE
IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA A
TRAVÉS DE MODELOS SIG**

**SHIRLY ALEJANDRA ESPINOSA GUZMÁN
EDWIN DANILO ROMERO RODRÍGUEZ**



**UNIVERSIDAD DE
MANIZALES**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2019**

**PRIORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS Y ÁREAS DE
IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA A
TRAVÉS DE MODELOS SIG**

**SHIRLY ALEJANDRA ESPINOSA GUZMÁN
EDWIN DANILO ROMERO RODRÍGUEZ**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
MANIZALES
2019**

CONTENIDO

	Pág.
1. ÁREA PROBLEMÁTICA.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GENERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. MARCO TEÓRICO	13
4.1. MARCO REFERENCIAL.....	13
4.2. ANTECEDENTES.....	14
5. METODOLOGÍA.....	18
5.1 TIPO DE TRABAJO.....	18
5.2 PROCEDIMIENTO	18
5.2.1 Fase 1. Recolección de Información Secundaria.....	19
5.2.2 Fase 2. Desarrollo del Modelo	19
5.2.3. Fase 3: Análisis Espacial Multicriterio	22
5.2.4. Fase 4: Post-Procesamiento	23
6. RESULTADOS	24
6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y ASIGNACIÓN DE VALORES	24
6.2. MÉTODO DEL PROMEDIO PONDERADO.....	25
6.2.1. Priorización de ecosistemas estratégicos.....	25
6.2.2. Priorización de áreas de importancia ecológica.....	27
6.3. PRIORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS Y AREAS DE IMPORTANCIA ECOLOGICA.....	29
6.4 DISCUSIÓN.....	31
7. CONCLUSIONES.....	32
OBJETIVO GENERAL.....	36

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema Metodológico.....	18
Figura 2. Mapa De Priorización De Ecosistemas Estrategicos.....	26
Figura 3. Mapa De Priorización De Áreas De Importancia Ecologica	28
Figura 4. Mapa De Priorización De Ecosistemas Estrategicos Y Areas De Importancia Ecologica	30

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Porcentaje de ponderación ecosistemas estratégicos.....	24
Tabla 2. Porcentaje De Ponderación Áreas de Importancia Ecológica	24
Tabla 3. Áreas correspondientes a las categorías de priorización de ecosistemas estratégicos	25
Tabla 4. Áreas correspondientes a las categorías de priorización de áreas de importancia ecológica.....	27
Tabla 5. Porcentaje de ponderación para el modelo final.	29
Tabla 6. Áreas correspondientes a las categorías de priorización de ecosistemas estratégicos y áreas importancia ecológica.....	29

GLOSARIO

Aicas: Área Importante para la Conservación de las Aves

Análisis multicriterio: Instrumento que se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, considerando un número variable de criterios, se utiliza para apoyar la toma de decisiones en la selección de la solución más conveniente.

Ecosistemas estratégicos: Aquellos ecosistemas que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país.

Método de promedio ponderado: La herramienta Superposición ponderada aplica uno de los enfoques más utilizados en el análisis de superposición para resolver problemas de varios criterios como la selección de sitios y los modelos de adecuación.

PSA: Pago por Servicios Ambientales

REAA: Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales

RUNAP: Registro único de áreas protegidas

SIAC: Sistema de Información Ambiental Cartográfica

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue identificar y priorizar los ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica del departamento del Tolima, que aún no se encuentren registradas en el RUNAP, esto con el fin de identificar aquellas áreas que presentan alta oferta de servicios ecosistémicos; esto permite que las autoridades ambientales focalicen las acciones tendientes a la conservación y manejo de estos ecosistemas, de igual manera se presenta como una herramienta informativa en la que se podrán identificar aquellos predios donde se pueda implementar pago por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación.

Esto se desarrolló por medio de un análisis espacial multicriterio donde se integran diversas variables, estas variables se determinaron de acuerdo a las establecidas a nivel nacional y regional. Estos modelos fueron evaluados por el método de promedio ponderado, donde se superponen las capas de cada una de las variables establecidas usando una escala de susceptibilidad común y un peso de acuerdo a su importancia. El peso de cada variable se asignó de acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas a 6 expertos en el área de ecología.

Una vez se obtuvo la cartografía correspondiente a mapa de priorización de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica, se determinaron las áreas y porcentajes correspondientes a cada una de las categorías de importancia; donde se encontró que el 49% del área total de departamento se encuentra en categoría de importancia baja, seguida por un 40% de importancia media y 9,8% de importancia alta, esta última categoría se presentó en su mayoría en las partes altas del departamento, donde se encuentra el ecosistemas de bosque alto andino, el cual presenta una gran diversidad de especies además de una prestación de servicios ecosistémicos alta.

PALABRAS CLAVES: Análisis multicriterio, método de promedio ponderado, priorización, ecosistema estratégicos

ABSTRACT

The purpose of this research was to identify and prioritize the strategic ecosystems and valuable ecological areas of Tolima's department, that still have not been registered in RUNAP, this to identify those areas that show an ecosystemic services with a high offer. Allowing that environmental authorities focus on conservation actions and the management of these ecosystems. Likewise, presents as an informative tool that it could identify those properties where it may be implement pay as an exchange for environmental services and others conservation incentives.

The method of this investigation is the multicriteria analysis (MCA) techniques, that integrates different variables, these variables were established in accordance to national and regional variables. These standards were evaluated through weighted averaging method, where it overlaps each of the variables established layers' using a common susceptibility scale and a worth in accordance of its importance. The value of each variable was assigned based in the results of the surveys performed to six experts in ecology area.

Once was obtained the cartography of prioritized strategic ecosystems and high importance ecological areas, were determined the areas and percentages of each one of importance categories, where was found that 49% total area of the department has a low importance category, followed by a 40% in medium importance and 9.8% in high importance, the last category presents a majority in the department's high parts, where it finds an Andean high forest ecosystem, that contains a huge species diversity besides an a high ecosystemic services offer.

KEY WORDS: Multicriteria analysis, weighted averaging method, prioritization, strategic ecosystem

INTRODUCCIÓN

Se entiende como ecosistema estratégico a aquellos ecosistemas que cumplen funciones vitales para el bienestar y desarrollo de la sociedad, por medio de bienes y servicios (Márquez, 1996). A partir de esta definición se puede identificar que el departamento del Tolima cuenta con ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica de gran importancia a nivel nacional, para el caso concreto del departamento del Tolima encontramos el ecosistema de bosque seco tropical que es considerado un ecosistema estratégico debido al endemismo de especies que se presenta allí.

Este trabajo se desarrolla con el fin de priorizar los ecosistemas estratégicos y aquellas áreas de importancia ecológica presentes en el departamento del Tolima, con el fin de identificar las áreas del departamento en donde se puedan desarrollar estrategias de conservación y protección de estos ecosistemas. Actualmente a nivel regional y nacional se viene adelantando pagos por servicios ambientales, esto quedó reglamentado en el decreto ley 870 de 2017 donde se establecen directrices para el desarrollo de estos pagos, así mismo mediante la resolución 097 de 2017 donde se crea el registro único de ecosistemas y áreas ambientales.

El análisis multicriterio (AMC) es definido como “una ayuda de decisión y un instrumento matemático que permite la comparación de alternativas diferentes o argumentos según muchos criterios, a menudo en conflicto, para dirigir al tomador de decisiones hacia una opción justa” (Chakhar y Mousseau, 2007). Entendiendo esto se realizó un análisis multicriterio con el fin de priorizar ecosistemas estratégico y áreas de importancia ecológica, teniendo en cuenta las variables establecidas a nivel nacional y regional.

