

**IDENTIFICACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS DEL MUNICIPIO LA
CALERA**

**AUTORES
ÁNGELA PAOLA FAJARDO GÓMEZ
NATALIA GUTIÉRREZ MORALES**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ
2019**

**IDENTIFICACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS DEL MUNICIPIO LA
CALERA**

**AUTORES
ANGELA PAOLA FAJARDO GÓMEZ
NATALIA GUTIÉRREZ MORALES**

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

**LILIANA SALAZAR LÓPEZ
BIÓLOGA Msc.
DIRECTORA DE TESIS**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ
2019**

Contenido

1.	RESUMEN	11
2.	INTRODUCCIÓN.....	13
3.	OBJETIVOS.....	14
3.1.	Objetivo general.....	14
3.2.	Objetivos específicos	14
4.	MARCO DE REFERENCIA.....	15
4.1.	Delimitación del área de estudio	15
4.2.	Marco Teórico	17
4.2.1.	Ecosistemas de áreas protegidas	18
4.2.2.	Servicios ecosistémicos	19
4.2.3.	Ecosistemas proveedores de los servicios ambientales	20
4.2.4.	Estructural ecológica principal.....	22
4.2.5.	Capacidad de uso del suelo.....	22
4.2.6.	Conectividad ecológica	24
4.2.7.	Calidad ambiental	24
4.2.8.	Ecosistemas vulnerables	24
4.2.9.	Estructura Ecológica Principal (EEP).....	25
4.2.10.	Corredores ecológicos.....	25
5.	METODOLOGÍA	26
5.1.	FASE I: Aprestamiento.....	27
5.2.	FASE II. Delimitación del área y análisis de la cartografía.....	27
5.3.	FASE III. Síntesis diagnóstica	27
5.3.1.	Identificación de los ecosistemas	28
5.3.2.	Selección de puntos de muestreo.....	28
5.4.	FASE IV. Diseño experimental	29
5.4.1.	Trabajo de campo	30
5.5.	FASE V. Identificación de las características ecológicas de los ecosistemas objeto de evaluación	30
5.6.	FASE VI. Identificación de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación	31

5.7.	FASE VII. Valoración de los ecosistemas estratégicos presentes en el área de estudio...	32
6.	DESARROLLO CENTRAL	34
6.1.	DIAGNÓSTICO DE LOS ECOSISTEMAS: ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL Y CONECTIVIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
6.1.1.	Síntesis diagnóstica	34
6.1.2.	Identificación de ecosistemas que hacen parte de la estructura ecológica principal 48	
6.1.3.	Conectividad del área de estudio.....	50
6.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS OBJETO DE EVALUACIÓN	52
6.3.	VALORACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO 59	
7.	IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO DEL PROYECTO.....	65
8.	CONCLUSIONES.....	66
9.	RECOMENDACIONES.....	67
10.	BIBLIOGRAFIA.....	69
11.	ANEXOS	73

Lista de figuras

Figura 1. Mapa delimitación del municipio La Calera.....	15
Figura 2. Mapa estructura ecológica principal del municipio La Calera.....	16
Figura 3. Fases de la metodología.....	27
Figura 4. Plano de uso recomendado del suelo rural.....	28
Figura 5. Mapa ubicación de puntos de muestreo.....	29
Figura 6. Mapa de uso potencial del suelo.....	34
Figura 7. Mapa de uso actual del suelo.....	36
Figura 8. Cobertura vegetal del municipio La Calera.....	37
Figura 9. Mapa de conflicto de uso.....	39
Figura 10. Mapa de suelos de protección.....	42
Figura 11. Mapa de conectividad.....	49
Figura 12. Mapa de ecosistemas estratégicos.....	63

Lista de tablas

Tabla 1. Servicios ecosistémicos.....	20
Tabla 2. Climatología del municipio de La Calera.....	33
Tabla 3. Clasificación de la vegetación del municipio de La Calera.....	45
Tabla 4. Ecosistemas objeto de evaluación.....	47
Tabla 5. Síntesis de la matriz de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del Municipio.....	51
Tabla 6. Evaluación servicios ambientales del municipio.....	53
Tabla 7. Análisis de servicios ecosistémicos.....	54
Tabla 8. Síntesis de la matriz de biodiversidad de ecosistemas estratégicos del municipio.....	58
Tabla 9. Síntesis de la matriz de demanda de ecosistemas estratégicos del municipio.....	59
Tabla 10. Síntesis de la matriz de oferta de ecosistemas estratégicos del municipio.....	59
Tabla 11. Síntesis de la matriz de riesgos de ecosistemas estratégicos del municipio.....	60
Tabla 12. Síntesis de la matriz de área geográfica de ecosistemas estratégicos del municipio.....	60
Tabla 13. Matriz de evaluación integral.....	61

GLOSARIO

ÁREA PROTEGIDA: Un área protegida es un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados.

BIODIVERSIDAD: La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este reciente concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

BIOMASA: La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y deshechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

BOSQUE ALTO- ANDINO: Los bosques alto andinos son ecosistemas que albergan importantes muestras de la biodiversidad, constituyen el hábitat de numerosas especies y cumplen importantes funciones, entre éstas, la regulación hídrica.

CAPACIDAD DE USO DEL SUELO: La Capacidad de uso de los suelos es una clasificación técnica interpretativa basada en los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo, y que tiene por objeto agrupar a los suelos existentes en Clases de Capacidad de Uso, para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos propios de una zona, además de indicar las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos.

COBERTURA VEGETAL: La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomásas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales

CONECTIVIDAD ECOLÓGICA: La conectividad ecológica es la propiedad del paisaje que hace posible el flujo de materia, energía y organismos, entre diversos ecosistemas, hábitats o comunidades.

CONFLICTO DE USO DE SUELO: Se define como la magnitud de la diferencia existente entre la oferta productiva del suelo y las exigencias del uso actual del mismo; tales diferencias se definen como conflictos.

DIAGNÓSTICO: El diagnóstico es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer, para establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos.

ECOSISTEMA: El ecosistema es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

ECOSISTEMA ESTRATÉGICO: Son aquellos que proveen bienes y servicios ambientales: aire, agua, energía, materias primas, equilibrio ecológico, prevención de riesgos, biodiversidad. Son esenciales para la continuidad de procesos productivos, la calidad de vida de la población, el equilibrio ambiental, la prevención de riesgos y la conservación de la biodiversidad

ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL: Como la red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible.

PÁRAMO: Las regiones de páramos son ecosistemas de montaña al encontrarse en una altitud que varía desde los 3100 metros hasta incluso los 5000 metros sobre el nivel del mar. En el páramo predomina la vegetación de tipo arbusto o matorral, por eso también son llamados *regiones de matorral de montaña*

RESERVA FORESTAL: La reserva forestal o natural es un terreno que se encuentra protegido por el Estado, ya que posee gran importancia para la vida silvestre, flora o

la fauna del país, al mismo tiempo que ofrece al hombre la oportunidad de realizar investigaciones en pro a la conservación de las especies.

RONDAS HÍDRICAS: Las rondas hídricas, son consideradas como una zona ribereña, en donde se dan interacciones, entre los medios terrestre y acuático, es decir, son las franjas adyacentes a los cuerpos de agua, ya sean naturales o artificiales, que estén en movimiento o no.

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: Estos servicios son aquellos beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Esos beneficios pueden ser de dos tipos: directos e indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones de agua y alimentos (servicios de aprovisionamiento), o la regulación de ciclos como las inundaciones, degradación de los suelos, desecación y salinización, pestes y enfermedades (servicios de regulación).

USO POTENCIAL DEL SUELO: Es una representación de las condiciones ambientales, en especial de las condiciones del suelo, consideradas como factores limitantes del uso agrícola, pecuario, forestal, de conservación y urbano, al que puede destinarse un determinado espacio geográfico.

1. RESUMEN

Este estudio se fundamentó en la identificación de los ecosistemas estratégicos del municipio de La Calera en Cundinamarca, el cual se encuentra constituido por diversos ambientes naturales, que deben ser objeto de clasificación, priorización, valoración y evaluación para identificar el estado actual, la potencialidad y la dependencia de las comunidades sobre los ecosistemas. La importancia de este proyecto radica en la utilidad que tiene para establecer la gestión ambiental sobre las prioridades de los ecosistemas, el valor, el manejo sostenible y la necesidad de la conservación de estos, ya que las problemáticas ambientales han incrementado por los extensos proyectos de urbanización en el municipio, así como la contaminación de los cuerpos acuíferos por las industrias pasteurizadoras y cementeras.

Con base en el “Plan de Ordenamiento Territorial” (POT,2010), la agenda ambiental del municipio y el estudio presente, exponen los siguientes ecosistemas de bosque alto-andino, agro-ecosistemas, páramo y sub-páramo, humedal, zona urbana e industrial, sin embargo, en la actualidad estos ecosistemas han sido sometidos a diversos cambios y la implementación de bosques secundarios que alteran las propiedades fisicoquímicas del suelo y las condiciones de los ecosistemas, así, como el incremento de actividades de ganadería y agricultura.

Para clasificar los ecosistemas estratégicos, se aplicaron metodologías de calificación cualitativa y cuantitativa que permitieron establecer los servicios ecosistémicos más importantes por cada punto de muestreo.

Finalmente se analizó la valoración de los ecosistemas estratégicos por las categorías de importancia ecológica, haciendo una interpretación de la matriz de ecosistemas, obteniendo como resultado que los ecosistemas estratégicos son bosque alto-andino, páramo y el ecosistema hídrico, relacionados con el Río Teusacá, Río Blanco, Parque Nacional Natural Chingaza y el Embalse de San Rafael.

Palabras claves: Ecosistema estratégico, valoración, bosque alto-andino, servicios ecosistémicos.

ABSTRACT

This study focuses on the recognition of strategic ecosystems that are located in the municipality of La Calera in Cundinamarca, which is composed by several natural environments that should be categorised, ranked, valued and assessed to identify the current status, potential and dependence of communities on ecosystems. The importance of this project lies in the usefulness that it bring for the community to establish the priorities of the ecosystems, the value, the sustainable management and the need of the conservation, taking into account that the environmental problems have increased by the extensive projects of urbanization in the municipality, as well as the contamination of the aquifer bodies by the pasteurizing and cement industries.

Based on the “Plan de Ordenamiento Territorial” (POT, 2010), the environmental agenda of the municipality and this study set out the following ecosystems: high-Andean forest, agro-ecosystems, wasteland, sub-wasteland, wetland, urban and industrial areas. However currently these ecosystems have undergone to various changes and to the implementation of secondary forests that disturb the physicochemical properties of the soil and the conditions of the ecosystems, as well as the increase of livestock and agriculture activities.

To classify the strategic ecosystems the qualitative and quantitative methodologies were applied to establish the most important ecosystem services for each sampling point.

Finally we looked the valuation of strategic ecosystems by categories of ecological importance, making an interpretation of the ecosystem matrix, obtaining as a result that the strategic ecosystems are high-Andean forest, páramo and the hydric ecosystem, related to the Teusacá River, Rio Blanco, Chingaza National Natural Park and the San Rafael Reservoir

Keywords:

Strategic ecosystem, assessment, high-Andean forest, ecosystem services

2. INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolló con el propósito de identificar los ecosistemas estratégicos del municipio de La Calera, mediante la aplicación de una matriz de tipificación de características ecosistémicas bajo un análisis cualitativo, y una matriz de servicios ecosistémicos mediante la evaluación cuantitativa y la valoración de los ecosistemas estratégicos del municipio.

Colombia al ser un país con una gran biodiversidad y una alta variedad de ecosistemas, con el tiempo ha priorizado aspectos importantes como los ecosistemas estratégicos, sin embargo, no se difunden estudios realizados para la identificación y valoración en todo el territorio colombiano, es por esto, que se desarrolló esta investigación bajo un modelo de evaluación de matrices con el municipio de La Calera.

Teniendo en cuenta que en el municipio cuenta con una gama de biotopos que integran los ecosistemas alto Andino y de páramo, que han sido intervenidos y fragmentados para suplir diversas necesidades antrópicas, la importancia de esta investigación radica en determinar e identificar de acuerdo al valor de uso de los mismos o la forma en la que el hombre se apropia del ecosistema, permitirá establecer qué tan estratégicos son los ecosistemas.

Para dar cumplimiento al objetivo de la investigación se caracterizaron los ecosistemas de bosque alto-andino, bosque secundario, agro-ecosistemas, hídricos, páramo y sub-páramo y ecosistemas urbanos más representativos del municipio tomando como referencia 15 puntos de muestreo, distribuidos de forma aleatoria, que además hacen parte de la estructura ecológica principal del POT de la Calera (2010).

Para definir los ecosistemas objeto de valoración, se priorizaron y clasificaron los ecosistemas estratégicos de acuerdo su valor de uso, teniendo en cuenta, diferentes indicadores ecosistémicos y la identificación de los servicios de aprovisionamiento, soporte y regulación que estos prestan, teniendo en cuenta su estado actual, futuro y la dependencia de las comunidades y del ecosistema, estos fueron objeto de calificación según diferentes categorías de importancia. Finalmente, con la metodología de la matriz de ecosistemas estratégicos se calificó cualitativamente mediante las categorías de importancia ecosistémica, con el fin de determinar cuáles son estos ecosistemas estratégicos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Identificar los ecosistemas estratégicos de la parte alta de la cuenca del río Teusacá del municipio de la Calera.

3.2. Objetivos específicos

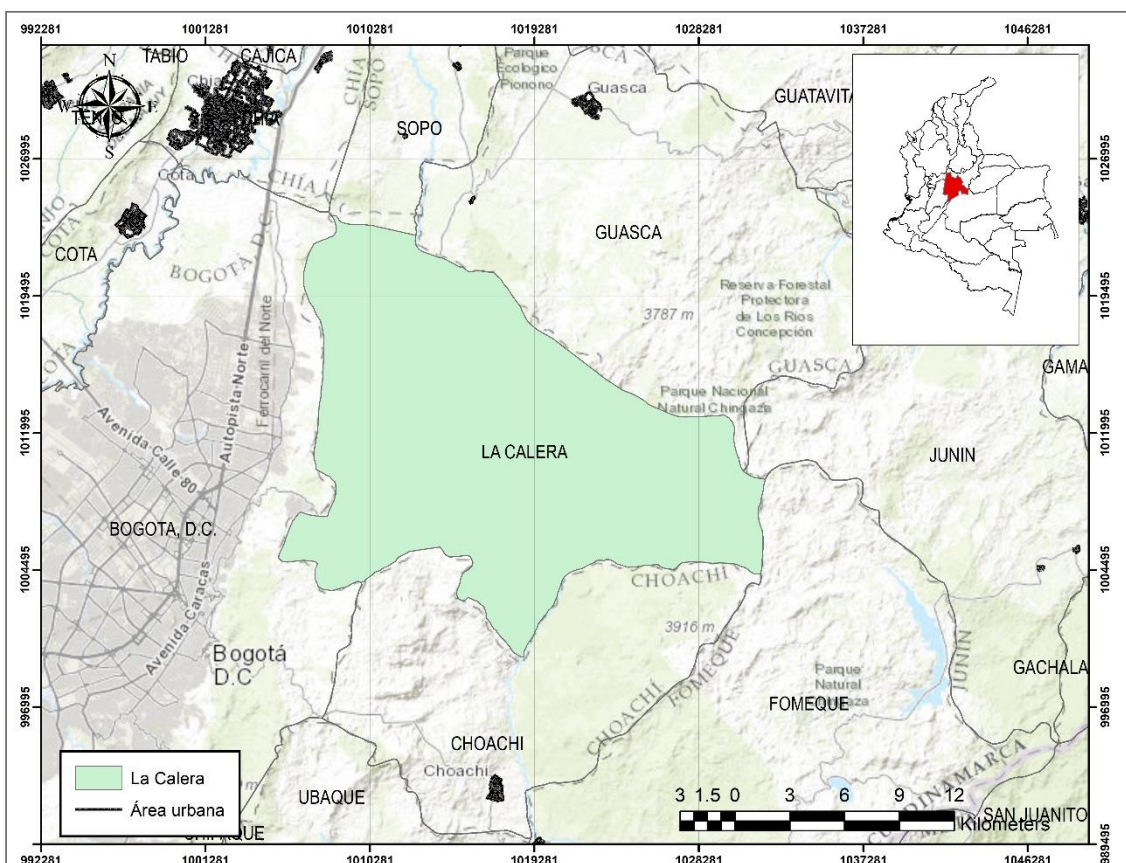
- Identificar la estructura ecológica principal y la conectividad del área de estudio.
- Identificar los servicios ecosistémicos de acuerdo con la priorización de estrategia del ecosistema
- Valorar los ecosistemas estratégicos presentes en el área de estudio

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. Delimitación del área de estudio

La Calera es un municipio situado en el departamento de Cundinamarca y al noreste de Bogotá, su cabecera municipal está localizada a los 4°43'17" de latitud norte y 73°58'33" de longitud oeste de Greenwich; con respecto a la ciudad de Bogotá D.C, en arco 0°06'29" este. El municipio de la Calera limita por el norte con los municipios de Guasca, Sopó y Chía, por el oriente con el Municipio de Guasca, por el occidente con Bogotá y por el sur con el municipio de Choachí y Bogotá (Figura 1) [1].

