

**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA VEREDA SANTA LUCIA DEL
MUNICIPIO DE CABRERA-CUNDINAMARCA**

LAURA SHIRLEY FLÓREZ MARÍN

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA AMBIENTAL
DIVISION DE INGENIERIAS
BOGOTÁ D.C
2021

**ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DE LA VEREDA SANTA LUCIA DEL
MUNICIPIO DE CABRERA-CUNDINAMARCA**

Autora
LAURA SHIRLEY FLÓREZ MARÍN

Tesis
Línea de investigación Ordenamiento Ambiental del Territorio

Directora
Liliana Salazar López
Bióloga Msc

Codirector
Ronald Jackson Sierra
Ingeniero

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD INGENIERÍA AMBIENTAL
DIVISION DE INGENIERIAS
BOGOTÁ D.C
2021

RESUMEN

La zonificación de agroecosistemas o agroecológica es una construcción de información socioambiental que permite establecer lineamientos de manejo adecuado del territorio y sus componentes ambientales, siendo así una herramienta principal para el ordenamiento territorial. El presente estudio muestra la zonificación agroecológica de la vereda Santa Lucía, ubicada en la zona norte del municipio Cabrera, provincia Sumapaz.

Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la aplicación de metodologías para la caracterización de la oferta y demanda ambiental, así como riesgos naturales y conflictos; en este último se obtuvo 2 categorías por conflictos de uso del suelo: por subutilización del suelo y por sobreutilización del suelo. Finalmente, se generó una delimitación por áreas homogéneas para zonas de protección y conservación por su importancia ecológica; así como áreas aptas para cultivo sostenible, zonas de restricción y zonas de manejo por conflictos presentes.

En la zonificación se determinaron áreas ecológicamente importantes que corresponden a las rondas hídricas de las quebradas: Santa Lucía, Machamba, Santa Rita que hace parte del bioma del bosque húmedo tropical que desarrolla vegetación remanente que ofrece servicios ecosistémicos. Igualmente, el cambio en uso de suelo se da por cultivos de maíz, pino criollo, tomate de árbol y frijol.

Palabras Clave: Zonificación, Oferta Ambiental, Demanda Ambiental, Riesgos, Conflictos, Manejo Ambiental

ABSTRACT

Agroecosystem or agroecological zoning is a construction of socio-environmental information that allows establishing guidelines for the proper management of the territory and its environmental components, thus being a main tool for land use planning. With the present study, the Santa Lucia village was agroecologically zoned, located in the north of the Cabrera municipality, Sumapaz province.

Through the use of Geographic Information Systems (GIS) and the application of methodologies for the characterization of environmental supply and environmental demand, as well as natural risks and conflicts, in the latter two categories were obtained: by underuse and by overuse. Finally, a demarcation was generated by homogeneous areas for protection and conservation zones due to their ecological importance; as well as the homogenization of areas suitable for sustainable cultivation, restriction zones and management zones due to present conflicts.

In the zoning, ecologically important areas were determined that correspond to the water rounds of the Santa Lucía, Machamba, and Santa Rita streams that are part of the tropical humid forest biome that develops remnant vegetation that offers ecosystem services. Likewise, the change in land use occurs for crops of corn, Creole pine, tree tomato and beans.

Key Words: Zoning, Environmental Supply, Environmental Demand, Risks, Conflicts, Environmental Management

CONTENIDO

RESUMEN.....	III
ABSTRACT	IV
CONTENIDO	V
LISTA DE MAPAS	VII
LISTA DE TABLAS	VIII
LISTA DE ILUSTRACIONES	IX
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1. ANTECEDENTES	4
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Zonificación Ambiental	6
2.1.1. Servicios Ecosistemicos	6
2.1.2. Oferta Ambiental	7
2.1.3. Demanda Ambiental	9
2.1.4. Conflictos ambientales	9
2.1.5. Zonificación de manejo	10
2.2. Zonificación Agroecológica	11
3. METODOLOGIA	13
3.1. Diagnóstico físico biótico- socioeconómico	14
3.2. Identificación de la oferta ambiental de la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera - Cundinamarca.....	15
3.3. Determinación de la demanda ambiental de la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera - Cundinamarca	16
3.4. Definición de conflictos ambientales	16
3.5. Lineamientos de manejo desde el punto de vista agroecológico.....	17
4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	18
4.1. Descripción del Área de Estudio	18
4.2. Diagnóstico de Medio físico	19
4.2.1. Clima.....	19
4.2.2. Suelos	¡Error! Marcador no definido.