Con el desarrollo de este trabajo se pretende generar cartografía con información detallada sobre las áreas de importancia ecológica, de tal manera que sirva como instrumento para zonificar aquellas áreas que aún no se encuentran registradas ante el RUNAP

1. ÁREA PROBLEMÁTICA

Uno de los principales problemas ambientales de Colombia es la elevada deforestación, dadas las cifras del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBByC) del IDEAM, en el año 2016 la tasa de deforestación en Colombia aumento un 44% con respecto a la registrada en el 2015, este porcentaje representa 178.597 hectáreas de bosque que sufrieron transformaciones dado a actividades como ganadería, agricultura, incendios, minería ilegal, cultivos ilícitos entre otros.

Debido a estas cifras alarmantes de perdida de cobertura boscosa y el impacto generado al ecosistema, se han planteado estrategias con el fin de incentivar la conservación de los recursos naturales, razón por la cual el ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, apoyado mediante la resolución 097 de 2017 adelanta acciones orientadas al Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales; cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se pueda implementar pago por servicios ambientales, así mismo se establece el pago por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación mediante el decreto 870 de 2017 del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo.

La secretaria de ambiente y gestión del riesgo del departamento del Tolima en convenio con la corporación autónoma regional CORTOLIMA viene adelantando acciones dentro del proyecto por pagos de servicios ambientales, pero aún no se tiene claridad sobre los ecosistemas estratégicos presentes en el departamento y a su vez las familias que pueden verse beneficiadas con estos pagos.

Es necesario establecer una metodología que permita identificar y delimitar estas zonas con ayuda de sistemas de información geográfica, teniendo en cuenta los criterios para definir áreas y ecosistemas estratégicos a nivel nacional planteados por el ministerio de medio ambiente y desarrollo y a nivel regional y local establecidos por las corporaciones autónomas en este caso CORTOLIMA.

Ante esta situación surge el interrogante, ¿cómo identificar y priorizar ecosistemas estratégicos y áreas ambientales presentes en el departamento del Tolima, donde se puedan implementar Pago por Servicios Ambientales?

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar y priorizar las áreas de importancia ecológica y los ecosistemas estratégicos presentes en el departamento del Tolima.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir los criterios para establecer áreas de priorización de ecosistemas estratégicos.
- Desarrollar los modelos en SIG que permita priorizar los ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica.
- Generar información cartográfica de ecosistemas estratégicos.

3. JUSTIFICACIÓN

Este estudio se enfoca hacia la propuesta de una metodología para priorizar los ecosistemas estratégico en el departamento del Tolima, a partir de un análisis multicriterio, que integre diversas variables, dicho resultado puede ser una herramienta para la Corporación y para diversas entidades de carácter Regional y Nacional que desarrollen estrategias de conservación y protección de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica.

Dentro de las estrategias del gobierno a favor de la protección y conservación de los recursos naturales se encuentra la reglamentación del pago por servicios ambientales expuesto en el Decreto Ley 870 de 2017 donde establece las directrices para el desarrollo de los pagos por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación. Teniendo en cuenta la necesidad de establecer estos pagos se crea mediante la RESOLUCIÓN 097 DE 2017, el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales. Que se convierte en una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP).

La corporación CORTOLIMA, ha venido adelantando proyectos de declaratorias de áreas protegidas y actualización en zonificación de paramos y humedales, estos últimos considerados ecosistemas estratégicos de categoría nacional, así como la creación de portafolio de áreas para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima a escala regional 1:100.000, donde los usuarios ejecutarán sus acciones de compensación, según lo establecido en las Resoluciones 2272 y 3349 de 2017 de CORTOLIMA; sin embargo no existe una cartografía con áreas priorizadas exclusivamente para pago por servicios ambientales y posibles futuras declaratorias y registros en RUNAP.

Este estudio se realiza con la finalidad de identificar y priorizar los ecosistemas estratégicos del departamento del Tolima, lo que permite a la corporación CORTOLIMA como autoridad ambiental focalizar las acciones tendientes a la conservación y manejo de estos ecosistemas, así como el pago por servicios ambientales, esta información es fundamental para la toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. MARCO REFERENCIAL

4.1.1. Análisis Espacial Multicriterio

La evaluación Multi-criterio (EMC) o Análisis Multi-criterio (AMC), puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones (Barredo & Gómez, 2005). La finalidad de estas técnicas es investigar un numero de alternativas a partir de múltiples puntos de vista, criterios y objetivos en conflicto (Voogd, 1990). También el objetivo principal es proveer bases para evaluar un numero de alternativas posibles para elegir sobre la base de criterios múltiples (Store & Kangas, 2001)

En cuanto a las técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC), bajo Sistemas de Información Geográfica, según Eastman et al. (1993), en Gutiérrez y Jegat (2011), “la EMC y los Modelos de Decisión Multiobjetivo se fundamentan en la evaluación de un conjunto de alternativas basándose en una serie de criterios. Un método de EMC puede servir para inventariar, clasificar, analizar y ordenar convenientemente una serie de alternativas a partir de criterios que hayamos considerado pertinentes en una evaluación, donde la EMC, se fundamenta en la evaluación de una serie de alternativas basándose en una serie de criterios”.

Los AMC, como herramienta para tomar decisiones, se integran con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y un sistema modelo de dirección de las capacidades, lineamientos y criterios para tomar decisiones. También puede ser definido como un proceso de integra y transforma datos geográficos (mapa de criterio) y juicios de valor (las preferencias del tomador de decisiones e incertidumbre) para obtener la evaluación total de las alternativas de decisión (Borouhshaki y Malczewski, 2008). Es así como la base de datos geográfica y el sistema modelo de decisión multicriterio han sido considerados como los elementos principales de sistemas de apoyo de decisión espacial multicriterio (Malczewski y Jackson, 2000)

4.1.2. Ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica:

Cuando se habla de Ecosistema Estratégico aludiendo a un espacio determinado, se trata en principio de un lugar especial con significados y valores únicos para un determinado grupo social, en un momento dado de su historia (Agudelo, 2010).

Así mismo es posible aproximar otra definición de Ecosistema Estratégico a partir de objetivos conservacionistas, como una porción geográfica, concreta,

delimitable, en la cual la oferta ambiental, natural o inducida por el hombre genera un conjunto 52 de bienes y servicios ambientales, imprescindibles para la población que los define como tales (Agudelo, 2010).

No obstante, la formalización y desarrollo del concepto de Ecosistema Estratégico partió de una amplia consulta y discusión con expertos e interesados en temas ambientales, para obtener una visión de qué se debía entender por Áreas y Ecosistemas Estratégicos. Sobre tal base se desarrollaron el concepto, los criterios y algunas metodologías de identificación de Ecosistemas Estratégicos y se propuso un programa de Ecosistemas Estratégicos (Márquez y Acosta, 1994)

4.2. ANTECEDENTES

Desde el año 2010, la legislación colombiana ha definido varias políticas dirigidas a la conservación de la biodiversidad y los beneficios asociados. Por una parte, la reforma del código minero (hoy declarado inexecutable) prohibió el desarrollo de actividades mineras en los ecosistemas de páramo, determinación que luego fue ratificada y ampliada a la actividad agropecuaria por el Plan Nacional de Desarrollo del periodo 2010-2014. Ello motivó la necesidad de contar con referentes cartográficos unificados para hacer efectivas dichas determinaciones, así como contar con estudios técnicos en aspectos económicos, sociales y ambientales necesarios no solo para la identificación y delimitación del ecosistema, sino para la gestión integral de la biodiversidad en dichos territorios. (<http://www.humboldt.org.co/en/noticias/zona-prensa/item/552-insumos-para-la-delimitacion-de-ecosistemas-estrategicos-paramos-y-humedales>)