Figura 1. Mapa de delimitación del municipio La Calera



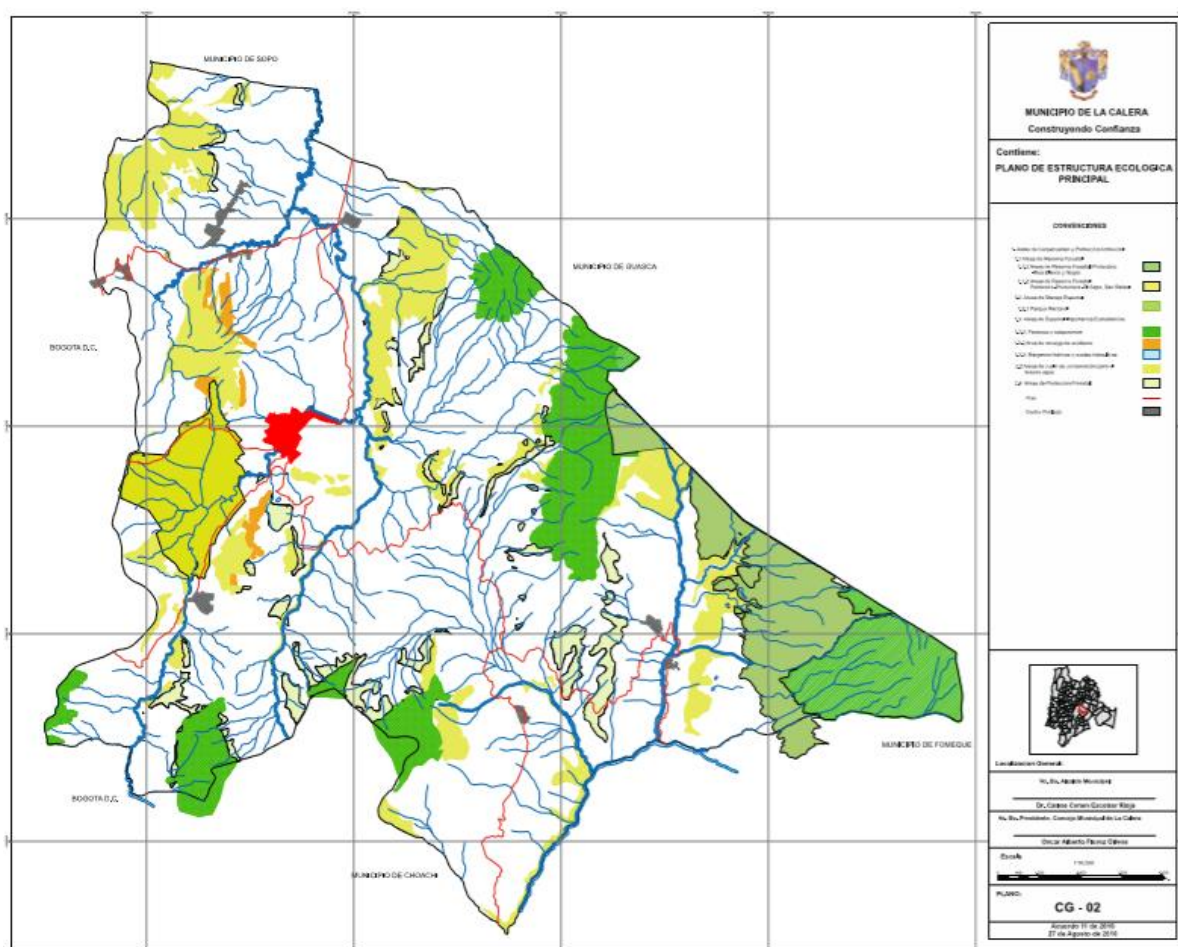
Fuente. Autores

El territorio comprende una extensión total de 31.686,06 km², de los cuales 144,34 km² cubren el área urbana y 31.541,72 km² el área rural. La altitud de la cabecera municipal corresponde a 2.718 msnm y cuenta con una temperatura media de 14 °C. [1]

El municipio es caracterizado por su particular ubicación dentro del valle sobre el río Teusacá, todo su territorio municipal está surcado por la cordillera oriental que presenta varias ramificaciones, entre ellas, la de cruz verde que lo cubre por los costados oriental y occidental; contrastando valles, colinas y elevaciones haciendo que la topografía sea admirada por los visitantes. [1]

El territorio cuenta con una estructura ecológica principal que tiene muchas potencialidades, posee espacios naturales que garantizan la prestación de servicios ecosistémicos de soporte, regulación, provisión y culturales. La oferta ecológica se representa por áreas protegidas como el Parque Nacional Natural Chingaza, Reserva Forestal Protectora de los Ríos Blanco y Negro y las Reservas Forestales Protectoras Productoras de la Cuenca Alta del Río Bogotá y El Sapo; a su vez, otras áreas de especial importancia ecosistémica, como las zonas de páramo y subpáramo, en la parte alta de las veredas Buenos Aires y El Volcán, parte de El Manzano, la Peña de Tunjaque, Agua Gorda y las zonas más altas de El Hato y El Líbano, colindantes con La Moyas y los Cerros Orientales; las zonas de recarga de acuíferos, los suelos de protección para el agua y las márgenes hídricas y rondas hidráulicas. Al estar en conservación estas áreas garantiza la riqueza hídrica del municipio. [2]

Figura 2. Mapa de estructura ecológica principal del municipio La Calera. (*Ver en Anexo 4*)



Fuente. Plano de estructura ecológica principal, POT La Calera, Cundinamarca, 2010

4.2. Marco Teórico

El concepto de ecosistema es particularmente adecuado en los programas de ecología, para la introducción de la historia de la ciencia y específicamente de la ecología, debido a que abrió el camino para el debate de dos paradigmas en ecología: el holismo y el reduccionismo o individualismo. [3] La palabra ecosistema es un neologismo que fue acogido a principios del siglo XX (1935) por el botánico Arthur Tansley, componiéndose de los términos griegos “oikos” (eco) que, significa casa, hábitat y “systema” del griego σύστημα, que significa “reunión de cosas en forma organizada”. Para el caso, reunión de seres vivos en un mismo hábitat o espacio físico. [4]

Luego en colaboración del botánico Roy Clapham acogen el ecosistema como “el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias,

hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema” [5]. Para que al pasar los años acojan por “ecosistema” un completo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. [25]

Los ecosistemas estratégicos brindan una cantidad de bienes y servicios vitales para el desarrollo humano en el país, caracterizados por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación del clima, agua, funciones de depuración del aire y suelos (ministerio de ambiente). Según Germán Márquez Calle (2003) un ecosistema estratégico es: “aquellos que cumplen funciones vitales para el bienestar y desarrollo de la sociedad. A diferentes escalas regionales pueden distinguirse ecosistemas que cumplen funciones estratégicas para su nivel. Aquí se plantean las bases conceptuales y la conveniencia de formular políticas específicas de gestión de tales ecosistemas”. [5]

En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Montes y Salas, 2007) los ecosistemas son un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, microorganismos y el medio ambiente inorgánico que interactúan como una unidad funcional, recalcando que los seres humanos son parte integral de estos [6].

Los ecosistemas estratégicos garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad. [6]

4.2.1. Ecosistemas de áreas protegidas

Las áreas protegidas han sido definidas por la UICN (1994) como “Una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados y manejada a través de medios jurídicos u otros medios eficaces” [7].

Colombia se adhiere al convenio sobre la diversidad biológica, mediante la ley 165 de 1994 en el artículo dos, que dispone que “*por área protegida se entiende un área definida geográficamente que haya sido asignada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.*” Desde este punto de vista, para Colombia se tienen las siguientes categorías en términos de áreas protegidas:

- **Reserva natural estricta:** área rica en biodiversidad por la cual tiene presencia humana, pero sus usos e impactos son controlados y son limitados para asegurar la protección de los valores de conservación.
- **Parque nacional:** extensas áreas naturales o casi naturales, ofrecen oportunidades espirituales, científicas, educativas, recreativas y turísticas que son ambiental y culturalmente compatibles.
- **Monumento o característica natural:** áreas para proteger un monumento natural específico que son objeto de protección especial por sus singulares

características, rareza o belleza.

- **Área de gestión de hábitats/especies:** áreas para proteger especies o hábitats en los que la gestión refleja esta prioridad.
- **Paisaje terrestre o marino protegido:** área donde puede haber interacción de los seres humanos con la naturaleza, en la cual la prioridad es salvaguardar y proteger el área y conservación de la naturaleza.
- **Áreas protegidas con uso sostenible de recursos naturales:** áreas que conservan ecosistemas junto con los valores culturales y los sistemas tradicionales de gestión de los recursos naturales asociados a ellos.

La conectividad ecológica es la propiedad del paisaje que hace posible el flujo de materia, energía y organismos, entre diversos ecosistemas, hábitats o comunidades, también puede considerarse como el parámetro del paisaje que mide en qué medidas las poblaciones se encuentran conectadas y funcionan como una unidad, o desde el punto de vista global como la capacidad del territorio para favorecer el flujo de las especies o conjuntos de éstas por el paisaje. [8]

“Siendo también una medida general que representa la funcionalidad ecológica del paisaje mediante la facilitación de desplazamiento de especies entre las coberturas del suelo (o hábitats), al contrario, se puede medir y representar el costo o el impedimento que ejerce el paisaje para el movimiento de organismos de los hábitats, como consecuencia de su fragmentación, y cómo este va obstaculizando dicho movimiento, por las características del paisaje en general, como se ha mencionado en particular por zonas urbanas e infraestructuras” (Van Dick, 2012).

Los objetos de Conservación son una herramienta utilizada para ayudar a la gestión y manejo de un área protegida, dando valor a diferentes especies, comunidades y ambientes que se puedan encontrar dentro de éste; son definidos por Granizo como *“comunidades naturales”, sistemas ecológicos y especies representativas de la biodiversidad que pueden ser monitoreadas y que permiten orientar esfuerzos a través de sus cambios, indicando el camino a seguir* (Álvarez et, 2010). Para esto se deben identificar objetos a diferentes escalas espaciales y niveles de organización biológica y las especies seleccionadas pueden estar definidas según distintos criterios: especies en peligro o amenazadas [9].

Siendo también aquellas entidades, características o valores que se quieren conservar en un área: especies, ecosistemas u otros aspectos importantes de la biodiversidad. En algunos casos coincidirá la necesidad de identificar tanto los objetos naturales como los objetos culturales.

4.2.2 Servicios ecosistémicos

Los ecosistemas tienen el rol de ofrecer servicios ecosistémicos, que se consideran como los beneficios en las cuales las poblaciones influyen directamente e indirectamente dentro de las funciones de los ecosistemas, considerando 4 tipos de servicios: soporte, abastecimiento, regulación y culturales.

Según Humboldt Los servicios ecosistémicos han sido definidos en la Evaluación del

milenio (2005) como los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas sea económicos o culturales, los cuales brindan una variedad de servicios que pueden ser [7]:

Tabla 1. Servicios ecosistémicos

DEFINICIÓN	EJEMPLO
SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO	
Son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además, pueden ser o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de agua para consumo humano, la provisión de productos como la madera y la producción de comida.	– Alimentos – Agua dulce – Leña – Fibras – Bioquímicos – Recursos genéticos
SERVICIOS DE REGULACIÓN	
Son lo que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente humano. Entre ellos encontramos la regulación del clima y gases como los de efecto invernadero, el control de la erosión o de las inundaciones. También la protección contra el impacto de los huracanes es un servicio de regulación	– Regulación de clima – Regulación de enfermedades – Regulación y saneamiento del agua – Polinización
SERVICIOS CULTURALES	
Pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas como fuente de inspiración y la capacidad recreativa que ofrece el entorno natural a las sociedades humanas.	- Espiritual y religioso - Recreativo y turístico - Estético - Inspirativo - Educativo - Identidad de sitio
SERVICIOS DE SOPORTE	
Son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas que mantienen y permiten la provisión del resto de los servicios. Estos pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes, y la producción primaria	- Formación de suelo - Reciclaje de nutrientes - Producción primaria

Fuente. Clasificación de los servicios ambientales - INECOL

4.2.3. Ecosistemas proveedores de los servicios ambientales

Según Amartya Sen ANO, “El bienestar humano implica tener seguridad personal y

ambiental, acceso a bienes materiales para llevar una vida digna, buena salud y buenas relaciones sociales, todo lo cual guarda una estrecha relación con y subyace a la libertad para tomar decisiones y actuar” [10]

Los ecosistemas como proveedores de bienes y servicios ambientales son base para el planteamiento adicional en el sentido de que algunos aportan una proporción de los mismos, estos ecosistemas son (Márquez, 1996):

- **Ecosistemas que satisfacen las necesidades básicas de la sociedad:** “Algunas de las necesidades básicas de los seres humanos son el abastecimiento de agua, aire, alimentos y energía” [11].

- **Ecosistemas para la productividad económica:** “Los procesos productivos, industriales y agropecuarios, dependen así mismo en alto grado de insumos naturales como agua, energía, suelos, materias primas y no solo de capital financiero y humano” [11].

- **Ecosistemas para la prevención de riesgos:** “La naturaleza tiene cambios catastróficos como deslizamientos, inundaciones o terremotos, pero se desarrolló a lo largo de milenios reguladores para los distintos cambios de la naturaleza, por ejemplo, los bosques tienen la capacidad de amortiguar las crecientes e inundaciones, a través de su manejo del agua, logrando disminuir los riesgos de erosión o deslizamientos, incluso pueden moderar los efectos de los terremotos y los huracanes” [11].

- **Ecosistemas para las relaciones políticas, sociales, culturales e históricas:** “El medio ambiente tiene importancia en las relaciones internacionales, a medida que se reconoce el carácter global de muchos procesos de perturbación, ejemplo cambio climático o deterioro de la capa de ozono. En Colombia, los indígenas U'wa se han visto en amenaza con un suicidio colectivo si se adelantan exploraciones petroleras” [11].

- **Ecosistemas para el equilibrio ecológico:** “El 50% de los ecosistemas planetarios han sido transformados por acción humana, de lo que se conserva en estado natural, siendo la mayoría zonas áridas y solo pocas selvas. Colombia presenta una situación similar, levemente más favorable pues conserva aún importantes extensiones selváticas en amazonia y el pacífico, aunque tiene niveles de transformación superior al 70% en los andes y el caribe” (IDEA-UN, 1996) [11]

- **Ecosistemas como receptores de desechos (vertederos):** “La naturaleza es receptora y recicladora de los desechos de la humanidad, que solo inicia tímidos esfuerzos para complementar la acción de la máquina recicladora natural, otra enorme infraestructura gratuita al servicio de la sociedad”. [11]

- **Ecosistemas como proveedores de recursos naturales:** “Bajo esta categoría se incluyen aquellos productos no cultivados que se obtienen de la naturaleza, siguiendo métodos fundamentalmente extractivos o con niveles apenas reconocibles de manejo. se incluyen en esta categoría principalmente la pesca y la extracción de maderas”. [11]

4.2.4. Estructural ecológica principal

El Acuerdo 248 del 2006 del consejo de Bogotá en el artículo 13, define la estructura ecológica principal “como la red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, dotando al mismo de servicios ambientales para su desarrollo sostenible. [24] Dicha estructura, tiene como base la estructura ecológica, geomorfológica y biológica original y existente en el territorio; los cerros, el valle aluvial del río Bogotá y la planicie; el conjunto de reservas, parques y restos de la vegetación natural de quebradas y ríos y para su realización es esencial la restauración ecológica; su finalidad Principal es la conservación y recuperación de los recursos naturales, como la biodiversidad, el agua, el aire y, en general, del ambiente deseable para el hombre, la fauna y la flora.”

4.2.5. Capacidad de uso del suelo

La Capacidad de Uso de los suelos es una clasificación que se basa en los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo, y que tiene por objeto agrupar a los suelos existentes en Clases de Capacidad de Uso. La clasificación de suelos por capacidad de uso muestra y localiza las potencialidades y limitaciones para el uso agrícola, ganadero y forestal.

Las clases para definir la capacidad de uso son ocho:

- **CLASE I Cultivables sin limitaciones de uso:** Estos suelos tienen pocas que restrinjan su uso y se requieren prácticas sencillas de manejo para conservar su potencialidad productiva y fertilidad natural. Son casi planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen buena capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena.
- **CLASE II Cultivables con ligeras limitaciones de uso y moderados riesgos de daño:** Son suelos planos con ligeras pendientes, profundos a moderadamente profundos, de buena permeabilidad y drenaje. Estos suelos tienen algunas limitaciones que requieren de algunas prácticas de conservación:
 - Pendientes suaves (de 0 a 4%) y microrelieve poco acentuado.
 - Moderada susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efectos adversos moderados de erosión pasada.
 - Profundidad menor que la ideal.
 - Estructura y facilidad de laboreo desfavorable.
 - Ligera humedad corregible por drenaje, pero existiendo siempre como una limitación moderada.
 - Limitaciones climáticas ligeras.

- **CLASE III Cultivables con moderadas limitaciones de uso susceptibles de corrección, y riesgos de daños:** Suelos planos a moderadamente inclinados, poca profundidad efectiva, la permeabilidad varía de lenta a muy rápida. Estos suelos tienen moderadas limitaciones en su uso y requieren de prácticas especiales de conservación:
 - Suelo descansando sobre roca
 - Alta susceptibilidad a la erosión o efectos visibles de ella
 - Excesiva humedad o riesgos continuos de inundación que restringen el desarrollo radicular
 - Baja fertilidad inherente
 - Topografía moderadamente ondulada
 - Profundidad del suelo que restringe el desarrollo de las plantas
 - Estructura y textura desfavorables
 - Baja capacidad de retención de agua

- **CLASE IV Cultivables sólo ocasionalmente por presentar serias limitaciones de uso y alto riesgo de daños:** Estos suelos presentan severas limitaciones de uso, es necesario un manejo cuidadoso. Las limitaciones más comunes son:
 - Suelos delgados a muy delgados
 - Pendientes pronunciadas con topografías moderadamente onduladas
 - Baja capacidad de retención de humedad
 - Moderados efectos adversos de clima
 - Severa susceptibilidad a la erosión por agua o severa erosión efectiva

- **CLASE V Apta para pastoreo y/o forestación, sin limitaciones:** Estos suelos tienen poco riesgo de erosión, son casi planos, demasiado húmedos o pedregosos o rocosos, para ser cultivados por los métodos tradicionales.

- **CLASE VI Apta para pastoreo y forestación, pero susceptibles a la erosión:** Suelos inadecuados para los cultivos agronómicos y su uso está limitado para pastos y forestación. Poseen limitaciones que no pueden ser corregidas como pendientes muy pronunciadas, alta susceptibilidad a la erosión o efectos severos de ella, suelos muy delgados o pedregosos, excesiva humedad, baja capacidad de retención de humedad, clima desfavorable especialmente en durante la estación de crecimiento.

- **CLASE VII Uso restringido para pastoreo y uso principal para forestación:** Su uso es pastoreo y forestación. Suelos con limitaciones severas que los hacen inadecuados para los cultivos agronómicos y que no pueden corregirse:
 - Pendientes muy pronunciadas (hasta 60%)
 - Topografías muy irregulares

- Suelos muy delgados
- Humedad excesiva
- Baja capacidad de retención de humedad
- Clima desfavorable durante la estación de crecimiento.

- **CLASE VIII Tierras sin uso agropecuario y forestal:** Suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas y cauces de ríos y esteros.

4.2.6. Conectividad ecológica

La ecóloga Johanna Isaacs Cubides autora del informe “Definición de las alternativas de conectividad ecológica posibles desde el análisis físico, biótico y espacial de las áreas rurales priorizadas por la subdirección científica” del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis proporciona el concepto de conectividad, como la acción opuesta a la fragmentación, “pretende preservar las conexiones existentes y restaurar las que han sido eliminadas para favorecer la sobrevivencia a largo plazo de las especies” [12]

Por medio del estudio de la conectividad ecológica es posible alcanzar objetivos como la protección del agua, mitigar impactos generados por el hombre, incrementar la conectividad y el tránsito de la fauna e incrementar de la riqueza de la flora. [12]

4.2.7. Calidad ambiental

Es el conjunto de características ambientales, sociales, culturales y económicas, que califican el estado, la disponibilidad y el acceso a los componentes naturales y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén perturbando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región. [26]

4.2.8. Ecosistemas vulnerables

De acuerdo con el documento del Plan Nacional de adaptación al cambio climático del departamento nacional de planeación de Colombia la vulnerabilidad es definida como: *“la susceptibilidad o predisposición de verse afectado de forma negativa ante una amenaza”*

En el mismo contexto la vulnerabilidad tiene diferentes definiciones de las cuales indican dos componentes diferentes:

- Mide la debilidad del sistema (sensibilidad)
- Mide la capacidad del sistema de afrontar y recuperarse ante un evento (capacidad de adaptación)

Por un lado, se puede decir que la sensibilidad hace referencia “a la predisposición física del ser humano, la infraestructura o los ecosistemas de ser afectados por una amenaza.”(Alcaldía de Bogotá, 2010) Mientras que la capacidad de adaptación “es la capacidad de un sistema y de sus partes de anticipar, absorber, acomodar o recuperarse de los efectos de un disturbio de una forma oportuna y eficiente. Esto incluye la capacidad para preservar, restaurar o modificar, y mejorar sus funciones y estructuras básicas.” (Alcaldía de Bogotá, 2010) [27]

4.2.9. Estructura Ecológica Principal (EEP)

El artículo 17 del Decreto 469 de 2003 dice que la Estructura Ecológica Principal: “*Tiene la función básica de sostener y conducir la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales a través del territorio del Distrito Capital, en sus diferentes formas e intensidades de ocupación, y dotar al mismo de bienes y servicios ambientales para el desarrollo sostenible*”. [28]

Así mismo el Decreto 190 DE 2004, para efectos de su ordenamiento y regulación, dicta los elementos que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal en cuatro componentes:

- Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital
- Parques urbanos
- Corredores Ecológicos
- Área de Manejo especial del Río Bogotá. [29]

4.2.10. Corredores ecológicos

Un corredor biológico, también llamado corredor ecológico o corredor de biodiversidad es una zona del territorio que conecta zonas de alto valor ecológico y que, además, posee unas características de hábitat que favorece el movimiento de especies en el territorio.

En el territorio, ya existen elementos naturales que pueden funcionar como corredores para la biodiversidad como las riberas de los ríos, las vías pecuarias o los setos o cercas vivas que separan parcelas agrícolas o propiedades privadas. Pero, además, hay otros elementos que pueden funcionar como corredores biológicos como los taludes de carretera, las medianas, maceteros o alcorques en las ciudades, paseos arbolados, etc.

Los corredores ecológicos están incluidos como elementos lineales dentro de la Infraestructura Verde aunque no siempre es necesario que sean continuos. [30]

5. METODOLOGÍA

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados, el proceso metodológico que se estipula para el desarrollo del trabajo se resume con la realización de las siguientes actividades que dan respuesta a cada objetivo, enmarca en las siguientes actividades por objetivo:

Objetivo 1: Identificar la estructura ecológica principal y la conectividad del área de estudio:

Como su nombre lo indica la estructura ecológica principal, enmarca la presencia de ecosistemas de importancia presentes en el municipio, la identificación y caracterización de estos se basó mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

- Delimitación del área: Revisión y especialización de los ecosistemas definidos en el POT (2010) como constituyentes de la estructura ecológica principal
- Actualización del diagnóstico: Mediante visitas de campo, se procedió a actualizar la información secundaria existente haciendo énfasis en los componentes suelo, flora, fauna, hidrología y actividades socioeconómicas.
- Determinación de características ecológicas, mediante el diseño y aplicación de matriz de características ecosistémicas. (*Ver formato en Anexo 1*)

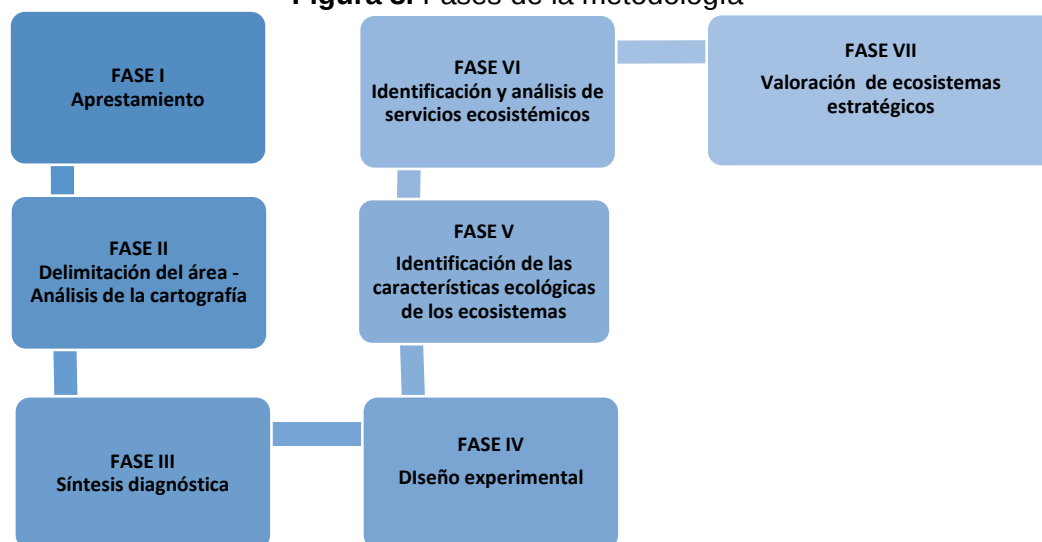
Objetivo 2: Identificar los servicios ecosistémicos de acuerdo a la priorización de estrategia del ecosistema

- Diseño Matriz de identificación de servicios ecosistémicos en cada unidad muestral. (*Ver formato en Anexo 2*)
- Valoración servicios ecosistémicos: De acuerdo con lo estipulado en el documento “*Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*”, 2018, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible – Autoridad nacional de licencias ambientales.

Objetivo 3: Valorar los ecosistemas estratégicos presentes en el área de estudio

- Diseño de matriz de indicadores de ecosistemas estratégicos. (*Ver formato en Anexo 3*).
- Valoración y priorización del ecosistema estratégico: Teniendo en cuenta las características ecológicas de los ecosistemas y su valor de uso, de acuerdo a los siguientes aspectos: Biodiversidad, oferta, demanda, conflictos, importancia según su posición geográfica.

Figura 3. Fases de la metodología



Fuente. Autores

5.1. FASE I: Aprestamiento

En esta fase se realizó la identificación y análisis de la información secundaria existente del área municipal, y determinación diagnóstica, haciendo énfasis en la identificación y espacialización de los ecosistemas estratégicos del municipio de La Calera, para lo cual se revisaron entre otros documentos como:

- Plan de Ordenamiento Territorial [13]
- Plan de desarrollo [2]
- Agenda ambiental [14]
- POMCA Río Bogotá [15]
- Diagnóstico cuenca río Teusacá [16]

Una vez evaluada la información existente y teniendo como base el análisis situacional del municipio, se procedió a realizar una visita de reconocimiento del municipio, con el fin de identificar los principales ecosistemas, además se realizó una espacialización del área socioeconómico y físico-biótico de la jurisdicción del municipio.

5.2. FASE II. Delimitación del área y análisis de la cartografía

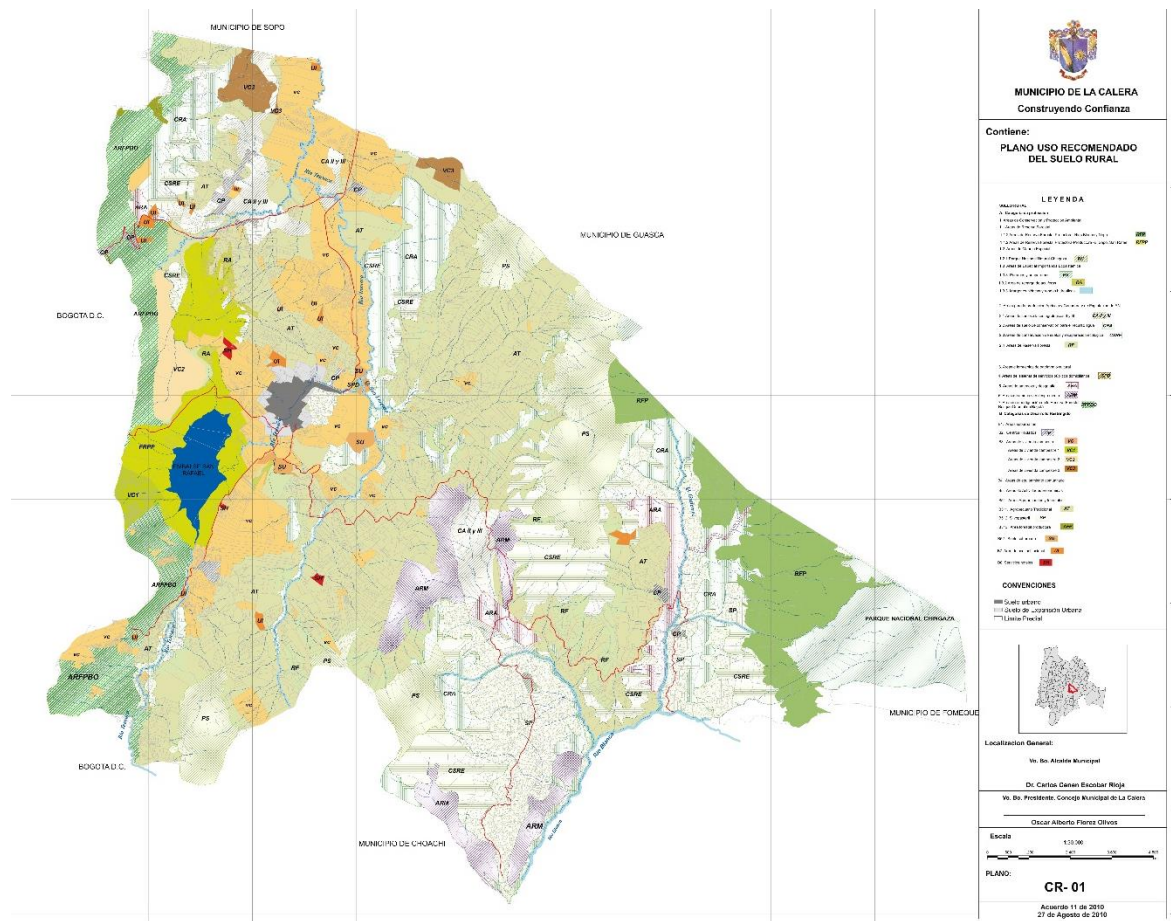
La delimitación del área responde a la establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial a escala 1:25000, en la cual se identifican los suelos de protección, que identifican los ecosistemas más relevantes del municipio y constituyen las unidades muestrales, objeto de caracterización y evaluación.

5.3. FASE III. Síntesis diagnóstica

5.3.1. Identificación de los ecosistemas

Para la identificación de los ecosistemas del municipio, se tomó como base el Plano de Uso de Suelo Rural a escala 1:30.000, obtenido de la alcaldía de La Calera (POT, 2010), así como lo muestra la figura 4, el cual fue importante para la caracterización de los puntos en campo

Figura 4. Plano Uso Recomendado del Suelo Rural. (Ver en Anexo 5)



Fuente. Plano Uso Recomendado del Suelo Rural, POT, La Calera, Cundinamarca, 2010.

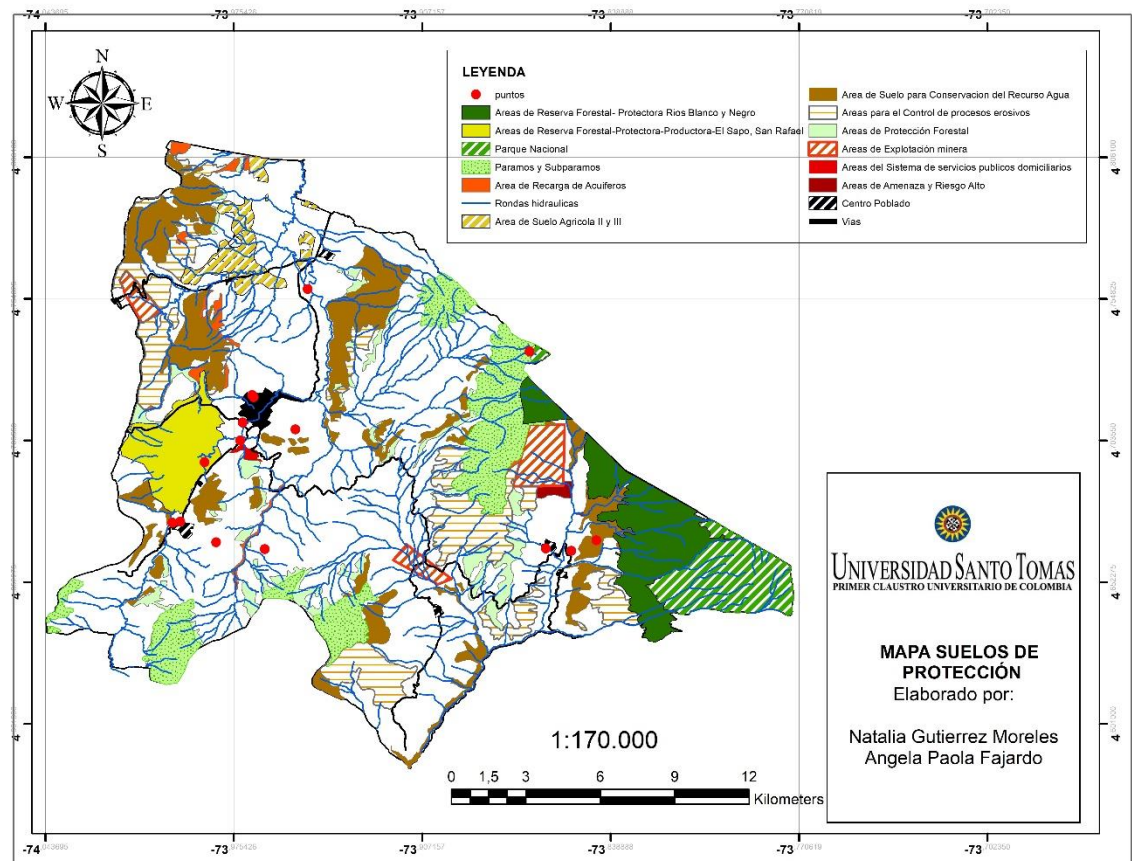
5.3.2. Selección de puntos de muestreo

La selección de los puntos de muestreo se realizó de forma aleatoria en base al Plano Uso Recomendado del Suelo Rural (POT La Calera, 2010), esto con el fin de identificar

los usos de suelo, la cobertura vegetal, conflicto de uso, fauna y flora. La selección se realizó con 15 puntos representativos para la identificación y reconocimiento de los ecosistemas y su tipificación.

Con ayuda de la cartografía base se clasificaron los terrenos, respecto a los tipos de vegetación, la cobertura y las clases de uso, para tener más información acerca de los ecosistemas presentes en el municipio. (Figura 5)

Figura 5. Mapa ubicación de puntos de muestreo.