Por su parte El Instituto Alexander von Humboldt ha adelantado una agenda de investigación y acompañamiento a las autoridades ambientales del país en la actualización de insumos técnicos pertinentes para la identificación, delimitación y manejo de los páramos. Este proceso tiene sus inicios en los siguientes proyectos:

- GEF Andes
- Proyecto Páramo Andino
- Atlas de Páramo (2007)

La corporación autónoma regional CORTOLIMA ha venido realizando esfuerzos en el proceso de declaratoria de nuevas áreas protegidas en el departamento del Tolima, con el fin de proteger ecosistemas estratégicos proveedores de servicios ecosistémicos. Actualmente el departamento del Tolima cuenta con 52 áreas de protegidas que cubren el 9,3% del departamento (214.800 ha): 48 Reservas Forestales, 3 Parques Nacionales, 1 Reserva forestal Ley 2da Se destacan los Parques Nacionales Naturales de los Nevados, Las Hermosas y Nevado del Huila. Así mismo la secretaria del Ambiente y Gestión del Riesgo viene ejecutando el programa de pago por Servicios Ambientales.

4.2.1. Ecosistemas estratégicos:

En Colombia, una primera acepción de Ecosistema Estratégico remite a las áreas de reserva, tal como se suele llamar en el medio a los parques naturales, distritos integrados para el manejo de los recursos naturales, reservas naturales, santuarios de flora y fauna, y a todo el catálogo producido por el decreto 2811 de 1974 (Agudelo, 2010).

El Decreto 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, puede asociarse el término de Ecosistema Estratégico a las áreas de reserva que se mantienen con el menor grado de alteración posible para la protección de la naturaleza. En el Artículo 327 de dicho código se denomina sistema de parques nacionales al 56 conjunto de áreas con valores excepcionales para el patrimonio nacional que, en beneficio de los habitantes de la nación y debido a sus características naturales, culturales o históricas, se reserva y declara comprendida en cualquiera de las categorías que adelante se enumeran.

El Decreto 2372 DE 2010 ARTÍCULO 29. El cual define como ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS. Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto.

4.2.2. Registro único y áreas protegidas:

RESOLUCIÓN 097 DE 2017, Por la cual se crea el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales y se adoptan otras disposiciones. Que tiene como objeto Créase el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), como una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP).

Lo anterior, sin perjuicio de la aplicación del Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, en otras áreas del territorio colombiano conforme la normatividad que regule la materia.

Decreto 1007 de 2018. «Por el cual se modifica el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015,. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la reglamentación

de los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición y mantenimiento de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto Ley 870 de 2017 y los artículos 108 y 111 de Ley 99 de 1993, modificados por los artículos 174 de la Ley 1753 de 2015 y 210 de la Ley 1450 de 2011, respectivamente»

4.2.3. Priorización de ecosistemas estratégicos

Las metodologías para identificar áreas prioritarias para la conservación tienen diferentes aproximaciones, desde las meramente intuitivas o cualitativas hasta las analíticas cuantitativas (Semarnat, 2006). La investigación se ha centrado, fundamentalmente, en el desarrollo de métodos y modelos cuantitativos específicos para la conservación de la biodiversidad (Ceballos et al., 2009; March et al., 2009; Razola et al., 2006), considerada esta uno de los servicios ecosistémicos más importantes de proteger y que a la vez se conservan otros servicios ambientales relacionados.

Métodos cualitativos. Se basan en análisis simples y se definen, en gran medida, por el juicio de expertos. Desde el punto de vista histórico, estos métodos se han utilizado para la selección de áreas naturales protegidas y prioritarias (Semarnat, 2006); utilizan criterios como el valor escénico del paisaje, los usos recreativos, la presencia o ausencia de aprovechamientos forestales o la disponibilidad del terreno (Ceballos et al., 2009; Conabio et al., 2007; Koleff y Urquiza, 2011; Koleff et al., 2009; Margules et al., 2002; Sánchez et al., 2008). Estos métodos se consideran simples, rápidos, fáciles de aplicar y de costo bajo en comparación con los de tipo cuantitativo. Sin embargo, dado el carácter subjetivo que cada experto utiliza para la definición de las áreas, los resultados pueden volverse irrepetibles e inconsistentes (Semarnat, 2006). Además, presentan gran incertidumbre y un margen de error elevado en las delimitaciones de las áreas prioritarias.

Métodos cuantitativos. Reducen la incertidumbre y la inconsistencia de los resultados mediante diferentes aproximaciones estadísticas; además es factible ejecutar análisis cuantitativos de la información biofísica del área de interés. Con el apoyo de la estadística espacial se pueden generar modelos predictivos de los fenómenos, a diferentes escalas espacio-temporales (Semarnat, 2006). De esta manera, una característica básica de los métodos cuantitativos es la utilización de modelos espaciales estadísticos y de optimización para el procesamiento de sus criterios, aunque también integran en su proceso metodológico técnicas cualitativas como la realización de talleres locales y regionales, la aplicación de encuestas; y la consulta a expertos, entre otros.

4.2.4. Pago por servicios ambientales en el departamento de Tolima

La Gobernación del Tolima a través de la Secretaría del Ambiente y Gestión del Riesgo en convenio con Cortolima ejecuta el Programa de Pago por Servicios Ambientales con el cual se benefician 7 municipios del departamento, en el año 2018 se dio inicio al programa de bancarización de las 45 familias beneficiadas del municipio de Ibagué, sector Cañón del Combeima, este proceso consiste en crear la cuenta bancaria al beneficiario siendo este el medio por el cual recibirán el incentivo, por valores que no superan el salario mínimo de acuerdo a las características establecidas por el programa entre las cuales se encuentra, estrato, nivel de sisben, número de hectáreas poseedoras, entre otras.

El decreto Ley 870 de 2017 establece las directrices para el desarrollo de los pagos por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación que permitan el mantenimiento y generación de servicios ambientales en áreas y ecosistemas estratégicos, a través de acciones de preservación y restauración. Que tiene por objeto establecer las directrices para el desarrollo de los Pagos por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación que permitan el mantenimiento y generación de servicios ambientales en áreas y ecosistemas estratégicos, a través de acciones de preservación y restauración. Este decreto Ley tiene una naturaleza instrumental, en el sentido de que su objeto es facilitar y asegurar la implementación y desarrollo normativo y transversal de los puntos 3,4 y 5 del acuerdo de paz.