Fuente. Tomado y adaptado de mapa de suelos de protección, POT, La Calera, Cundinamarca, 2010

5.4. FASE IV. Diseño experimental

Para la selección de los puntos de muestreo se tuvo en cuenta la presencia de ecosistemas naturales y ecosistemas urbanizados, acorde con la definición de la estructura ecológica principal; igualmente se realizó un recorrido por todo el municipio

en donde se identificaron los ecosistemas teniendo en cuenta la clasificación de ecosistemas IDEAM (2017). [33]

Se diseñó el muestreo identificando 8 tipos de ecosistemas: agro-ecosistema, bosque alto-andino, hídrico, humedal, industrial, páramo, sub-páramo y zona antrópica, se seleccionaron los 15 puntos de muestreo, teniendo en cuenta la posición geográfica, cobertura, la distribución y estructura ecosistémica, representatividad ecosistémica, zonificación ambiental y los cuales fueran representativos para el municipio.

5.4.1. Trabajo de campo

Se realizaron 20 salidas de campo, la primera de reconocimiento general del municipio y la recopilación de información en la alcaldía, para seguir a la selección de los 15 puntos de muestreo aleatoriamente teniendo en cuenta el área de influencia de cada uno y los sitios más representativos del municipio de La Calera (Parque Chingaza, embalse de San Rafael, Río Teusacá), también se tuvo en cuenta el uso de suelo, el reconocimiento de vegetación, flora y fauna y el componente socioeconómico.

5.5. FASE V. Identificación de las características ecológicas de los ecosistemas objeto de evaluación

En esta fase se actualizó el diagnóstico del municipio, utilizando la metodología de tipificación de características ecosistémicas y de valores objeto de conservación, identificando los principales ecosistemas para poder proyectar la estructura ecológica local y su conectividad con ecosistemas adyacentes.

Para la identificación de las características ecosistémicas, se realizó un muestreo zonal en cada punto objeto de evaluación, en donde se identificaron los aspectos físico-bióticos, bienes y servicios ambientales, uso actual del suelo y conflicto de uso, y la importancia ecológica que cada uno de estos ecosistemas cumplen.

Se aplicó el formato de matriz correspondiente, que incluye la caracterización de los siguientes indicadores: (Ver formato en anexo 1)

Descripción del sitio: vereda, altura, coordenadas, tipo de ecosistema, importancia ecológica.

- Características climáticas: Temperatura, precipitación, humedad, índice UV, velocidad del viento, nubosidad.
- Uso del agua y cuerpo de agua abastecedor.
- Uso actual del suelo y conflicto.
- Flora.
- Fauna.

5.6. FASE VI. Identificación de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación

Mediante la visualización en campo se hace un reconocimiento general de los bienes y servicios ambientales de cada ecosistema objeto de evaluación, para la definición representativa de los mismos, a partir del método establecido en el documento “*Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*”, 2018, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible – Autoridad nacional de licencias ambientales, el cual clasifica los servicios ambientales de aprovisionamiento, soporte, regulación y cultural. [17]

- **Servicios de aprovisionamiento:** agua, alimento por agricultura, alimento por ganadería, biomasa, carne y pieles (cacería), fibras y resinas, madera, productos forestales no maderables, pesca y/o acuicultura (recursos pesqueros), plantas medicinales.
- **Servicios de soporte:** ciclaje de nutrientes, amortiguación de perturbaciones, captura de carbono, fertilidad del suelo, formación de suelo, hábitat para especies, producción primaria.
- **Servicios de regulación:** Control de la erosión, regulación climática, control biológico, depuración del agua, polinización, purificación del aire, regulación hídrica, regulación de riesgos naturales.
- **Servicios culturales:** recreación y turismo, espirituales y religiosos

A partir del documento mencionado, se diseñó una matriz para la identificación de los servicios ambientales prestados por cada uno de los ecosistemas. El criterio de calificación fue de acuerdo a la presencia y magnitud de los servicios que cada uno de los ecosistemas identificados presta de acuerdo a las categorías alta, media, baja, no aplica, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: (*Ver formato en anexo 2*)

alta 7-9	Hay presencia del servicio en el ecosistema, con una magnitud y dependencia considerable
media 4-6	Hay presencia del servicio en el ecosistema, con una magnitud y dependencia media
baja 1-3	Hay presencia del servicio en el ecosistema, sin embargo la magnitud y dependencia es limitada
No Aplica 0	No hay presencia del servicio en el ecosistema

5.7. FASE VII. Valoración de los ecosistemas estratégicos presentes en el área de estudio

Los ecosistemas juegan un papel estratégico por su relación con la vida del hombre al suministrarle agua, aire, energía, alimentos y materias primas. Son indispensables para la existencia de la vida y el desarrollo del planeta.

Para calificar los ecosistemas estratégicos se seleccionaron los indicadores ecológicos y ambientales, objeto de calificación de acuerdo con las siguientes categorías de importancia ecosistémica:

- Importancia por biodiversidad
- Importancia por oferta de recursos: capacidad de uso del suelo
- Importancia por demanda de recursos: cobertura vegetal o uso actual del suelo
- Importancia por susceptibilidad de riesgos y amenazas
- Importancia por posición geográfica: local y regional

Para priorizar los ecosistemas estratégicos se diseñó una matriz de calificación de los ecosistemas por importancia ecosistémica, teniendo en cuenta los criterios de la metodología Corine Land Cover y la priorización de indicadores de evaluación definida por la bióloga Msc Liliana Salazar (*Ver formato en anexo 3*)

Se realizó la calificación cualitativa de importancia, para priorizar y definir así el valor de uso del ecosistema. Se calificaron los indicadores de evaluación respecto a los siguientes ítems:

Zona de aptitud ambiental

- Bosques primarios y secundarios intervenidos
- Reservas hidrológicas y naturales
- Áreas de sistemas de parques naturales
- Refugios de fauna y flora
- Zonas de recarga hidrogeológica
- Áreas de reserva forestal

Conservación y significancia ambiental

- Zonas de nacimiento de las corrientes de aguas subterráneas
- Áreas alto andinas
- Lagos naturales, humedales
- Ecosistemas naturales de gran biodiversidad
- Márgenes de ríos y quebradas.
- Estas áreas incluyen los ecosistemas cuya estructura no ha sido seriamente degradada y que prestan servicios ecológicos vitales.

Fragilidad ambiental

- Bosque primario
- Nacimientos de agua
- humedales

Uso potencial del suelo

- Clases agrológicas

Usos del suelo y área geográfica

- Usos urbanos
- Usos industriales, comerciales y de transporte
- Usos mineros, vertederos y construcción
- Zonas verdes artificiales no agrícolas
- Tierras de labor
- Cultivos permanentes
- Pastos permanentes
- Zonas agrícolas mixtas
- Bosques naturales
- Vegetación arbustiva y/o herbácea
- Zonas con escasa o nula vegetación
- Aguas continentales
- Aguas marinas

,Bajo un criterio de evaluación severo, moderado y leve, bajo las siguientes condiciones:

severo 1-3 Si el ítem a evaluar juega un papel relevante en el ecosistema

moderado 4-6 Si es significativo, pero no altera su estructura ni función del ecosistema

leve 7-9 Si presenta poca o ninguna relevancia sobre el ecosistema

A las casillas representadas con valor “0” (cero) se les determinó como indicadores que no están presentes o que no determinan la función del ecosistema en absoluto y no se tomaron en cuenta dentro de los cálculos, ya que estos valores no afectan los resultados obtenidos.

No aplica 0

Finalmente, se lleva a cabo un análisis integral para definir los ecosistemas de mayor importancia por biodiversidad, oferta, demanda, conflictos, e importancia según su posición geográfica, mediante la matriz de evaluación integral de los ecosistemas estratégicos. En esta matriz se definen por medio de los criterios de evaluación mencionados anteriormente, las condiciones y características que presenta cada ecosistema, identificando cuáles de estos son los que mantienen equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad.

6. DESARROLLO CENTRAL

6.1. DIAGNÓSTICO DE LOS ECOSISTEMAS: ESTRUCTURA ECOLÓGICA PRINCIPAL Y CONECTIVIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo fundamental de esta investigación, se desarrolló la metodología de tipificación de características ecosistémicas, por medio de la cual se realizó la actualización de la información físico-biótica y la identificación de los ecosistemas estratégicos que se encuentran en el municipio de La Calera, teniendo como base lo estipulado en el Plan de ordenamiento territorial [13], plan de desarrollo [2], agenda ambiental [14], POMCA Río Bogotá [15], diagnóstico cuenca río teusacá [16]. (*Ver matriz de características ecosistémicas en Anexo 1*)

Para tener una aproximación sobre la presencia de los ecosistemas del municipio, posterior al reconocimiento de campo, se procedió a realizar una síntesis diagnóstica del área del municipio, que se relaciona a continuación.

6.1.1. Síntesis diagnóstica

Este ítem corresponde a la determinación del análisis situacional actual del municipio, resaltando las condiciones ambientales y ecológicas más relevantes.

6.1.1.1 Clima

Dada la posición geográfica del municipio, La Calera cuenta con tres climas, páramo, frío y templado, el área de tierras frías corresponde aproximadamente a 20.200 hectáreas y sus temperaturas oscilan entre los 13 y 14 °C, respecto al área de páramos, esta área cubre alrededor de 11.800 hectáreas, con temperaturas entre los 12 y 13 °C. Las condiciones meteorológicas sitúan a La Calera en un área de los Andes Colombianos de la cordillera oriental, donde las precipitaciones están gobernadas por la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT). El municipio cuenta con estaciones

climatológicas relacionadas en la siguiente tabla: [14]

Tabla 2. Climatología del municipio de La Calera

VARIABLES	ESTADO
Precipitación	La precipitación esta entre 700 y 900 mm
Humedad relativa	El valor promedio anual es de 77.8 %
Evaporación	La evaporación esta entre 800 y 1000 mm
Velocidad y dirección del viento	La velocidad media del viento presenta una distribución uniforme a lo largo del año, excepto durante los meses de junio, julio y agosto donde se observan valores más altos.
Temperatura	La variación de la temperatura está entre 12 y 15 °C para un promedio de 13 °C.

Fuente. Tomado y adaptado Agenda Ambiental Municipio La Calera, 2014

6.1.1.2 Geología

El municipio se encuentra ubicado dentro del valle del río Teusacá. Presenta las siguientes formaciones: Fómeque, Une, Chipaque, Guagalupe, Guaduas, Areniscas de Cacho, Bogotá, Regadera, Tilatá, Sabana, también se encuentran depósitos fluvio-glaciares, coluviones y depósitos aluviales. En el sudoeste del municipio hay mantos de carbón que son explotables. La parte media contiene los mantos de carbón y se distingue por la presencia de areniscas de las cuales la superior se denomina “lajosa” y la inferior “la guía”. Las arcillas intermedias son compactas o franjeadas y muchas veces carbonáceas. [14]

6.1.1.3 Geomorfología

La Calera está conformada por materiales de areniscas, arcillolitas, lutitas e influencia de cenizas volcánicas. Se caracteriza por paisajes de relieve montañoso, estructural y erosional, con vallecitos de fondo plano, y paisaje de altiplanicie fluvio-lacustre, de relieve plano. [14]

6.1.1.4 Suelos

6.1.1.4.1 Uso potencial del suelo

Figura 6. Mapa uso potencial del suelo

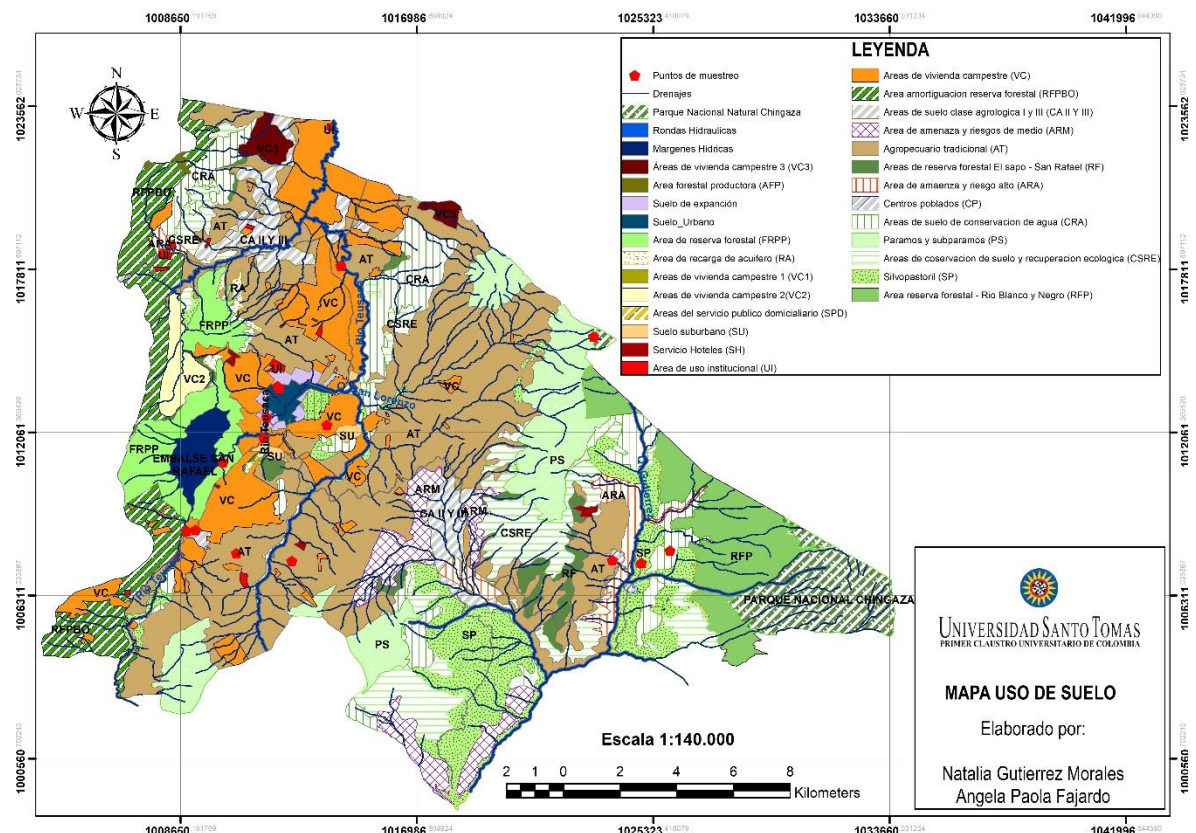
- **Clase VII – pc:** (Parque Chingaza, humedal la Chucua, Camino al Meta): En esas áreas se presentan limitaciones severas que hacen las tierras inadecuadas para cultivos, el bosque tiene carácter protector, la ganadería es excluida por completo de estas tierras, tienen un límite de variación de pendiente de entre 50 – 75%. Estas áreas presentan limitación por pendiente y clima.
- **Clase VIII – pc:** (Parque Chingaza): Son tierras que por su vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramo) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso de que hayan sido deterioradas. [32]

Las áreas para vivienda campestre se localizan en terrenos con clases agrícolas entre IV y VIII, poseen pendientes de hasta 25% en donde es posible desarrollar usos agropecuarios tradicionales y forestales, conjuntamente con la construcción de estructuras físicas para equipamientos comunales y alojamiento permanente de personas. [14]

6.1.1.4.2. Uso actual del suelo y cobertura vegetal

El uso actual del suelo se reporta con base en la determinación de las unidades de cobertura vegetal Corine land cover para Colombia, en general, la distribución de la vegetación natural actual está en estrecha relación con el uso de la tierra dominante.

Figura 7. Mapa de uso actual del suelo.

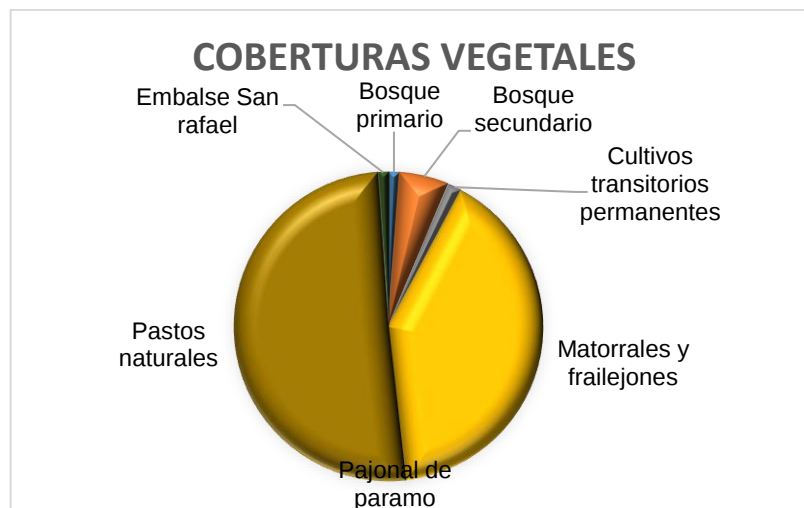


Fuente. Tomado y adaptado de plan de uso de suelo actual del suelo. POT, La Calera, Cundinamarca, 2010.

Los rastrojos y bosques secundarios se encuentran especialmente en áreas de pendientes fuertes a muy fuertes, donde las 7 actividades agropecuarias son difíciles, o donde la temperatura es muy fría (parte alta). En cambio, la zona plana del valle del Río Teusacá en el área que pertenece al municipio de La Calera está cubierta por pastos introducidos como el kikuyo, el ray grass y otros, que son la base de la ganadería vacuna. En ellos la vegetación nativa se reduce a algunos arbolitos remanentes en los potreros y cañadas. [14]

En la zona de relieve ondulado, se presenta un mosaico de zonas en pastos introducidos y cultivos. Recientemente se han venido desarrollando actividades agroindustriales muy intensivas, como el cultivo las flores en invernadero, así como industrias de diverso tipo, que ocupan importantes espacios en las áreas bajas, donde las especies nativas son cultivadas en jardines. [21]

Figura 8. Cobertura vegetal del municipio La Calera



Fuente. Tomado y modificado de Agenda Ambiental municipio de La Calera, 2014

Suelo urbano: Lo conforman las áreas del territorio municipal destinadas a usos urbanos en el plan de ordenamiento que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado. Posibilitando su urbanización y edificación, según sea el caso. Pertenecen a esta categoría las zonas con procesos de urbanización incompletos, comprendidas en áreas consolidadas con edificación. [12]

Suelo de expansión urbana: Este suelo incluye las áreas necesarias para atender el crecimiento urbano de la Calera, con posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, y parques y equipamiento colectivo de interés público o social. Esta categoría incluye posibles áreas de desarrollo concertado, a través de procesos que definan la conveniencia y las condiciones para su desarrollo, mediante su adecuación y habilitación urbanística a cargo de sus propietarios, pero cuyo desarrollo estará condicionado a la adecuación previa de las áreas programadas. [12]

Suelo rural: Está constituido por terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas. [12]

Suelo para construcción de vivienda campestre y corredores viales de servicios rurales: Lo conforman las áreas ubicadas dentro del suelo rural, en las que se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que puedan ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad. [12]

6.1.1.4.3. Conflicto de uso

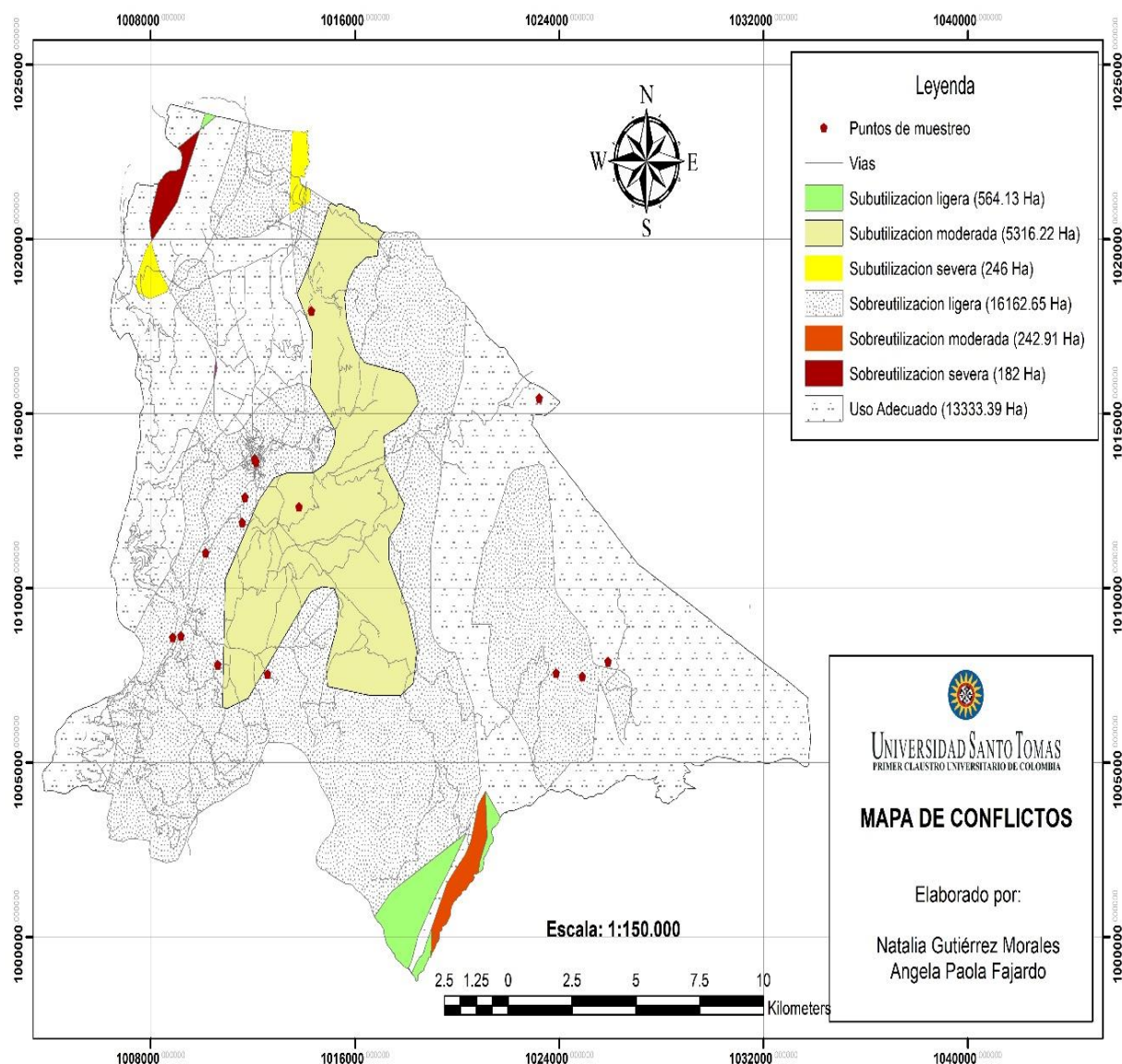
La Calera presenta conflictos de propiedad, la principal actividad de las tierras se inclina a la agricultura, y en los últimos años se ha visto una minimización de la superficie agrícola por cambios del uso del suelo, principalmente por la construcción residencial, motivo por el cual la estructura rural del territorio se ha visto afectada.

Además las zonas húmedas y los espacios destinados a proteger los cuerpos de agua presentes en el municipio, han venido soportando presiones de actividades antrópicas como la obstrucción a los cauces de las quebradas y la oclusión de los humedales, dando como respuesta a riesgos ambientales como las inundaciones en diferentes sectores del municipio.

El municipio presenta la siguiente clasificación de conflicto de uso:

- Subutilización ligera
- Subutilización moderada
- Subutilización severa
- Sobreutilización ligera
- Sobreutilización moderada
- Sobreutilización severa
- Uso adecuado

Figura 9. Mapa de conflicto de uso.



Fuente. Tomado y adaptado del Igac a escala 1:100.000.

Se observó mediante la visualización del mapa (Figura 9) que la mayoría de los puntos se encuentran realizando una sobreutilización ligera del suelo, lo que indica que son tierras cuyo uso actual está cercano al uso principal, pero que se ha evaluado con un nivel de intensidad mayor al recomendado y por ende al de los usos compatibles. [22]

Los puntos que indican un uso del suelo adecuado (parque Chingaza, humedal la chucua), probablemente se deba a que los dos puntos se encuentran ubicados dentro de áreas protegidas, en donde el uso actual no causa deterioro ambiental, lo cual permite mantener actividades adecuadas y concordantes con la capacidad productiva natural de las tierra. [22]

6.1.1.4.4. Ecosistemas del municipio

Ecosistema de bosque alto-andino: Los bosques alto-andinos son ecosistemas que albergan diversas muestras de biodiversidad del municipio, constituyen el hábitat de muchas especies y cumple funciones especiales como la regulación hídrica. Los bosques originales del Municipio han sido modificados por bosques secundarios, por lo que se han tomado medidas para conservación de éstos frente a la creciente urbanización del Municipio, restringiendo la tala de los mismos para cualquier construcción.

En algunas zonas del Municipio se realizaron actividades de reforestación con especies exóticas como el pino y el eucalipto, que no eran apropiadas debido a su impacto en el empobrecimiento florístico del paisaje vegetal, del suelo y en el régimen hídrico, por esta razón actualmente se han desarrollado programas en el Municipio a través de organizaciones no gubernamentales y gubernamentales que buscan la recuperación de los bosques con vegetación nativa. [14]

Ecosistemas de Agro-ecosistemas y cultivos: El 64.8% del área total de Municipio se dedica a la actividad productiva lo que corresponde a 20.492 Ha, dentro de los cuales 3.499 Ha son destinadas a la agricultura, en su mayoría a cultivos transitorios y 14.000 Ha para la ganadería.

De acuerdo con la información suministrada por la UMATA, los cultivos permanentes más representativos en el Municipio son el tomate de árbol, uchuva, mora, manzana, flores. Los rendimientos de los cultivos de maíz y frijol son de 6 y 1.6 toneladas por hectárea respectivamente, por tanto, se obtiene 270 y 14 toneladas de producción de acuerdo al área sembrada y cosechada. Los cultivos transitorios presentes en el Municipio son: cebolla de bulbo, papa, papa criolla, frijol, gladiolo, zanahoria, arveja y hortalizas varias. [18]

El cultivo con mayor área sembrada es la papa suprema, con rendimiento de 25 toneladas por hectárea, de otro lado el gladiolo y el frijol son los cultivos con menor área sembrada con 2 hectáreas cada uno.

Ecosistema zona antrópica y cultural: El crecimiento demográfico del Municipio de La Calera se ha visto afectado por la cercanía a Bogotá. Como consecuencia de diversos factores que han deteriorado la calidad de vida en la capital, la población de estratos altos se ha radicado en aquellas veredas cercanas al distrito, y la población del sector rural se ha desplazado al casco urbano. Se puede observar en la tabla anterior que el porcentaje de uso para el desarrollo de actividades económicas es de 33,85%.

Dentro de los usos principales de estas áreas se encuentran: agropecuario tradicional y forestal con tecnologías apropiadas, agropecuario mecanizado o altamente tecnificado y forestal, uso mixto protector-productor de pastoreo y manejo de bosque

nativo o exótico, transformación de materias primas mediante trabajo artesanal, industria manufacturera de tamaño mediano a grande y bajo impacto ambiental, recreacional y turístico con hotel y/o vivienda dispersa, recreacional y turismo cultural y ecológico, entre otros. [14]

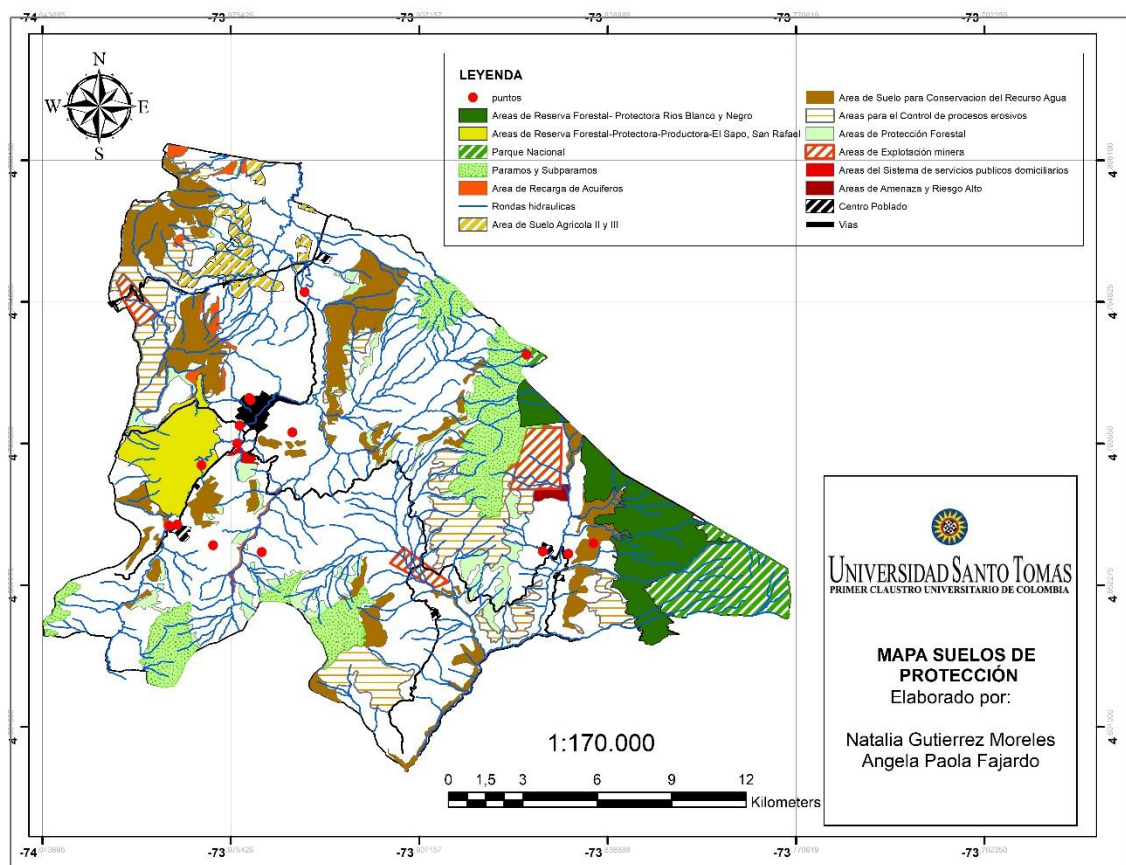
Ecosistema industrial: Tradicionalmente la actividad industrial gira alrededor de la industria transformadora de productos lácteos y de la industria del cemento, actualmente el municipio cuenta con las siguientes empresas: Empresa Cemex de Colombia: empaque de cemento; Pasteurizadora la Pradera: acopio y pasteurización de leche, jugos y yogurt; Tecnoconcreto: destinada a la producción de aditivos para concretos; Agua Manantial: producción y empaque de agua tratada y Winter: embotelladora de agua. [14]

Ecosistema Páramo: Son aquellas áreas ecológicas y bioclimáticas referidas a regiones montañosas por encima del límite superior del bosque alto andino. En el municipio de La Calera se delimitó sub-páramo y páramo a partir de los 3.200 msnm [14]

Ecosistema Hídrico: En el Municipio, las principales rondas de cauce con su zona de preservación ambiental, son las correspondientes al río Teusacá, al río Blanco y a las de sus quebradas afluentes. [14]

6.1.1.4.5. Estructura ecológica – Suelos de protección

Figura 10. Mapa de suelos de protección.



Fuente: Tomado y adaptado de mapa de suelos de protección, POT, La Calera, Cundinamarca, 2010

Los suelos de protección están conformados por zonas y áreas que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales o por formar parte de las áreas de utilidad pública para las infraestructuras de provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tienen restringida la posibilidad de urbanizarse o de utilizarse en actividades productivas agropecuarias, forestales u otras, esta unidad de suelos, corresponde a la determinación de la estructura ecológica principal. [12]

Áreas de conservación y protección ambiental:

1. Áreas de reserva forestal:

- Áreas de reserva forestal protectora de las cuencas del Río Blanco y Negro
- Áreas de reserva forestal protectora productora El Sapo-San Rafael

2. Áreas de manejo especial:

- Parque Nacional Natural Chingaza

3. Áreas de especial importancia ecosistémica:
 - Paramos y subparamos
 - Áreas de recarga de acuíferos
 - Márgenes hídricas y rondas hidráulicas
4. Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales:
 - Áreas de suelos clases Agrológicas II y III
 - Área de suelos de conservación para el recurso agua
 - Áreas de conservación de suelos y recuperación ecológica
 - Áreas de reserva forestal
 - Áreas del sistema de servicios públicos domiciliarios
 - Áreas de amenaza y riesgo alto
 - Áreas de amenaza y riesgo medio
 - Área de amortiguación de la reserva forestal bosque oriental de Bogotá
5. Áreas sub urbanas:
 - Centros poblados
 - Áreas de vivienda campestre
 - Áreas de vivienda campestre 1
 - Áreas de vivienda campestre 2
 - Áreas de vivienda campestre 3

Áreas de actividades económicas:

1. Áreas agropecuarias y forestales:
 - Agropecuario tradicional
 - Silvopastoril
 - Área forestal productora
 - Suelo sub urbano
 - Área de uso institucional
 - Servicios hoteleros

Áreas de protección del casco urbano:

- Zona de protección del sistema hídrico (ZPH) del río Teusacá
- Zona de protección del sistema hídrico (ZPH) de la quebrada La Toma
- Zonas de protección de diez talvegues o quebradas drenajes elementales que cruzan o afectan el casco urbano, tal como aparecen en el mapa de ordenamiento urbano. [12]

6.1.1.5 Hidrografía

El municipio de La Calera cuenta con cuencas hídricas importantes como son el Río Teusacá, Río Blanco y parte alta del Río Siecha. El Río Teusacá nace en la Laguna del Verjón, localizada en el municipio a una altitud de 3.500 metros sobre el nivel del mar, siendo su cauce, el principal sitio de reunión de las aguas procedentes de los cerros aledaños. Durante el curso del río, se encuentran diferentes quebradas como la Quebrada el Verjón, Quebrada Monteñuela y Río Teusacá, hasta su desembocadura

en el Río Bogotá.