5. METODOLOGÍA

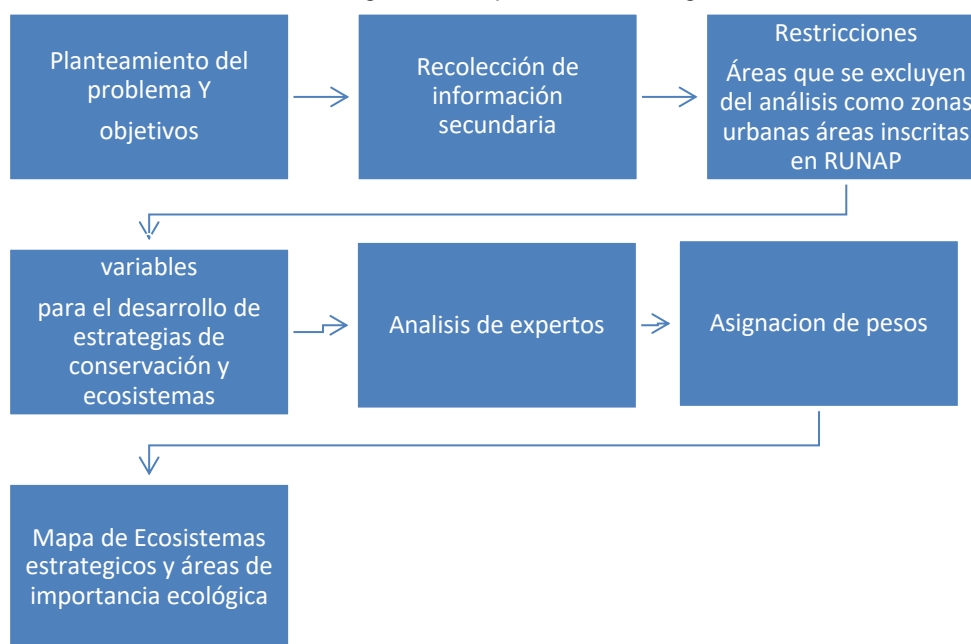
5.1 TIPO DE TRABAJO

El presente estudio es de tipo investigación descriptiva, donde tomamos un estudio de caso en concreto para el departamento del Tolima, con el fin de obtener por medio de herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica que permiten generar información para apoyar la toma de decisiones , una de las formas en las cuales apoyan la toma de decisiones es la integración de los análisis de decisión multicriterio y las capacidades analíticas de los sig (Eastman, 1995; Jankowsdi, 1995; Malczewski et al, 2000)

5.2 PROCEDIMIENTO

A continuación, se presenta el esquema metodológico que se utilizó para la realización de la priorización de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica para el departamento del Tolima, tal como se observa en la **Figura 1**

Figura 1. Esquema Metodológico.



Fuente: Autores 2019

5.2.1 Fase 1. Recolección de Información Secundaria

Se realizaron búsquedas de información cartográfica en la plataforma del SIAC, con el fin de obtener información específica sobre áreas registradas en el RUNAP que serán excluidas dentro del proceso de priorización, de igual manera se solicitó información cartográfica a la corporación autónoma regional del Tolima (CORTOLIMA), en lo concerniente a capas temáticas como prioridades de conservación, paramos, humedales, recurso hídrico, corredores biológicos y zonas priorizadas para conservación por pérdida de biodiversidad generada en el portafolio ambiental para el departamento del Tolima.

5.2.2 Fase 2. Desarrollo del Modelo

Para la determinación de las variables espaciales dentro de AMC, recolección y edición de las variables que será utilizada, los SIG son útiles para la ubicación espacial del área de estudio, organización de la información, representación gráfica del problema de investigación y modelación de resultados del análisis AEMC. La mayoría de la información debe ser transformada a archivos digitales para homogenizar la información que permita adaptar y adecuar dichas variables.

- **Restricciones**

Este trabajo busca establecer áreas para conservación que no se encuentren en el (RUNAP) Registro único de áreas protegidas, parques nacionales naturales (PNN), reservas naturales de la sociedad civil (RNSC) por lo tanto estas áreas serán excluidas y tomadas como restricciones, así como las zonas urbanas y sub-urbanas.

- **Determinación de variables**

Para realizar el Análisis Espacial multicriterio es necesario establecer las diferentes alternativas o variables espaciales que serán objeto de estudio y de valoración. Por medio de estas se puede priorizar los ecosistemas estratégicos y aquellas áreas de gran importancia ambiental. Las variables deben estar asociados a entidades geográficas (Franco, 2011) para asignar su priorización a través de SIG, a partir de resultados de consulta a expertos.

Teniendo en cuenta los criterios ya establecidos a escala nacional en el registro único de ecosistemas y áreas ambientales REAA y los criterios que establece CORTOLIMA escala regional, se determinaron las siguientes variables a tener en cuenta.

- Paramos

- Humedales
- Bosque seco tropical
- Bosque ripario
- Rondas hídricas
- Conectividad ecológica
- Reservas forestales ley 2 de 1959
- Fauna y flora UICN
- AICAS
- Coberturas vegetales Corine Land cover

Áreas de importancia ecológica

Teniendo en cuenta las áreas de importancia ecológica a nivel nacional y regional se tomaron en cuenta 5 criterios.

- **Conectividad:** Definido como la capacidad de conexión entre ecosistemas similares en un paisaje fragmentado que se realiza mediante corredores ecológicos. Por otro lado, la conectividad ha sido definida como la medida en la que el paisaje impide o facilita el movimiento de las especies de un ecosistema, entre los elementos o manchas que lo componen (Taylor et al., 1993).
- **Reservas forestales incluidas en la ley 2:** se incluyen las zonas tipo A, zonas donde se mantienen los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, y las zonas tipo B, las cuales son destinadas al manejo sostenible del recurso forestal.
- **Conservación de aves (AICAS):** se considera como áreas importantes dentro del análisis, ya que son importantes a la hora de priorizar áreas, teniendo en cuenta la relevancia en conservación de especies dentro del marco nacional y global; el programa AICA acoge sitios que son altamente prioritarios para la conservación de las aves y la biodiversidad, considerados "hotspots" irremplazables y potencialmente vulnerables.
- **Especies de flora y fauna amenazadas:** Es importante tener en cuenta las áreas donde se encuentran las especies de flora y fauna que se encuentran en alguna categoría de amenaza con el fin de establecer áreas que requieren de un tratamiento especial para la conservación de dichas especies, esta información fue obtenida de la base de datos de las especies reportadas a nivel regional que se encuentra en la corporación CORTOLIMA.

Una vez determinados los criterios se procedió a realizar el modelo, donde se asignó valor a cada capa a partir de los resultados de las encuestas realizadas a expertos en el área.

Seguidamente se convirtió cada una de estas capas a archivos tipo raster, de esta manera se procede a utilizar el método de promedio ponderado, donde se superponen los mapas raster de cada componente analítica usando una escala de susceptibilidad común y un peso, de acuerdo a su importancia.

El peso dado a cada variable de análisis depende de su importancia en la decisión. Su valor va de 1 al 100%.

Ecosistemas estratégicos

Se tomaron en cuenta 4 criterios que son considerados como ecosistemas estratégicos a nivel nacional, a continuación, se presenta cada uno de ellos.

- **Ecosistema de Paramos:** Estos ecosistemas son de gran importancia, reconocidos como fabricas del agua de la tierra, hábitat rica en biodiversidad. Pombo et. al. (1989) , consideró al páramo como una unidad ecológica de gran importancia para la regulación de los flujos de agua, pues debido a su constitución es capaz de retener en sus suelos hidromórficos grandes volúmenes de agua y controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas.
Según Rangel (2000) , una definición integradora quizás pueda resumirse así: "la región de vida paramuna comprende las extensas zonas que coronan las cordilleras entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Está definida como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana".
- **Humedales:** Los humedales son de gran importancia ambiental ya que sirven como sumideros de carbono al capturar gases de efecto invernadero generados en el planeta, además de esto están asociados a la estabilización y regulación de la cantidad y calidad del agua. Esta capa de información se obtuvo a partir de la cartografía existente en la corporación, donde se encuentran los humedales identificados y delimitados para todo el departamento.
- **Bosque seco tropical:** este hace parte de unos de los ecosistemas estratégicos declarados por el ministerio del medio ambiente, esto debido a la tasa de deforestación del 65% que presentan estos bosques gracias al incremento de la frontera agrícola. El bosque seco tropical tiene una biodiversidad única de plantas y animales que se adaptan a estas condiciones por tanto se presenta un elevado grado de endemismo, el BST presta además servicios fundamentales para las comunidades

humanas como la regulación hídrica, la retención de suelos, y la captura de carbono que regula el clima y la disponibilidad de agua y nutrientes. Finalmente, los bosques secos suministran especies de leguminosas forrajeras, ornamentales y frutales importantes para el sustento y el bienestar de los pobladores aledaños a ellos.

- Rondas hídricas: Según La Guía para el Acotamiento de las Rondas hídricas de los Cuerpos Agua de acuerdo a lo establecido en el artículo 206 de la ley 1450 de 2011 también se detalla como: "zonas o franjas de terreno aledañas a los cuerpos de agua que tienen como fin permitir el normal funcionamiento de las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas y ecosistémicas propias de dichos cuerpos de agua". estos ecosistemas son de gran importancia ya que son proveedores de servicios ecosistémicos, actualmente es considerado un ecosistema estratégico a nivel nacional por tal motivo se tomó en cuenta dentro de los criterios para la priorización.

Encuesta a expertos

Se diseñó una encuesta virtual a través de la herramienta formularios google. Esta encuesta va dirigida a profesional en el campo de ecología y experiencia en temas de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica; en esta encuesta se les interrogó a cerca de la importancia de las variables ambientales y espaciales como insumos para la identificación de áreas prioritarias. Se les solicitó asignar pesos a cada una de estas variables, con el fin de posteriormente ponderarse en una escala porcentual (0% a 100%) teniendo en cuenta su grado de importancia. Es decir, a la variable que se considere más importante se le asignará un mayor valor. Esta encuesta se puede evidenciar en el anexo 1.

5.2.3. Fase 3: Análisis Espacial Multicriterio

Para desarrollar el Análisis Espacial Multicriterio, se integraron las diferentes variables seleccionadas siguiendo una estructura jerárquica, a través de varios métodos de análisis de cada una de ellas. Al finalizar se debe obtener un modelo que nos muestre las áreas priorizadas en el departamento del Tolima.

Con el fin de facilitar el tratamiento con las capas de las variables requeridas para el análisis multicriterio, se realizó un pre-tratamiento con la información proporcionada, donde se agruparon según la temática.

Luego de ser analizado cada uno de los submodelos se creó un modelo conceptual resultante para la aplicación de la metodología del análisis multicriterio. Estos modelos fueron evaluados por el método de promedio ponderado, donde se superponen los mapas raster obtenido anteriormente de cada uno de los criterios

establecidos, usando una escala de susceptibilidad común y un peso de acuerdo a su importancia.

La superposición ponderada aplica uno de los enfoques más utilizados en el análisis de superposición para resolver problemas de varios criterios como la selección de sitios y los modelos de adecuación.

Esta herramienta combina los siguientes pasos:

- Reclasifica los valores en los rásteres de entrada en una escala de evaluación común de adecuación o preferencia, riesgo, o algo similar a una escala unificadora.
- Multiplica los valores de celda de cada ráster de entrada por el peso de importancia de los rásteres.
- Suma los valores de celda resultantes para producir el ráster de salida

Para el cálculo de la susceptibilidad por componente, la ecuación (1) viene dada por:

$$S_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i \cdot P_i) \quad (1)$$

Dónde: S_p : Susceptibilidad ponderada

X_i : Variable analítica

P_i : Peso de la variable

n : Número de variables

El peso dado a cada variable de análisis depende de su importancia en la decisión. Su valor va de 1 al 100%.

A los subcriterios ya analizados anteriormente se les asignó nuevamente un valor o grado de importancia, de acuerdo a los conceptos de los expertos encuestados.

5.2.4. Fase 4: Post-Procesamiento

En esta última fase se da respuesta a la pregunta de investigación planteada, y a su vez dar respuesta a los objetivos planteados en el proyecto.

6. RESULTADOS

6.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES Y ASIGNACIÓN DE VALORES

Una vez identificados las variables a tener en cuenta para la priorización de áreas de importancia ecológica y ecosistemas estratégicos, ya sean de carácter nacional o regional establecidos por CORTOLIMA, se les asignó un valor de importancia, este se asignó según los resultados de las encuestas realizadas a expertos en el área de ecología y ecosistemas del país.

Para el caso de ecosistemas estratégicos se tuvieron en cuenta las variables establecidas a nivel nacional como humedales, paramos, bosque seco tropical, rondas hídricas y se tomó en cuenta el mapa de coberturas de la tierra Corine Land Cover para el departamento del Tolima, este último se dio un valor diferente a cada una de las coberturas teniendo en cuenta la importancia de cada una de ellas, acorde con la **Tabla 1**

Tabla 1. Porcentaje de ponderación ecosistemas estratégicos

ECOSISTEMAS	VALOR
Humedales	20
Paramos	20
Bosque seco tropical	20
Rondas hídricas	25
Coberturas vegetales	15

Fuente: Autores 2019

La **Tabla 2** presenta las variables a tener en cuenta en el caso de áreas de importancia ecológica, son aquellas que se encuentran dentro de la normatividad de la Corporación autónoma regional del Tolima CORTOLIMA, entre estas se encuentra las áreas de conectividad ecológica, reservas forestales ley 2 de 1959, áreas donde se han identificados especies en algún grado de amenaza y las áreas importantes para la conservación de las aves.

Tabla 2. Porcentaje De Ponderación Áreas de Importancia Ecológica

ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA	VALOR
Conectividad ecológica	25
Fauna y flora amenazada	25
Reservas forestales ley 2	30
Áreas importantes para la conservación de aves	20

Fuente: Autores 2019

6.2. MÉTODO DEL PROMEDIO PONDERADO

Una vez seleccionadas las variables y asignados los pesos a cada una de ellas se tomaron los archivos tipo vector con la información correspondiente y se convirtieron a archivos tipo raster, con la utilización de “Polygon to raster” del software de sistemas de información geográfica ArcGis.

6.2.1. Priorización de ecosistemas estratégicos

Como se mencionó anteriormente cada una de estas variables se separaron según sean de carácter nacional o regional, para el caso de ecosistemas estratégicos de carácter nacional, una vez obtenidos los archivos tipo raster de las 5 variables a tener en cuenta se utilizó la función “weighted overlay” donde se ingresaron los datos de ponderación ya asignados según concepto de expertos. Como resultado de este procedimiento se obtuvo la

Figura 2, el mapa de priorización para ecosistemas estratégicos.