El Río Blanco nace cerca de la Laguna de Buitrago, localizada a una altura de 3.600 metros sobre el nivel del mar, durante su recorrido recibe el nombre de Quebrada de Piedra Gorda, Quebrada de la Orqueta, por el municipio de Choachí se conoce con el nombre de Río Negro hasta la desembocadura en el Río Meta. [19]

6.1.1.6 Flora

El municipio hace parte de las cuencas del Orinoco y del Magdalena, esto hace que la composición florística de las unidades vegetales presente elementos propios de las yungas o vertientes húmedas orientales de la cordillera de los Andes y elementos de la flora magdalénica interandina. En zonas planas y onduladas la vegetación natural ha sido reemplazada por pastos y cultivos, mientras que en los relieves fuertes es donde mejor se ha conservado la vegetación natural. [14]

La clasificación general de la vegetación del municipio se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 3. Clasificación de la vegetación del municipio de La Calera

COMUNIDAD	DESCRIPCIÓN	ESPECIES PREDOMINANTES
xerofitia	Son matorrales de baja altura, debido a que crecen sobre afloramientos rocosos, con un manto de suelo muy escaso.	El corono o cachovenao, la uva de anís, el tuno esmeraldo y otros de porte bajo. Dentro de la petrofitia (plantas sobre piedras), se pueden considerar la litofitia (plantas sobre rocas), la casmofitia
Vegetación pionera	Es el estudio de la sucesión vegetal que sigue a las labores agropecuarias, o inicio de la recuperación vegetal natural	Está dominada por plantas herbáceas como piojito y paja de ratón, bejucos como el zarcillejo y vegetación palmoide como el frailejón.
Matorral	Es un tipo de vegetación intermedia entre la pionera y el bosque secundario. En un matorral a 3000m (Santa Helena)	Las especies dominantes son helechos, amargueros, tunos, cordoncillos, favoreciendo la aparición de encenillos cucharo blanco y mortiño.
Bosque secundario	Es un tipo de bosque que se ubica entre el bosque primario o climax (que no existen pues fue destruido) y el matorral o rastrojo. El bosque está constituido por un conjunto de formas biológicas como árboles, arbustos, bejucos, hierbas, palmas, musgos y otras.	Está constituido por un conjunto de formas biológicas como árboles, arbustos, bejucos, hierbas, palmas, musgos y otras, dispuestos generalmente en forma de estratos. Los musgos, líquenes, quiches y otras plantas (hongos), se encuentran por lo general en situación de parasitas o en simbiosis con otras plantas

		o directamente sobre las rocas. Son frecuentes las especies tales como chite, romero, tuno negro, cucharo, piojito, chorotico, frailejón y helechos; el tuno el encenillo, el laurel de cera, el gaque, el arrayan, el mortiño, la tagua, el encenillo, el cucharo y el mortiño, el gaque, la tagua y el ajicillo.
Pajonal	Su permanencia se debe a las frecuentes quemadas destinadas a favorecer el rebrote de la paja, muy apetecida por el ganado.	Caracterizado por la paja de ratón (Calamagrostis), acompañada de frailejón, chite y otras especies.
Humedal	Es un tipo de vegetación de lugares turbosos, mal drenados.	Aliso, amarguero blanco, cortadera, amarguero negro, botoncillo, helechos, cardosanto, tibar y juncos. En zonas inundables son frecuentes el Barbasquillo, cortaderas, Juncos, Eneas, Clavito y sombrerito.
Potrero arbolado	Es una pradera con árboles aislados o algo juntos.	El encenillo, el ajicillo, la chucua, el amarillo y otras nativas. Especies exóticas tales como eucalipto y pinos son frecuentes a lo largo de cercas, aunque crecen otras nativas dispersadas por la fauna nativa.
Potreros	Corresponde a un área delimitada, colonizada por plantas o pastos naturales, naturalizados y mejorados.	Kikuyo, junto con carretones, pasto olor, pasto pulga, ray grass y hierbas tales como diente de león, guargueron, chicoria y otras.
Plantaciones forestales	Son áreas en las cuales se han adelantado prácticas de reforestación con especies introducidas.	Las especies más utilizadas son pinus patula, pinus radiata, cipres y eucalipto común. Se usan para maderas varias, cercas vivas, rompe vientos y sombrío.

Fuente. Tomado y adaptado Agenda Ambiental Municipio La Calera, 2014

6.1.1.7 Fauna

De acuerdo con los registros de la agenda ambiental (2014) en el municipio se registra un total de 173 especies de posible ocurrencia en la zona, la diversidad alta que tiene se puede asociar a la oferta que ofrece el bosque andino.

En La Calera podemos encontrar 55 posibles especies de mamíferos, siendo los murciélagos una representación importante con 18 especies. De las 55 especies de

mamíferos 22 son típicas de los pisos térmicos fríos y de páramo y las 16 especies restantes corresponden a especies de distribución cosmopolita. En cuanto a la distribución geográfica de las especies, solamente dos *Marmosa regina* y *Akodon chapmani*, presentan un marcado endemismo en las montañas cercanas a Bogotá.

Respecto a los reptiles y anfibios se evidencia una baja presencia que se limita a unos pocos lagartos, serpientes, ranas, bufos e hylas que se encuentran en zonas húmedas, pantanos, fangales, y cuerpos de agua. Los reptiles se limitan a unos pocos lagartos y serpientes como sabanera, cazadora y dormilona y de los anfibios también hay muy pocos registros, limitados a ranas, bufos e hylas. [14]

6.1.1.8 Amenazas y riesgos

El riesgo está definido como el daño potencial sobre la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. En el municipio de La Calera, se encuentran dos tipos de amenazas, de origen antrópico:

- **Vertimientos:** se presentan 44 vertimientos sobre el Río Teusacá

, y de origen natural:

- **Deslizamientos:** se están presentando en un 59% del territorio, originado por acción de la gravedad y/o por saturación hídrica de las formaciones superficiales

- **Inundaciones:** teniendo en cuenta el fenómeno de la niña, las fuentes hídricas del Municipio se sobrecargan causando inundaciones y/o encharcamientos principalmente en sectores del área urbana, el área rural hacia la zona del valle Teusacá.

- **Incendios:** los eventos de mayor ocurrencia son los incendios forestales, esta problemática se presenta en todo el territorio, donde se encuentran bosques nativos o plantados y es en la temporada de verano cuando se presenta el riesgo más alto.

Las áreas de amenaza y riesgo incluyen las zonas que representan alto riesgo para la localización de asentamientos humanos por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad [14]

6.1.2. Identificación de ecosistemas que hacen parte de la estructura ecológica principal

Tabla 4. Ecosistemas objeto de estudio

Punto	Nombre del sitio	Coordenadas	Foto	Ecosistema
P1	Cultivo de papa	4°40'0.2" N - 73°58'54.4" W		Agro-ecosistema

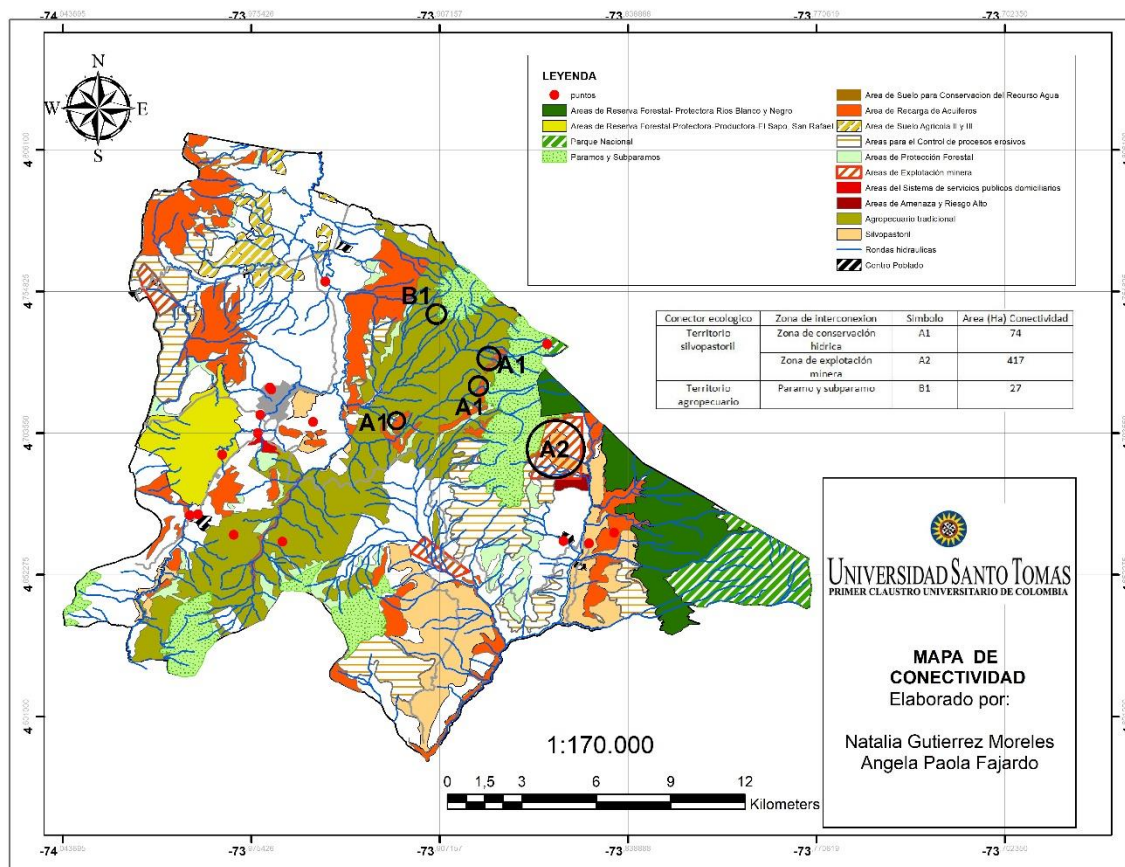
P2	Observatorio de colibries	4°39'51.3" N - 73°57'51" W		Bosque alto-andino
P3	Embalse San Rafael	4°41'44.5" N - 73°59'9.6" W		Bosque alto-andino, regulación ecológica y oferta hídrica
P4	Parque Municipal La Calera	4°43'12" N - 73°58'7.3" W		Urbano
P5	Camino al Meta	4°42'37.7" N - 73°58'22.1" W		Bosque alto-andino
P6	Río Teusacá (Alto)	4°43'27.3" N - 73°57'11" W		Hídrico
P7	Río Teusacá (Medio)	4°43'9,38" N - 73°58'5,54 W		Hídrico
P8	Río Teusacá (Bajo)	4°40'25,73"N - 73°59'44,39"W		Hídrico
P9	Humedal La Chucua	4°40'02.9"N - 73°50'38.3"W		Humedal
P10	Zona Residencial San José	4°45'29,65" N - 73°57'16,67" W		Urbano
P11	Cascada Guasimal	4°39'49.0"N - 73°51'11.1"W		Bosque alto-andino

P12	Parque Chingaza	4°44'11" N - 73°52'41" W		Páramo
P13	Río Blanco	4°39'49,6" N - 73°51'53.2" W		Hídrico
P14	Cemex	4°42'12,76" N - 73° 58'23,13"W		Industrial
P15	Finca	4°40'27" N- 73°59'41" W		Agro- ecosistema

Fuente. Autores

6.1.3. Conectividad del área de estudio

Figura 11. Mapa de conectividad.



Fuente. Autores

La pérdida de los hábitats naturales ha sido uno de los mayores problemas ecológicos durante los últimos años; esta gran pérdida de hábitat natural ha hecho que la fragmentación de los ecosistemas se convierta en el mayor problema que afronta la biodiversidad mundial. [23] La fragmentación tiene profundas repercusiones en la reducción de poblaciones de especies con amplios rangos de hábitat, lo cual a su vez trae como consecuencia la desestabilización de comunidades enteras; la destrucción del hábitat altera el microclima, lo cual hace sinergia para afectar procesos ecológicos bióticos y abióticos.

Finalmente, la fragmentación provoca el aislamiento de los ecosistemas, rompiéndose procesos ecológicos como la polinización, dispersión de semillas y la relación predador-presa, los cuales dependen de animales que sirven como vectores. [20]

Estas fragmentaciones de los ecosistemas se pueden identificar en el mapa de uso de suelo del municipio, teniendo en cuenta que los bosques originales fueron intervenidos generando actualmente bosques secundarios en gran parte del municipio, por lo que se han tomado medidas para la conservación de éstos frente a la creciente urbanización.

Bosque secundario: Las especies más dominantes son el Helecho (*Tracheriphyta*) que favorece la aparición de especies que tienen una alta conectividad ecológica como el Encenillo (*Weinmannia* sp), Mortiño (*Hesperomeles* sp), Tuno (*Miconia* sp), Cucharo (*Clusia* sp) y el Pegamosco (*Befaria* sp) entre el observatorio de colibríes con la cascada Guasimal, gracias a la dispersión de semillas y polinización de especies como el Colibrí oreja violeta (*Colibrí thalassinus*); Colibrí rutilante (*Colibrí coruscans*); Colibrí gorgiamatista (*Heliangelus amethysticollis*).

Matorral: Las especies representativas del matorral alto en el estrato superior fueron: Mulato hojiancho (*Ilex kunthiana*), Arrayán (*Myrcianthes leucoxylla*), Cucharo (*Myrsine guianensis*)

Vegetación pionera: Está dominada por plantas herbáceas como piojito y paja de ratón, bejucos como el zarcillejo y vegetación palmoide como el frailejón.

Plantaciones forestales: Las especies más utilizadas son pinus patula, pinus radiata, cipres y eucalipto común, respecto a fauna el Mirlo (*turdus merula*) tienen una gran importancia ecológica al permitir la diseminación de semillas.

6.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS OBJETO DE EVALUACIÓN

Se identificaron los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del municipio bajo los ítems establecidos en el documento “*Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*”, 2018, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible – Autoridad nacional de licencias ambientales, el cual clasifica los servicios ambientales de aprovisionamiento, soporte, regulación y culturales. [17] A partir de estos criterios se diseñó una matriz de valoración cuntitativa, en la cual se asignaron valores para calificarlos cuantitativamente a partir de su valor de importancia: alta 7 - 9, media 4 -6, baja 1 -3, no aplica 0, a continuación se observa un ejemplo en la tabla 5. (*Ver matriz de servicios ambientales en anexo 2*)

Tabla 5. Síntesis de la Matriz de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del municipio

CATEGORÍA DE SERVICIO	SERVICIO ECOSISTÉMICO	ESTADO ACTUAL				TENDENCIA FUTURA				PROBLEMÁTICA				DEPENDENCIA DE LAS COMUNIDADES				DEPENDENCIA DEL ECOSISTEMA			
		ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A
APROVISIONAMIENTO	CALIFICACIÓN																				
	DESCRIPCIÓN	Suele ser una de protección, regula el flujo de agua, ya que es capaz de retener en su estructura grandes volúmenes de agua y controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas. Como servicio de apoyo a la producción primaria y la formación del suelo y el ciclo de nutrientes, además cumple la función reguladora de clima.				Aumento del área de protección de la reserva la Chucua, con el fin de acrecentar la protección y conservación del ecosistema para disminuir el riesgo de inundación agrícola y ganadera, y el turismo irresponsable, generando así mismo un aumento en la conservación de flora y fauna.				Este ecosistema se ve afectado por la infraestructura que hace parte del acueducto el cual condensa las aguas para abastecer a las veredas de la zona, también por el pastoreo, caza, turismo irresponsable, caza, etc.				Brinda servicios ecosistémicos de soporte, regulación y cultural a las comunidades aledañas. Económicamente la Reserva la Chucua aporta beneficios a las comunidades, debido al turismo tan elevada que existe por las actividades que cuenta la reserva, entre ellas cacería, humedales y quebradas.				La cacería se encuentra en la reserva la Chucua, que para una variedad de ecosistemas hidrícos y Altamiranos, las cuales aportan una cantidad de biodiversidad ecológica como un alto ciclo de nutrientes, captura de carbono, regulación climática, control biológico, fertilidad del suelo y condiciones en la formación del suelo, además aporta ecosistemas que contribuyen al aumento de la biodiversidad y conservación de flora y fauna.			
	Agua	7				9				6				9				9			
	Alimento por agricultura				0				0				0				0				0
	alimento por ganadería				0				0				0				0				0
	biomasa	9				9				4				9				9			
	Carne y pieles (cacería)		6				2			5				6							0
	Fibras y resinas		4				2			5				6							0
	Madera		4				2			5				6							0
	Productos forestales no maderables		4				2			5				6							0
	Pesca y/o acuicultura (recursos pesqueros)				0				0				0	6							0
	Plantas medicinales		6			7				1				6							0
SOPORTE	Ciclo de nutrientes	9				9				3				9				9			
	Captura de carbono	9				9				2				9				9			
	Fertilidad del suelo	9				9				2				9				9			
	Formación de suelo	9				9				2				9				9			
	Hábitat para especies	9				9				2				9				9			
	Producción primaria	9				9				2				9				9			
REGULACIÓN	Control de la erosión	9				9				2				9				9			
	Regulación climática	9				9				2				9				9			
	Control biológico	9				9				2				9				9			
	Depuración del agua	9				9				2				9				9			
	Polinización	9				9				2				9				9			
	Purificación de aire	9				9				2				9				9			
CULTURALES	Regulación hídrica	9				9				2				9				9			
	Recreación y turismo	9					4			8				9							0

Fuente. Tomado y adaptado del documento “Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales”, 2018, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible – Autoridad nacional de licencias ambientales

Después de asignar el valor de importancia de los servicios ambientales en cada punto de muestreo, se determinó el porcentaje de la sumatoria vertical y horizontalmente, con el fin de relacionar los servicios y analizarlos para determinar cuáles son los de mayor relevancia prestados por los ecosistemas identificados.

La Tabla 6 representa un ejemplo de la síntesis de todos los ítems evaluados dentro de la matriz con sus respectivos resultados.