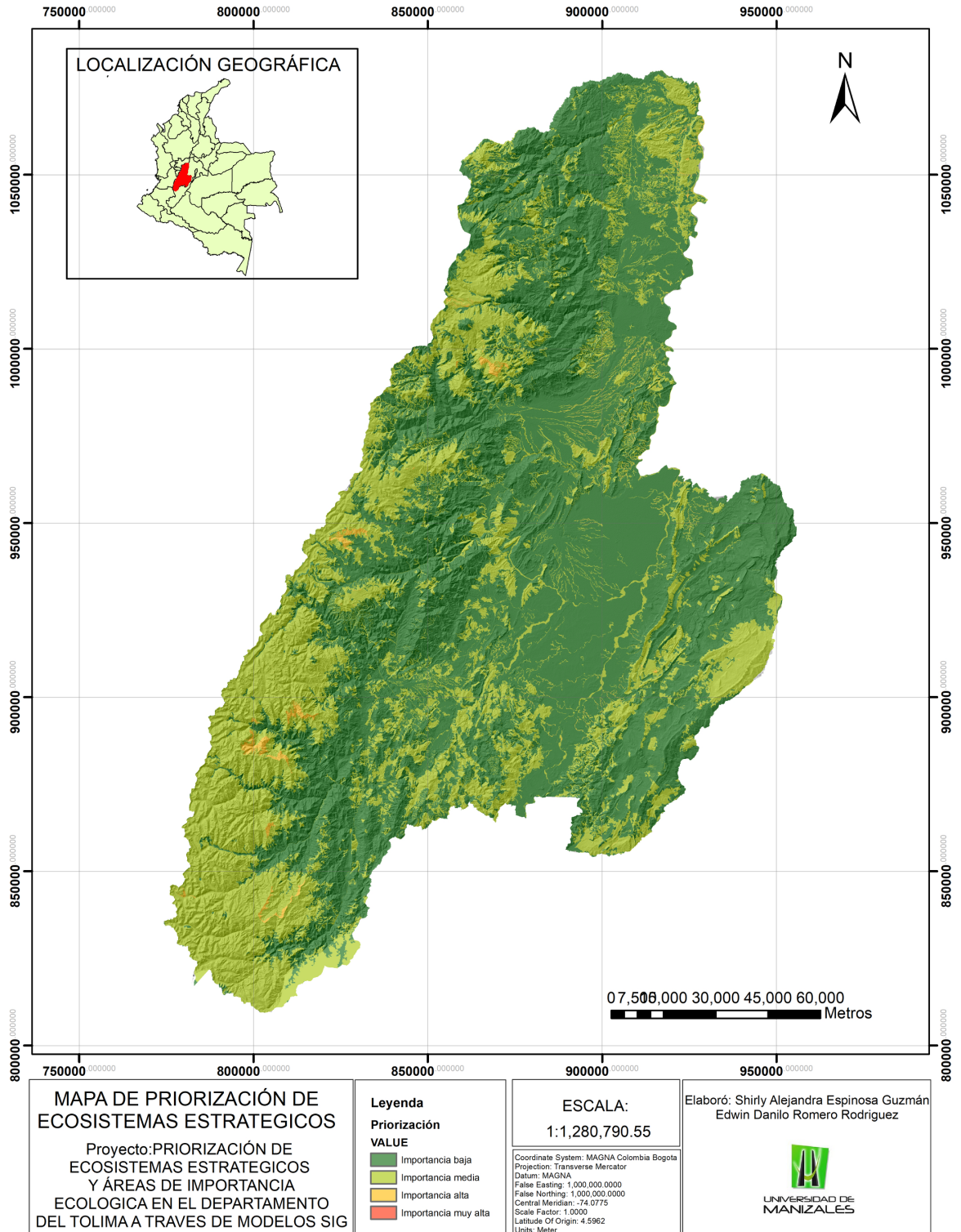
A continuación, se presentan las áreas correspondientes a cada una de las categorías de priorización de ecosistemas estratégicos, detalladas en la **Tabla 3**

Tabla 3. Áreas correspondientes a las categorías de priorización de ecosistemas estratégicos

CATEGORÍA	ÁREA HA	%
Importancia baja	1537528.59	63.71
Importancia media	858476.336	35.57
Importancia alta	17328.7751	0.72
Importancia muy alta	3.767556	0.00
TOTAL	2413337.47	100.00

Fuente: Autores 2019

Figura 2. Mapa De Priorización De Ecosistemas Estratégicos



Fuente: Autores 2019

6.2.2. Priorización de áreas de importancia ecológica

Para el caso de las áreas de importancia ecológica se utilizó la misma metodología que para el mapa de priorización de ecosistemas estratégicos, una vez se tuvieron las 4 capas de las variables a tener en cuenta se convirtió de archivo tipo vector a raster, seguidamente se utilizó la función “weighted overlay”, donde se ingresan los valores de ponderación a cada una de las variables, esto nos da como resultado el mapa de priorización de áreas de importancia ecológica tipo raster como se observa en la

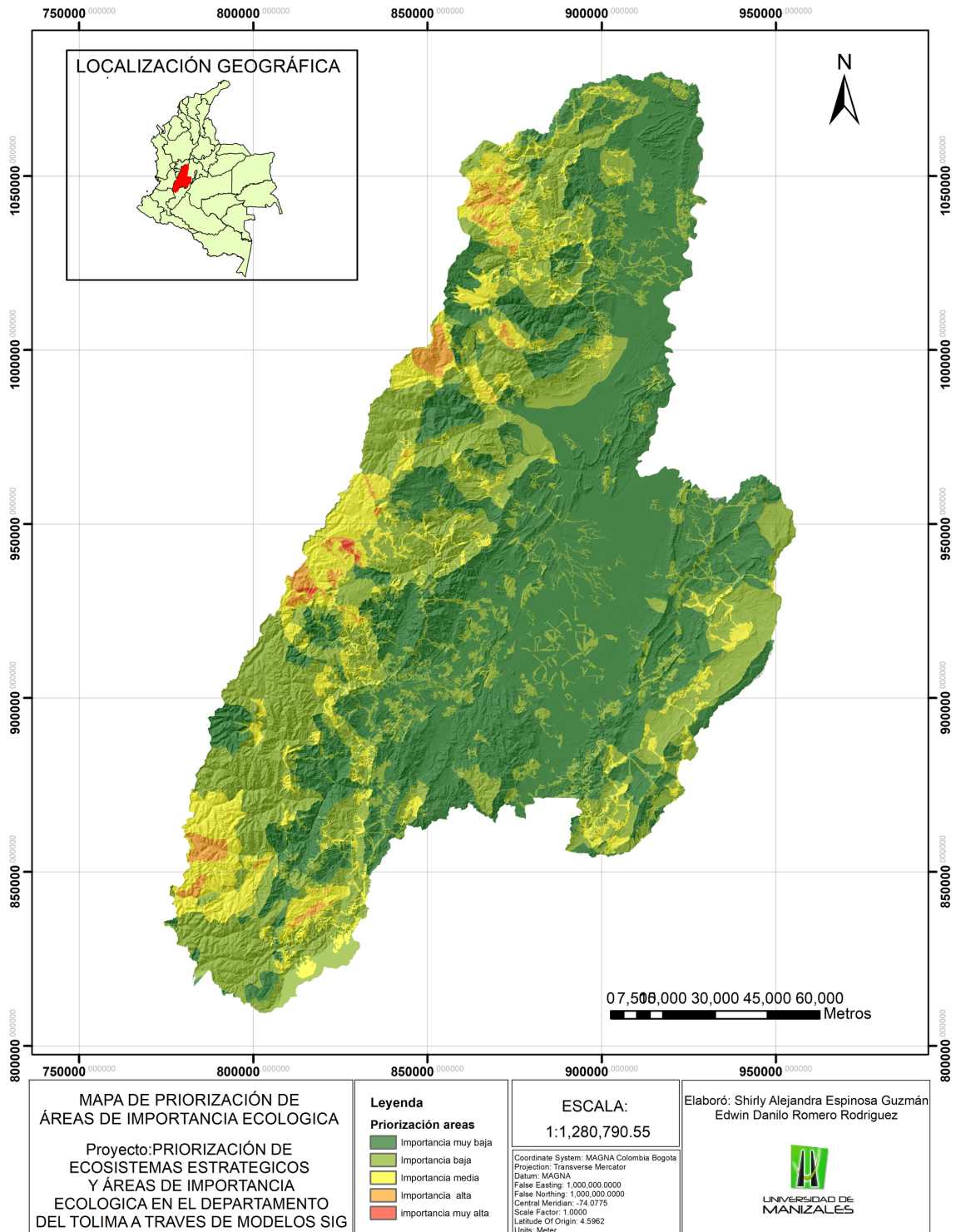
Figura 3 . Con el fin de obtener datos de áreas y porcentajes pertenecientes a cada una de las categorías convertimos este archivo raster a polígono como se puede observar en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Áreas correspondientes a las categorías de priorización de áreas de importancia ecológica.