Tabla 6. Evaluación servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del municipio

CATEGORÍA DE SERVICIO	SERVICIO ECOSISTÉMICO	ESTADO ACTUAL				TENDENCIA FUTURA				PROBLEMÁTICA				DEPENDENCIA DE LAS COMUNIDADES				DEPENDENCIA DEL ECOSISTEMA				TOTAL
		ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	ALTO	MEDIO	BAJO	N/A	
APROVISIONAMIENTO	CALIFICACIÓN																					
	DESCRIPCIÓN	Alta la oferta de agua en ríos y quebradas, pero la contaminación y explotación excesiva de la flora y fauna, refugio para fauna silvestre, y la explotación de animales de agua, lo que hace considerar el área como una zona de gran importancia biológica.				Considerar el área como una zona protegida, con el fin de conservar la biodiversidad y conservación del ecosistema para disminuir situaciones de inseguridad alimentaria y ganadera, y el ser una irremediable, generando así mismo un control en la conservación de flora y fauna.				El crecimiento de la población en zonas de ladera, es una amenaza de uso del suelo y la pérdida de cobertura vegetal debido a la actividad agrícola, modifica el régimen hidrológico del territorio, es una amenaza a la seguridad, salud y vida del agua.				Baja la oferta de agua en ríos y quebradas, pero la contaminación y explotación excesiva de la flora y fauna, refugio para fauna silvestre, y la explotación de animales de agua, lo que hace considerar el área como una zona de gran importancia biológica.				El área tiene una alta oferta de agua, pero la contaminación y explotación excesiva de la flora y fauna, refugio para fauna silvestre, y la explotación de animales de agua, lo que hace considerar el área como una zona de gran importancia biológica.				
	Agua	8				9				5				7				9				7,6
	Alimento por agricultura		6			8				9				8							0	6,2
	alimento por ganadería		6			7				8				8							0	5,8
	biomasa	8				7				5				5				8				6,6
	Carne y pieles (cacería)			3		4				8				4							0	3,8
	Fibras y resinas			3		4				8				5							0	4
	Madera		4			4				8				6							0	4,4
	Productos forestales no maderables		4			5				8				6							0	4,6
	Pesca y/o acuicultura (recursos pesqueros)	8				8				8				7							0	6,2
	Plantas medicinales		5			6				5				4							0	4
	TOTAL	5,5				6,2				7,2				6				1,7				5,32
SOPORTE	Ciclo de nutrientes	8				7				8				6				8				7,4
	Captura de carbono	8				7				5				6				8				6,8
	Fertilidad del suelo	7				6				8				7				8				7,2
	Formación de suelo	8				7				8				7				8				7,6
	Hábitat para especies	8				5				8				6				8				7
	Producción primaria	7				6				7					3					4		5,4
	TOTAL	7,7				6,3				7,3				5,8				7,3				6,9
REGULACIÓN	Control de la erosión		5			4				6				5				7				5,4
	Regulación climática	9				9				7				7				8				8
	Control biológico	7				9					3					0				3		4,4
	Depuración del agua	8				9				7				7				8				7,8
	Polinización	8				9				6				8				8				7,8
	Purificación de aire	9				9				7				7				9				8,2
	Regulación hídrica	9				9				7				8				9				8,4
	TOTAL	7,9				8,3				6,1				6				7,4				7,1
CULTURALES	Recreación y turismo			2		4					3				3						0	2,4
	Espirituales y religiosos			0		0					0				0						0	0
	TOTAL	1				2				1,5				1,5				0				1,2

Fuente. Tomado y adaptado del documento “Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales”, 2018, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible – Autoridad nacional de licencias ambientales

A continuación en la tabla 7, se observa el respectivo análisis de identificación de los servicios más importantes por cada punto de muestreo:

Tabla 7. Análisis de servicios ecosistémicos

PUNTO DE MUESTREO	ECOSISTEMA	ANÁLISIS
Cultivo de papa	Agro-ecosistema	De acuerdo con los resultados de la matriz, se observó que los servicios más representativos en este ecosistema son alimento por agricultura y ganadería, fertilidad del suelo, producción primaria, regulación climática, purificación del aire. Existe una alta dependencia de las comunidades por los servicios de soporte y regulación, de los servicios de aprovisionamiento se destacan únicamente los aspectos de la ganadería y alimento, y es por esta razón que no son ecosistemas que proveen un alto porcentaje en esta clasificación.
Observatorio de aves	Bosque alto-andino	Respecto a la matriz de servicios ecosistémicos, se observó que, en cuanto al aprovisionamiento, el observatorio no ofrece gran cantidad de estos servicios, debido a que es un lugar de reserva ecológica de aves que cuenta con un ecosistema de bosque alto-andino y sub- páramo. De acuerdo, al soporte del observatorio en su mayoría de servicios es alto ya que principalmente es un hábitat para las especies y el suelo cuenta con condiciones altas de fertilidad, ciclaje de nutrientes y control de erosión. Este observatorio también es importante por la regulación climática que ofrece por su ecosistema, así como la polinización y purificación del aire.
Embalse San Rafael	Bosque alto-andino, regulación ecológica y oferta hídrica	Se identifica que existe una alta dependencia de las comunidades y del ecosistema por los servicios de soporte como la captura de carbono, fertilidad del suelo, hábitat para especies y producción; de regulación como control biológico, depuración del agua, regulación hídrica y climática; y culturales como recreación y turismo. Se observa que la tendencia futura del ecosistema será media, lo que indica que los servicios mencionados anteriormente disminuirán en este punto, debido a la construcción del parque ecológico San Rafael. El único servicio de aprovisionamiento es agua, sin embargo es el de mayor importancia debido a que el embalse pertenece al sistema de abastecimiento de agua de Bogotá y otros municipios aledaños.

Parque municipal	Urbano	El parque municipal de La Calera, no cuenta con servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, soporte y regulación, puesto que es un lugar principalmente cultural, donde se encuentra la iglesia principal con un alto significado religioso, así como las zonas más importantes para la comunidad como es la alcaldía y la zona donde se realizan la mayoría de los eventos culturales.
Camino al meta	Bosque alto-andino	Los servicios ecosistémicos de mayor relevancia en este punto de muestreo son de aprovisionamiento como agua y biomasa; de soporte como ciclaje de nutrientes, amortiguación de perturbaciones, captura de carbono, fertilidad del suelo, formación de suelo, hábitat para especies, producción primaria; y regulación como control de la erosión, regulación climática, control biológico, depuración del agua, polinización, purificación del aire, regulación hídrica, regulación de riesgos naturales. Estos servicios ofrecidos por el ecosistema hacen referencia a procesos ecológicos que mejoran, o en algunos casos hacen posible la vida humana. Este ecosistema también es importante por los servicios culturales, muchas personas eligen pasar su tiempo libre en contacto con la naturaleza por sus servicios recreativos y de ecoturismo.
Río Teusacá	Hídrico	En cuanto a la categoría de aprovisionamiento, el río Teusacá es calificado como alto en el servicio de agua por ser el principal río del municipio, donde no sólo se abastece el consumo humano si no es la provisión para las principales actividades como la agricultura y la ganadería, adicional el río es base de un ecosistema de bosque alto-andino donde se presentan actividades como la caza, la pesca, la producción de madera, resinas y fibras. Tanto en los servicios de regulación y soporte el río es calificado como alto ya que no sólo su cauce es importante si no el ecosistema que se encuentra alrededor de él ofreciendo servicios de regulación climática, captura de carbono, hábitat para especies, fertilidad del suelo y ciclaje de nutrientes. Sin embargo, la problemática también es alta ya que no se le hace un buen uso del recurso y es altamente contaminado por las diferentes actividades que realiza el municipio como las cementeras y pasteurizadoras, así, como la extensión de la agricultura y la ganadería.

Humedal la chucua	Humedal	Uno de los principales servicios que ofrece el humedal alto-andino es el aprovisionamiento de agua, no solamente para el abastecimiento de las comunidades humanas residentes en sus alrededores, sino también para la generación hidroeléctrica y el consumo humano aguas abajo. Además el humedal presta servicios de soporte como ciclaje de nutrientes, amortiguación de perturbaciones, captura de carbono, fertilidad del suelo, formación de suelo, hábitat para especies, producción primaria; y de regulación como control de la erosión, regulación climática, control biológico, depuración del agua, polinización, purificación del aire, regulación hídrica, regulación de riesgos naturales, de los cuales existe una dependencia alta de las comunidades y el ecosistema. También representa un invaluable patrimonio cultural por su significado espiritual y religioso para numerosas comunidades indígenas y campesinas.
Zona residencial San José	Urbano	En la zona residencial de San José se encuentra un bosque secundario intervenido por la expansión de las viviendas del municipio, sin embargo, es calificado como medio y bajo, ya que, el bosque sigue contando con servicios ecosistémicos como la producción de madera, caza, alimento por agricultura y ganadería, en cuanto al aprovisionamiento. En cuanto al soporte y regulación también es calificado como medio, debido a que sigue siendo un lugar donde habitan diferentes especies, así, como es reguladora de clima, hay polinización, entre otros servicios. Su problemática es alta ya que cada vez más siguen proyectos de construcción en la zona interviniendo aún más el bosque secundario y perdiendo los servicios generales que ofrece, reemplazándolos por solo vivienda extensiva.
Cascada Guasimal	Bosque alto-andino	Este ecosistema brinda todos los servicios de soporte y regulación, además por pertenecer a la reserva la Chucua es un lugar turístico muy visitado debido a su variedad paisajística, pues actúa como conservador de fauna y flora. En menor medida brinda servicios de aprovisionamiento con una dependencia alta de las comunidades, a pesar de ser un ecosistema capaz de brindar estos servicios en una alta proporción, se ve afectado debido a la

		intervención del acueducto, la caza, el turismo irresponsable, es por eso que se recomienda el aumento del área de protección de la reserva la Chucua, con el fin de acrecentar la protección y conservación del ecosistema y poder así mantener un equilibrio ecológico.
Parque Chingaza	Páramo	El parque Chingaza es una zona que presenta una alta biodiversidad y es uno de los ecosistemas que más servicios ecosistémicos ofrece, en cuanto a los servicios de aprovisionamiento, soporte, regulación y culturales es calificado en su estado actual como alto, ya que es un parque natural muy visitado y la comunidad presenta una dependencia alta del mismo por el abastecimiento de agua no solo para el municipio, sino también para la ciudad de Bogotá, así, como la importancia que tiene al albergar los más importantes refugios biológicos para especies animales y vegetales. Sin embargo, la problemática que se maneja en el parque en los servicios de soporte y regulación es alta, ya que el ecosistema presenta un alto grado de vulnerabilidad, no sólo por ser ecosistemas frágiles, sino por la serie de problemas socioeconómicos de la región y el país entero. Teniendo como consecuencia principal especies vulnerables que el Parque alberga, como: el Oso de anteojos (<i>Tremarctos ornatus</i>) y la Danta de páramo (<i>Tapirus pinchaque</i>).
Río Blanco	Hídrico	Este ecosistema brinda servicios de aprovisionamiento, soporte, regulación y culturales, lo que lo hace un posible ecosistema estratégico por su alta dependencia de las comunidades. Sin embargo, los valores no son tan altos como se espera de un cuerpo hídrico tan grande como río Blanco, ya que debido al asentamiento de la población en zonas de ladera, el cambio de uso del suelo y la pérdida de cobertura vegetal por la actividad agrícola, se modifica el régimen hidrológico del territorio, así como la condiciones de calidad, cantidad y uso del agua. Por esta razón se propone elaborar legislaciones claras y estrictas sobre el tratamiento, la conservación y gestión de este cuerpo de agua.
Cemex	Industrial	La industria de Cemex sólo ofrece un servicio de aprovisionamiento de agua ya que la Planta Santa Rosa, cuenta con un sistema de suministro de

		agua para consumo industrial y consumo humano. Cemex está ubicada en un ecosistema de bosque alto-andino y secundario intervenido, así, que, si cuenta con servicios ecosistémicos de regulación y soporte medios funcionando además como hábitat para especies, también de regulación climática, depuración de agua, purificación de aire, entre otros. La dependencia de las comunidades es media y baja ya que la industria actúa como sostenimiento de muchas de ellas, por su generación de empleo.
Finca	Agro-ecosistema	Este agro-ecosistema brinda servicios de soporte y regulación en proporción media, con una alta dependencia de estos servicios por parte de las comunidades. Los servicios de aprovisionamiento se destacan únicamente los aspectos de la ganadería y cultivos (alimento), y biomasa, por esta razón no son ecosistemas que proveen un alto porcentaje en esta clasificación. Los servicios más importantes en los agro-ecosistemas son la polinización, el control natural de plagas, la provisión de agua y el mantenimiento del suelo.

Fuente. Autores

6.3. VALORACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PRESENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó la evaluación integral para la respectiva determinación de los ecosistemas estratégicos del Municipio, a partir de los resultados obtenidos de la matriz de ecosistemas estratégicos elaborada bajo las categorías de importancia ecosistémica y la metodología Corine Land Cover (*Ver matriz de ecosistemas estratégicos en Anexo 3*).

Para el cálculo se dividió la sumatoria de los ítems que aplicaban para cada punto de muestreo entre la cantidad de indicadores que tuvieran un valor entre “1” (uno) y “9” (nueve). A las casillas representadas con valor “0” (cero) se les determinó como indicadores que no están presentes o que no determinan la función del ecosistema en absoluto y no se tomaron en cuenta dentro de los cálculos.

Las siguientes tablas representan un ejemplo de la síntesis de los ítems evaluados dentro de la matriz de ecosistemas estratégicos:

Tabla 8. Síntesis de la matriz de biodiversidad de ecosistemas estratégicos del Municipio

BIODIVERSIDAD				
INDICADORES DE EVALUACIÓN				PARQUE CHINGAZA
	leve	moderada	severa	N/A
ZONA DE APTITUD AMBIENTAL				
Bosques primarios y secundarios intervenidos				0
Reservas hidrológicas y naturales			1	
Áreas de sistemas de parques naturales			1	
Refugios de fauna y flora			1	
Zonas de recarga hidrogeológica			1	
Áreas de reserva forestal			1	
CONSERVACIÓN Y SIGNIFICANCIA AMBIENTAL				
Zonas de nacimiento de las corrientes de aguas subterráneas			1	
Áreas alto andinas			1	
Lagos naturales, humedales			1	
Ecosistemas naturales de gran biodiversidad			1	
Márgenes de ríos y quebradas.			1	
Estas áreas incluyen los ecosistemas cuya estructura no ha sido seriamente degradada y que prestan servicios ecológicos vitales.			1	
FRAGILIDAD AMBIENTAL				
Bosque primario			1	
Nacimientos de agua			1	
humedales			1	
TOTAL			1	

Fuente. Autores

Tabla 9. Síntesis de la matriz de demanda de ecosistemas estratégicos del Municipio

DEMANDA		PARQUE CHINGAZA			
USO DE SUELO	TIPO DE USO	leve	moderada	severa	N/A
SUPERFICIES ARTIFICIALES					
	Usos urbanos				0
	Usos industriales, comerciales y de transporte				0
	Usos mineros, vertederos y construcción				0
	Zonas verdes artificiales no agrícolas				0
USOS AGRÍCOLAS					
	Tierras de labor				0
	Cultivos permanentes				0
	Pastos permanentes				0
	Zonas agrícolas mixtas				0
USOS FORESTALES. VEGETACIÓN NATURALES Y ESPACIOS ABIERTOS					
	Bosques naturales			1	
	Vegetación arbustiva y/o herbácea			1	
	Zonas con escasa o nula vegetación				0
SUPERFICIES DE AGUA					
	Aguas continentales			1	
	Aguas marinas				0
TOTAL				1	

Fuente. Autores

Tabla 10. Síntesis de la matriz de Oferta de ecosistemas estratégicos del municipio

USO POTENCIAL DEL SUELO-APTITUD	
CLASE AGROLÓGICA	APTITUD DE USO DEL SUELO
I	Amplia diversidad de cultivos transitorios y perennes
II	La elección de cultivos transitorios y permanentes no es tan amplia como en la Clase I
III	Presenta una o varias limitaciones más altas que la clase II que inciden en la selección de los cultivos
IV	Por la limitación o limitaciones tan severas que pueden ocurrir, la elección de cultivos transitorios y perennes es muy restringida
V	Esta limitado principalmente a pastos, bosques o núcleos de árboles y de vida silvestre
VI	Suelos con aptitud especial para pastoreo con buen manejo de potrero o cultivos permanentes y bosques. Se encuentran sectores para explotarlos con cultivos limpios de subsistencia

Fuente. Tomado y adaptado del documento “Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso”, 2014, IGAC

Tabla 11. Síntesis de la matriz de riesgos de ecosistemas estratégicos del Municipio

RIESGOS	PARQUE CHINGAZA			
	leve	moderado	severo	N/A
Remoción en masa			3	
Erosión		4		
Inundaciones		6		
Ablanchas				0
Sequías	9			
Incendios		6		
Sismos		5		
Deslizamientos			2	
TOTAL	5			

Fuente: Autores

Tabla 12. Síntesis de la matriz de área geográfica de ecosistemas estratégicos del Municipio

ÁREA	PARQUE CHINGAZA			
	leve	moderada	severa	N/A
LOCAL			1	
REGIONAL			1	
TOTAL	1			

Fuente. Autores

Después de calificar cada ecosistema, se realizó la evaluación integral para finalmente determinar cuáles puntos de muestreo serían ecosistemas estratégicos del municipio La Calera.

En la tabla 13. Se representa un ejemplo de la matriz de evaluación integral a partir de la cual se llevó a cabo los análisis que definieron los ecosistemas estratégicos.

Tabla 13. Matriz de evaluación integral

	PARQUE CHINGAZA			
	leve	moderado	severo	N/A
Equilibrio ecológico y biodiversidad			1	
Procesos productivos-oferta				
Procesos productivos-demanda			1	
Conflictos		6		
Riesgos		5		
Área geográfica			1	

Fuente. Autores

A partir de los indicadores de biodiversidad se observa que los puntos mas representativos en cuanto a conservación de fauna y flora son el observatorio, camino al Meta, río teusacá, humedal, la cascada, el parque Chingaza y río blanco. Sin embargo los valores más altos se presentan en el río Teusacá, río Blanco y parque Chingaza, estos valores resaltan entre los demás, debido a que estos ecosistemas proveen la mayor cantidad de servicios ecosistemicos, proveen reservas hidrológicas, son también pasadores ecológicos importantes, además pertenecen a áreas protegidas cuyas restricciones permiten que la calidad y el equilibrio ecológico sea superior al de otros ecosistemas.