CATEGORÍA	ÁREA HA	%
Importancia baja	1195135.18	49.51
Importancia media	897098.936	37.17
Importancia alta	273381.37	11.33
Importancia muy alta	48146.0883	1.99
TOTAL	2413761.57	100.00

Fuente: Autores 2019

Figura 3. Mapa De Priorización De Áreas De Importancia Ecológica



Fuente: Autores 2019

6.3. PRIORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y ÁREAS DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Con el fin de obtener el producto final de este proyecto se tomaron los mapas de priorización de ecosistemas estratégicos y el mapa de áreas de importancia ecológica que se obtuvieron con el método de promedio ponderado; de esta manera se asignó nuevamente un grado de valor a cada uno de estos mapas según su importancia como se puede observar en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Porcentaje de ponderación para el modelo final.

MAPA	VALOR
Ecosistemas estratégicos	60
Áreas de importancia ecológica	40

Fuente: Autores 2019

Con la ayuda del software Arcgis y la función “weighted overlay”, se obtuvo en mapa resultante con la priorización de áreas de importancia ecológica y ecosistemas estratégicos para el departamento del Tolima, de igual manera se agregó la capa con las restricciones que son aquellas áreas que ya se encuentran registradas en el RUNAP como se evidencia en la **Figura 4**

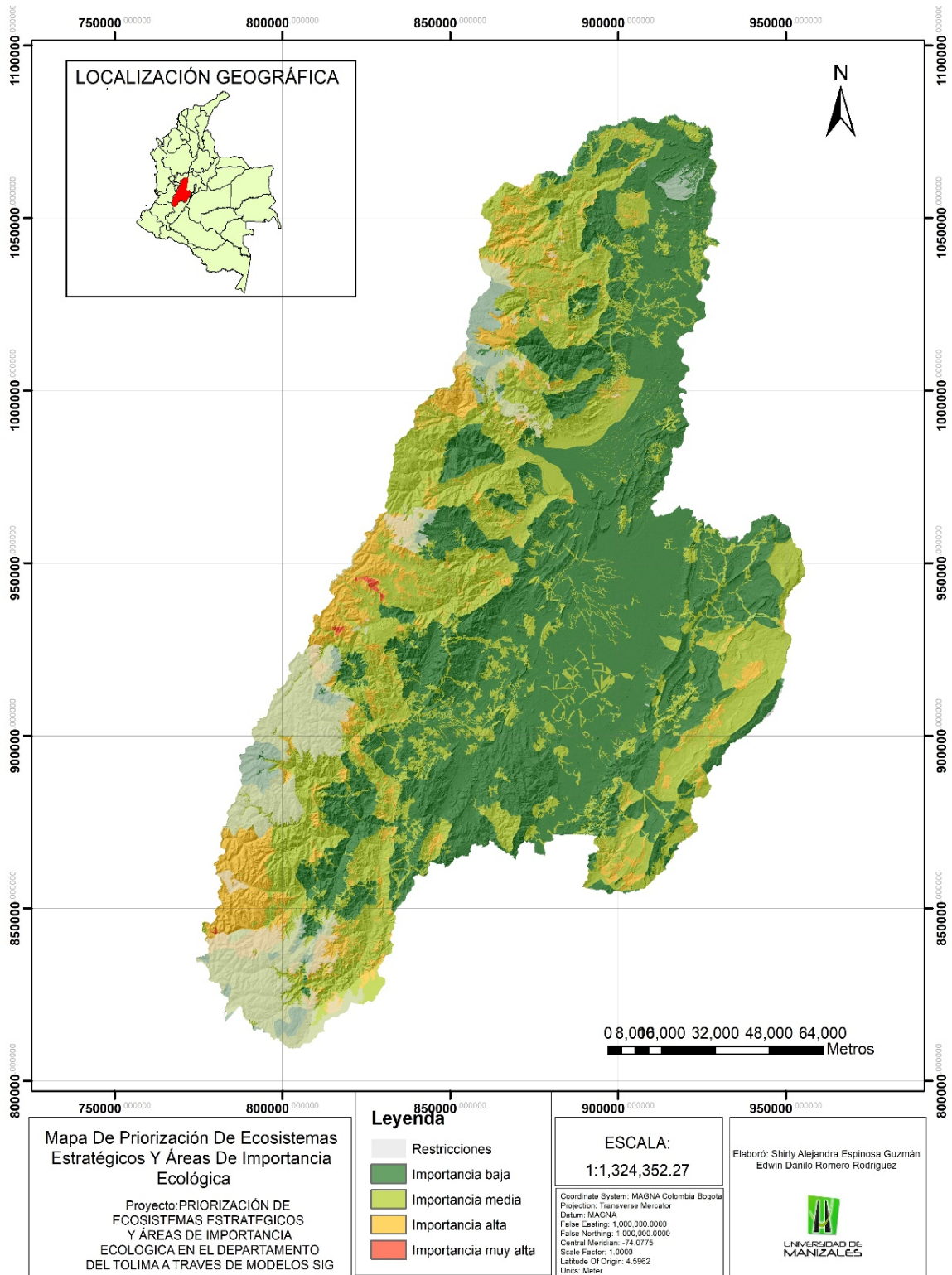
El mapa tipo raster que se obtuvo del procedimiento anterior se convirtió a un archivo tipo vector con el fin de conocer las áreas pertenecientes a cada una de las categorías de análisis, donde nos arrojó los siguientes resultados que se muestran en la **Tabla 6**

Tabla 6. Áreas correspondientes a las categorías de priorización de ecosistemas estratégicos y áreas importancia ecológica.

CATEGORÍA	ÁREA HA	%
Importancia baja	1130901	46.9
Importancia media	817401.31	33.9
Importancia alta	200292.22	8.3
Importancia muy alta	2163.133	0.1
Restricciones	262600.707	10.9
TOTAL	2413358.37	100

Fuente: Autores 2019

Figura 4. Mapa De Priorización De Ecosistemas Estratégicos Y Áreas De Importancia Ecológica



Fuente: Autores 2019

6.4 DISCUSIÓN

Los resultados nos muestran un 49% dentro de la categoría de importancia baja, seguido por importancia media representado por un 40%, esto nos demuestra que gran parte del territorio del departamento del Tolima presenta coberturas de tipo agrícola y pecuaria. La categoría de importancia alta y muy alta representada con el 9,8 y 0,09% respectivamente se encuentra en su mayoría al lado occidente del departamento, esta zona del departamento se encuentra ocupada por coberturas boscosas, específicamente bosque alto andino que es de gran importancia ecológica debido a las especies de flora y fauna que encuentran en este tipo de ecosistemas, a esto se suma que a este costado del departamento se encuentra el ecosistema de paramo.

El portafolio de áreas para la conservación y compensación por pérdida de biodiversidad del Tolima a escala regional 1:100.000 (CORTOLIMA, 2017), el cual presenta información cartográfica de priorización de unidades hidrológicas para el departamento, presenta resultados similares a los del presente estudio; la prioridad alta se presentó en las unidades hidrológicas asociadas a las zonas altas del departamento, que se caracterizan por presentar una complejidad ecosistémica teniendo en cuenta que se encuentran ecosistemas raros, alta remanencia y buen contexto paisajístico, así mismo son unidades hidrológicas que presenta alta prestación de servicios ecosistémicos, para este caso se presentó un total del 30% del área total del departamento, muy diferente a la registrada en este estudio, esto se debe a que la priorización se realizó con diferentes criterios, además que se priorizó cada una de las unidades hidrológicas “microcuencas” por separado. La prioridad media se ve representada en un 31%, cifra similar a la que nos arrojó la priorización del presente estudio con un 40%, estas áreas se caracterizan por alta presencia de especies prioritarias para la conservación y media complejidad hídrica; finalmente las áreas con prioridad baja se localizan en las zonas aledañas al valle del río Magdalena, donde se presenta baja complejidad ecosistémica y poca presencia de especies prioritarias para la conservación.