Es importante que se logre un adecuado manejo a la biodiversidad ya que entre otros aspectos muchas plantas y animales silvestres pueden ser la base para la elaboración de medicinas, fibras, alimentos y nuevas formas genéticas, diseñadas y manejadas por el hombre. La biodiversidad es el capital biológico del mundo y representa opciones estratégicas para su uso sostenible.

El ítem por demanda de recursos muestra que los usos en su mayoría son agrícolas y forestales, por esta razón se observa que los puntos en donde existen estos tipos de usos, quedan con una calificación leve debido a que los ecosistemas se ven

fragmentados y por ende deteriorados indicando una calidad del suelo insuficiente. Se observa que el río Teusacá, el observatorio, río Blanco, humedal la Chucua, casacada Guasimal y el parque Chingaza son los ecosistemas más representativos, debido a que estos puntos hacen parte de áreas protegidas, en donde las actividades agropecuarias, industriales y urbanas no están permitidas, indicando que la demanda de recursos será mayor en estos ecosistemas gracias a sus características actuales de uso.

El Nivel de riesgo se selecciona partiendo de la incidencia y afectación que ha tenido la amenaza dentro del Municipio, el promedio de calificación de riesgos presenta a los ríos Teusacá y Blanco, al humedal la Chucua, y a la zona residencial San José, como los ecosistemas con una vulnerabilidad severa por la remoción en masa, erosión, inundaciones y sequías. En el POT del municipio las áreas de alto y medio riesgo se consideran suelos de protección, sin embargo en este estudio se observó que no todas las áreas de alto riesgo se encuentran registradas actualmente en el POT de La Calera, para ello se debe hacer una actualización en el Plan de Manejo de Riesgos del Municipio, en el que se tengan las nuevas consideraciones de ecosistemas de alto riesgo.

La zona residencial San José y los ríos Teusacá y Blanco, presentaron la calificación más relevante del estudio, debido a que por un lado la zona residencial San José es un área de Bosque Alto-andino intervenido para la urbanización, construcciones de grandes proyectos residenciales de alto estrato económico, estos proyectos junto a los usos agrícolas, carecen de inversión ambiental y social, por esta razón se presenta la degradación del suelo y deterioro del paisaje.

Por otro lado los ríos presentan asentamiento de la población en zonas de ladera, así como el cambio de uso del suelo y la pérdida de cobertura vegetal, también la actividad agrícola, que modifican el régimen hidrológico del territorio generando procesos de erosión, deslizamientos, e inundaciones que arrastran material que daña la infraestructura del municipio.

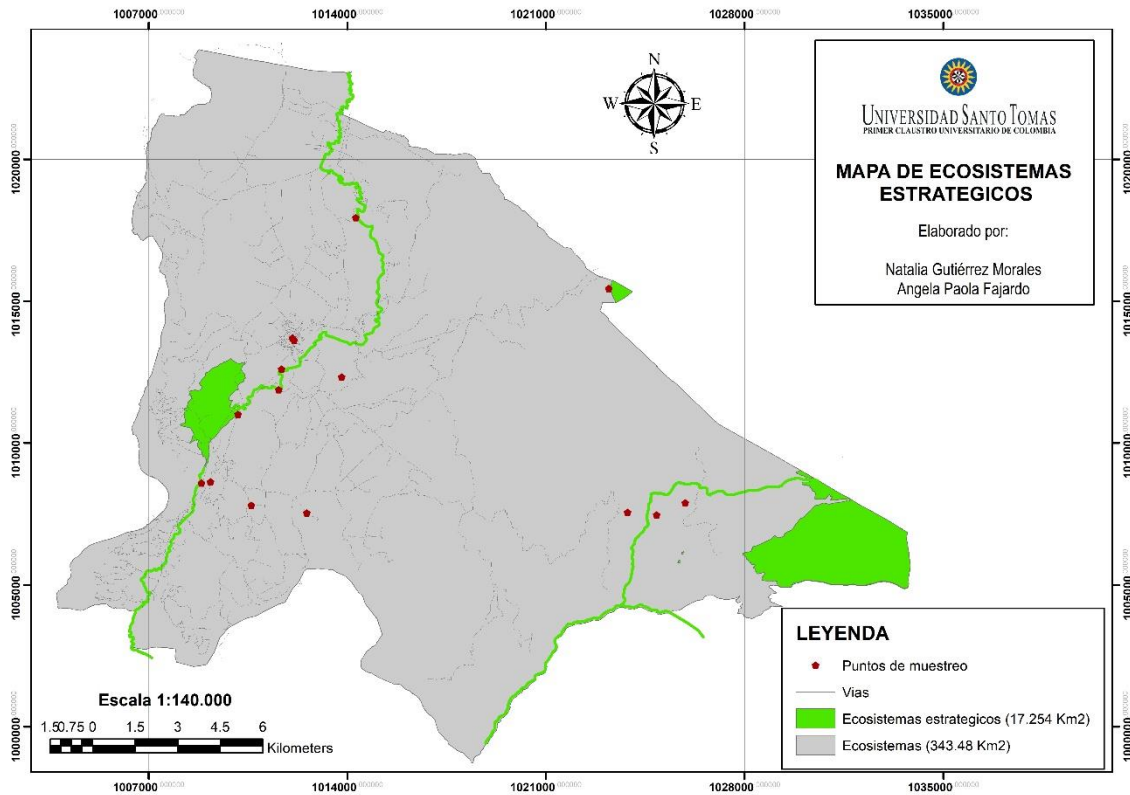
Todos los ecosistemas presentan una importancia local moderada o severa, ya que algunos son generadores de empleo, o tienen una importancia turística, o son conectores importantes de flora y fauna, sin embargo, regionalmente los únicos que tienen una importancia son el observatorio, el embalse, río Blanco y Teusacá, y el parque Chingaza ya que estos ecosistemas son los mayores prestadores de servicios ecosistémicos a nivel regional, actúan como grandes conservadores de flora y fauna, el embalse San Rafael se encuentra dentro del sistema de abastecimiento de agua de Bogotá el cual provee el río Teusacá.

Para la priorización y caracterización de los ecosistemas estratégicos se tuvo en cuenta las características ecológicas de los ecosistemas y su valor de uso. A partir de la matriz de evaluación integral de los ecosistemas estratégicos, se analizó y se definió cuáles ecosistemas eran de mayor importancia por biodiversidad, oferta, demanda, conflictos, e importancia según su posición geográfica.

El siguiente mapa representa los ecosistemas estratégicos del municipio de La Calera (Figura 11) siendo el resultado de la evaluación anteriormente realizada. Muestra en

color verde los ecosistemas estratégicos los cuales se conforman de los ecosistemas Bosque alto-andino (embalse San Rafael), hídrico (río Blanco, río Teusacá), y páramo (parque Chingaza).

Figura 12. Mapa de ecosistemas estratégicos.



Fuente. Autores

7. IMPACTO SOCIAL Y HUMANÍSTICO DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta que los ecosistemas de la calera se encuentran en estado de vulnerabilidad de ser fragmentados y presentar el consecuente cambio de uso debido a la construcción de la conexión vial norte de Bogotá, por lo cual la comunidad se ha visto afectada debido a que los servicios que prestan estos ecosistemas son productivos, económicos y domésticos, y como han sido alterados tienen una consecuencia socioeconómica sobre el municipio, por tal motivo en esta Investigación se identificaron los ecosistemas del municipio de la Calera y se determinó su condición como ecosistemas estratégicos.

El impacto social de esta investigación se enmarcó en la caracterización de los ecosistemas estratégicos del municipio, para que pueda brindar pautas y lineamientos de conservación que permitan mantener un equilibrio vital entre la comunidad y la biodiversidad, esto, debido a que la conservación de los ecosistemas es un interés común de toda la humanidad y tiene importancia fundamental para satisfacer sus necesidades básicas ya sea oxígeno, alimento, vestimenta y salud. La conservación y el uso sostenible de los recursos permite avanzar hacia un modelo de economía verde y un desarrollo que minimice el impacto de las actividades humanas.

8. CONCLUSIONES

- Los ecosistemas estratégicos establecidos de más importancia fueron el ecosistema de bosque alto-andino, páramo y ecosistema hídrico, relacionados en los puntos del embalse de San Rafael, río Blanco y Teusacá y el parque Natural Chingaza, debido a que los mayores prestadores de servicios ecosistémicos a nivel regional, actuando como grandes conservadores de flora y fauna, y aprovisionamiento de agua de Bogotá y los municipios aledaños.
- A partir de la valoración realizada para los ecosistemas estratégicos bajo indicadores de biodiversidad se determinó que los puntos más representativos en cuanto a conservación de fauna y flora son el observatorio, camino al meta, río Teusacá, humedal, la cascada, el parque Chingaza y río Blanco.
- La zona residencial San José presenta una alteración del suelo y del paisaje, debido a que es un área de bosque alto-andino que ha sido intervenida para proyectos de urbanización de alto estrato económico
- Los agro-ecosistemas no se establecieron como puntos de ecosistemas estratégicos, sin embargo, la actividad agrícola tiene una alta importancia en el aspecto socioeconómico del municipio, no sólo para la subsistencia sino también para la venta comercial.
- El municipio de La Calera no tiene una representación alta de conectividad ecológica, por esto se puede enfatizar en la restauración y rehabilitación de los conectores ecológicos

9. RECOMENDACIONES

- Ejecutar un programa de desarrollo para la preservación con sub programas de conservación de los parques naturales, preservación de áreas de páramo y sub-páramo, subprogramas de protección de especies amenazadas.
- Reducir los impactos negativos en el aire, suelo y en los cuerpos de agua, generados por la industrias cementeras y pasteurizadoras del municipio de La Calera, haciendo un seguimiento más estricto al control de emisiones y vertimientos.
- El municipio de La Calera, debe llevar a cabo programas ambientales dirigidos a la comunidad para mostrar la intención de preservar, conservar, recuperar y aprovechar de forma eficiente los recursos naturales.
- Desarrollar estrategias de recuperación y conservación de las áreas más vulnerables y deterioradas que poseen un alto valor ambiental como las zonas de bosque alto- andino intervenidas por expansión de cultivos y ganadería y la subcuenca del río Teusacá.
- Mitigar la pérdida de la biodiversidad del municipio por la disminución de la cobertura vegetal y la deforestación asociada a proyectos de urbanización.
- Evaluar de manera estricta los impactos ambientales que pueden ser generados por la construcción de parques ecológicos como el posible Parque San Rafael, para que no haya una alteración en el ecosistema que rodea el embalse.
- Priorizar como zonas de reserva los ecosistemas estratégicos del municipio para su conservación y protección, de modo que permita aumentar o mantener los servicios ecosistémicos que estos ofrecen.
- Implementar acciones de conservación de fauna y flora amenazada, con el fin de promover la conservación de especies en estado de amenaza, generando acciones como la formulación de planes de conservación, distribución y determinación de su estado actual, educación ambiental para especies de fauna y flora a través de proyectos de restauración.
- Desarrollar actividades de control en las áreas identificadas con un cambio en los bosques provenientes de acciones de aprovechamiento ilegal de los recursos forestales.
- Restaurar las áreas para la conservación de los recursos naturales y con suelos degradados.
- Extender prácticas silvopastoriles para el manejo sostenible de las pasturas del área.

- Capacitar a la comunidad en el manejo integral de los cultivos y comercialización, así, como el uso apropiado de los insumos y los recursos.
- Monitoreo del caudal y calidad del agua haciendo muestreos mensuales para medir los parámetros fisicoquímicos del río Teusacá y río Blanco.

10. BIBLIOGRAFIA

[1] Alcaldía municipal de la calera - cundinamarca. (s.f.). [En línea]. Available: <http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>

[2] A. Vargas (2016). Componente estratégico Plan de desarrollo municipal 2016-2019. "La Calera incluyente con el compromiso de servir". [En línea]. Available: [http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/Normatividad/ACUERDO%20005%20DE%202016%20PDM%20OK%20\(1\).pdf](http://www.lacalera-cundinamarca.gov.co/Transparencia/Normatividad/ACUERDO%20005%20DE%202016%20PDM%20OK%20(1).pdf)

[3] Golley, F.B. "A History of the Ecosystem Concept in Ecology: More than the sum of the Parts. United States of America: Yale University Press" 1993.

[4] Keller, D. R. y Golley, F. "The philosophy of ecology. From science to synthesis. United States of America: The University of Georgia Press." 2000.

[5] Germán, M. (Noviembre de 2014). Ecosistemas estratégicos para la sociedad: bases conceptuales y metodologías. Universidad Nacional De Colombia, Bogotá - Colombia.

[6] Ana C, Fundamentos conceptuales para formalizar la aplicación de la noción de ecosistema estratégico en los ejercicios de planificación y gestión del territorio.[En línea].Available:<http://bdigital.unal.edu.co/49724/1/43159794.2015.pdf>

[7] Grazia B.F "Gobernanza de Áreas Protegidas - UICN". 2008

[8] Perez, M. A. (marzo de 2014). "corredor perimetral de Oriente de Cundinamarca.

[9] G.M calle "ecosistemas estratégicos". 2003 DEL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PROCESOS DE URBANIZACIÓN CAMPESTRE EN EL SECTOR DE LA CUENCA MEDIA-BAJA DEL RÍO TEUSACÁ, MUNICIPIOS DE LA CALERA, GUASCA Y SOPÓ.

[10] A. sen "servicios de los ecosistemas y bienestar humano" 2011

[11] G. Márquez, «Ecosistemas estratégicos, bienestar y desarrollo» Universidad Nacional De Colombia, Bogotá - Colombia.

[12] *acuerdo No. 043 de 1999* “Por el cual se adopta el plan de ordenamiento territorial del municipio de la calera (Cundinamarca)”

[13] *acuerdo No. 011. (2010).* “Por el cual se ajusta el plan de ordenamiento territorial del municipio de la calera”

[14] Alcaldía municipal de La Calera (2014). Agenda ambiental municipal de La Calera, “unidos somos más”

[15] Corporación Autónoma Regional (2019, abril). Resolución 0957 del 2019. [En línea]. Avaliable: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5cabbfdcac10b.pdf>

[16] Planeación Ecológica Ltda (2013). Elaboración del diagnóstico, prospectiva y formulación de la cuenca hidrográfica del rio Bogotá Subcuenca del rio Teusacá

[17] Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible-ANLA (2018). Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

[18] UMATA (2015). Decreto 10 71 del 2015 [En línea]. Avaliable: <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Paginas/Decreto-1071-2015/Unidades-Municipales-de-Asistencia-Tecnica-Agropecuaria-UMATA.aspx>

[19] Plan de desarrollo municipal la Calera (2008). Acuerdo 03 del 17 de mayo de 2008 [En línea]. Avaliable: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pts%20-%20plan%20territorial%20de%20salud%20-%20la%20calera%20-%20cundinamarca%20-%202008%20-%202012.pdf>

[20] M, Chisacá (2007). Contrato No. 248 de 2007. [En línea]. Avaliable: http://www.bogota.gov.co/van-der-hammen/estudios/informe_final_contrato_248_de_2007.pdf

[21] IGAC (2014, abril). METODOLOGÍA- PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO. [En línea].

[22] IGAC (2002). ZONIFICACIÓN DE LOS CONFLICTOS DE USO DE LAS TIERRAS DEL PAÍS. Uso Adecuado y Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia. Cap IV.

[23] M, Andrade (2011, diciembre). ESTADO DEL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD EN COLOMBIA Y SUS AMENAZAS. CONSIDERACIONES PARA FORTALECER LA INTERACCIÓN CIENCIA-POLÍTICA. [En línea].
Avaliable: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082011000400008

[24] Alcaldía de Bogotá (2006, noviembre). ACUERDO 248 DE 2006. Artículo 13. Avaliable. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=22235>

[25] A, McNeely. (2005). Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). La biodiversidad forestal a nivel del ecosistema. Avaliable: <http://www.fao.org/3/y3582s/y3582s03.htm>

[26] D. N. d. P. DNP (2012). «Plan nacional de adaptación al cambio climático ABC: Adaptación Bases Conceptuales,»

[27] DECRETO 190. (2004). "Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003".

[28] G, Márquez (2007). Universidad Nacional de Colombia, «ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS BIENESTAR Y DESARROLLO,» (s.a).

[29] M.D.M AMBIENTE. (2002). POLÍTICA NACIONAL PARA HUMEDALES INTERIORES DE COLOMBIA ESTRATEGIAS PARA SU CONSERVACIÓN Y USO SOSTENIBLE,» CONSEJO NACIONAL AMBIENTAL

[30] S, Magro (2015). Conectividad ecológica. [En línea]. Avaliable. <https://www.creandoredes.es/proyectos/conectividad-ecologica>

[31] Zelada A.& Maquire P. 2005. Expediente Comunal. Estudio Modificación Plan Regulador Comunal de Coronel.

[32] Luis Eugenio Cifuentes Baeza. 2015. La Capacidad de Uso del Suelo de Acuerdo a las Clases Agrológicas. [En línea]. Available: <http://www.biodiversidadla.org/content/download/124065/977136/version/1/file/LAS+CLASES+AGROL%C3%93GICAS+NO+SON+UN+INSTRUMENTO+ADECUADO+PARA+DEFINIR+LA+CAPACIDAD+DE+USO+DEL+SUELO+A+CONDICIONES+ANDINAS.pdf>.

[33] D. Ojeda, C. Barbosa. 2017. Ecosistemas. [En línea]. Available: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap7.pdf>

11. ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de características ecosistémicas de los ecosistemas objeto de evaluación del municipio

ANEXO 2

Matriz de los servicios ambientales de los ecosistemas objeto de evaluación del municipio

ANEXO 3

Matriz de valoración de ecosistemas estratégicos del municipio

ANEXO 4

Mapa de estructura ecológica principal del municipio La Calera

ANEXO 5

Plano Uso Recomendado del Suelo Rural