7. CONCLUSIONES

- En esta investigación se alcanzó el objetivo general de priorizar los ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica para el departamento del Tolima, utilizando la opinión de expertos en el tema, lo que nos permitió reconocer que tipo de ecosistema es de mayor relevancia y a su vez mayor proveedor de servicios ecosistémicos.
- Las variables a utilizar fueron 9, estas variables estuvieron determinadas de acuerdo a criterios establecidos por el ministerio de medio ambiente a nivel nacional y por otra parte aquellas áreas que son de gran importancia ecológica según la corporación de la región CORTOLIMA.
- Al análisis multicriterio y los sistemas de información geográfica, permite tomar eficazmente diversos problemas de carácter ambiental y territorial; el método que se utilizó fue el de superposición ponderada donde se superponen los mapas raster obtenido de cada uno de los criterios establecidos, usando una escala de susceptibilidad común y un peso de acuerdo a su importancia.
- Por medio de este proyecto se generó cartografía de áreas prioritarias de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica, que sirve como herramienta a la hora de toma de decisiones por parte de autoridades ambientales, en cuanto a futuras declaraciones de áreas protegidas, así mismo se considera una herramienta útil para autoridades como secretaria de medio ambiente del departamento, teniendo en cuenta el pago por servicios ambientales que se encuentra ejecutando actualmente y del cual se verá beneficiada la comunidad.

8. RECOMENDACIONES

- Las variables que se tomaron en cuenta para realizar el análisis multicriterio de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica pueden variar según la región, es decir estas variables pueden ser no válidas para otros departamentos, por tal razón se recomienda identificar previamente las características de los ecosistemas y las áreas de importancia ecológica a nivel municipal y regional.
- Debido a la heterogeneidad de los ecosistemas del país, se recomienda analizar los criterios de priorización de manera regional o municipal, de esta manera la identificación de áreas será más específica.

BIBLIOGRAFÍA

Agudelo, L.C. (2010). La ciudad sostenible: dependencia ecológica y relaciones regionales; un estudio de caso en el área metropolitana de Medellín, Colombia. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Ceballos, G., E. Díaz P., H. Espinosa, O. Flores V., A. García, L. Martínez, E. Martínez M., A. Navarro, L. Ochoa, I. Salazar y G. Santos B. 2009. Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México. In: Sarukhán, J. (coord.). Capital natural de México vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, D.F., México. pp. 575-600.

CORTOLIMA - Universidad del Tolima. 2007. Plan General de Ordenación Forestal para el Departamento del Tolima. Ibagué.

CORTOLIMA. 2017. Resolución 2272 (6 de julio de 2017) Por medio del cual adopta el portafolio de áreas prioritarias para la conservación de la biodiversidad como herramienta para la asignación de compensaciones ambientales obligatorias en el Departamento del Tolima". Ibagué.

CORTOLIMA. 2017. Resolución 3349 (5 de octubre de 2017) Por medio de la cual se adoptan transitoriamente los lineamientos para establecer las medidas de compensación por pérdida de biodiversidad para los tramites ambientales de competencia de CORTOLIMA. Ibagué

Eastman, JR., 1995. Raster procedures for multi-criteria/multiobjective decisions. Photogrammetric Eng. Remote Sensing. 61 (5): 539-547.

Franco, P.C. 2011. Desarrollo de un modelo basado en Análisis Espacial Multicriterio para la determinación de unidades de Ordenación forestal. Caso departamento de Casanare 6,51p.

Márquez, G, Acosta, L. A.,1995. Programa Ecosistemas Estrategicos. En: IDEA, 1995. La política ambiental del plan nacional de desarrollo 1994- 1998. Documentos de base. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Malczewski, J. y Jackson, M, 2000. Multicriteria spatial allocation of educational resources: an overview. Journal socio-Economic Planning Sciences. 34:219-235.

March, I. J., M. A. Carvajal, R. M. Vidal, J. E. San Román y G. Ruiz. 2009. Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad. In: Sarukhán, J. (coord.), Capital natural de México vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio México, D.F., México. pp. 545-573

Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. 2017 Resolución 0097 (21, Enero, 2017) Por la cual se crea el registro Único de ecosistemas y áreas ambientales y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. 2017 Decreto 870 (25, mayo, 2017) Por el cual se establece el Pago por Servicios Ambientales y otros incentivos a la conservación. Bogotá D.C.

Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible. 2010. Decreto 2372 (1 julio, 2010). Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.

Pizano, C y H, Garcia 2014. El bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Invenstigaciones de Recursos Biologicos Alexander Von Humboldt (IAvH) Bogotá, D., Colombia. 241 p

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 2811/ 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

Razola, I., J. M. Rey B., E. de la Montaña y L. Cayuela L. 2006. Selección de áreas relevantes para la conservación de la biodiversidad. Ecosistemas 15 (2):34-41.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2006. Métodos para identificar áreas prioritarias de conservación de la biodiversidad para el ordenamiento ecológico. In: SEMARNAT. Manual del proceso de ordenamiento ecológico. México, D. F., México. pp. 223-254.

Store, R., & Jokimaki, J. (2003) A GIS- based multi-scale approach to hábitat suitability modeling, 169, 1-15. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(03\)00203-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(03)00203-5)

Voogd, 1990. Multicriteria evaluatio in physical planning. North Holland Publ , Amsterdam.

ANEXO 1
**PRIORIZACIÓN DE ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS Y ÁREAS DE
 IMPORTANCIA ECOLÓGICA EN EL DEPARTAMENTO DEL TOLIMA A
 TRAVÉS DE MODELOS SIG**

OBJETIVO GENERAL

Identificar y priorizar las áreas de importancia ecológica y los ecosistemas estratégicos presentes en el departamento del Tolima.

Cordial saludo,

Estimado colega, me permito solicitar su colaboración al responder la siguiente encuesta que ha sido realizada con el fin de determinar la idoneidad de algunas variables espaciales, relacionadas con la identificación de ecosistemas estratégicos y áreas de importancia ecológica. Aunque el ministerio de medio ambiente establece algunos ecosistemas estratégicos y áreas de importancia, es necesario establecer pesos de importancia de cada una de estas variables y así identificar aquellas áreas que por sus condiciones se debe priorizar y en las cuales se pueden establecer medidas de protección.

A continuación, encontrará una tabla con las variables ya establecidas, la cual usted debe asignar pesos a cada una de estas en una escala porcentual de 0% a 100% teniendo en cuenta su grado de importancia, es decir a las que usted considere de menos importancia se le asignará un valor menor, la suma de los pesos debe sumar 100.

	Peso%	Variable	Peso %	Comentario
Ecosistemas Estratégicos		Humedales		
		Paramos		
		Bosque seco tropical		
		Coberturas vegetales		
		Rondas hídricas		
Áreas de importancia ecológica		Conservación de aves (AICAS):		
		Especies de flora y fauna amenazadas		
		Reservas forestales incluidas en la ley 2		

		Conectividad		
--	--	--------------	--	--