4.2.3.	Hidrología e Hidrografía	¡Error! Marcador no definido.
4.3.	Caracterización Medio Biótico.....	33
4.3.1.	Flora.....	33
4.3.2.	Fauna.....	35
4.4.	Caracterización Medio social	36
4.4.1.	Aspectos socioeconómicos.....	36
4.5.	Servicios Ecosistémicos.....	37
4.6.	Identificación de la oferta ambiental de la vereda Santa Lucía del municipio de Cabrera Cundinamarca.....	40
4.6.1.	Capacidad de uso.....	40
4.6.2.	Vocación de uso	44
4.6.3.	Estructura Ecológica Principal	46
4.7.	Determinación de la demanda ambiental específicamente en insumos agroecológicos (Corine Land Cover)	50
4.8.	Conflictos ambientales	55
4.8.1.	Conflictos por Uso del Suelo	55
4.8.2.	Determinación de zonas de Riesgos ambientales	57
4.9.	Lineamientos de manejo	58
5.	IMPACTO SOCIAL, HUMANÍSTICO DEL PROYECTO.....	64
6.	CONCLUSIONES	65
7.	RECOMENDACIONES.....	66
8.	BIBLIOGRAFIA	67
9.	ANEXOS	72

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización de la vereda Santa Lucía.....	18
Mapa 2. Alturas de la vereda Santa Lucia.....	20
Mapa 3. Precipitación Media Anual de la vereda Santa Lucía	22
Mapa 4. Relieves de la vereda Santa Lucía.....	26
Mapa 5. Pendientes de la vereda Santa Lucía	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 6. Litología de la vereda Santa Lucía.....	27
Mapa 7. Salinización del suelo de la vereda Santa Lucía.....	30
Mapa 8. Hidrografía de la vereda Santa Lucía.....	31
Mapa 9. Capacidad de Uso del Suelo Vereda Santa Lucia	41
Mapa 10. Vocación del Suelo de la Vereda Santa Lucia .	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 11. Agroecosistemas de la Vereda Santa Lucia	45
Mapa 12. Unidades Ecológicas	47
Mapa 13. Unidad Ecológica Ronda Hídrica Vereda Santa Lucia	48
Mapa 14. Cobertura de la Tierra Vereda Santa Lucia	49
Mapa 15. Conflictos por uso del suelo Vereda Santa Lucia	¡Error! Marcador no definido.
Mapa 16. Zonas vulnerables a eventos ambientales vereda Santa Lucia	56
Mapa 17. Zonificación Agroecológica Vereda Santa Lucia	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidades Cartográficas del Suelo (UCS) por su Capacidad de Uso	42
Tabla 2. Áreas de cubrimiento de las unidades de vocación del suelo	45
Tabla 3. Cobertura de la Tierra y Uso Actual de la Vereda Santa Lucia	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Conflictos por Uso del Suelo	56

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Unidades Geomorfológicas Vereda Santa Lucia	27
Ilustración 2. Unidades Geomorfológicas Vereda Santa Lucia	28
Ilustración 3. Río Sumapaz Límite con la Vereda Santa Lucia	32
Ilustración 4. Quebrada Santa Lucia	32
Ilustración 5. Musgos y helechos Vereda Santa Lucia	34
Ilustración 6. Palma Boba (Cyathea caracasana)	34
Ilustración 7. Árbol Sangre de Drago (Crotón urucurana) Vereda Santa Lucia	37
Ilustración 8. Vaca Normando en Vereda Santa Lucia	38
Ilustración 9. Toro Cebú en Vereda Santa Lucia	38
Ilustración 10. Aprovechamiento Forestal Pinos y Eucaliptos	39
Ilustración 11. Vegetación de Bosque Denso Vereda Santa Lucia	49
Ilustración 12. Áreas Agrícolas Heterogéneas	52
Ilustración 13. Asociación de cultivos Vereda Santa Lucia	54
Ilustración 14. Cultivo de aguacate Vereda Santa Lucia	54

INTRODUCCION

En los últimos años se han desarrollado políticas entorno al ordenamiento territorial en la Zona de Reserva Campesina (ZRC) de Cabrera, en donde se han identificado conflictos en el uso del suelo, principalmente por la falta de planificación en la producción agrícola y a la falta de una zonificación ambiental detallada, condición que genera otros conflictos económicos por la subutilización en el suelo de este territorio y el desconocimiento sobre la vocación que éste presenta.

Según la FAO y la Agencia Nacional de Tierras, uno de los problemas que se han presentado en las ZRC es la desactualización cartográfica, en donde generalmente se realizaban traslapes de las capas de diferentes grupos sociales y estos con áreas protegidas, lo cual no es permitido, ya que se debe tener en cuenta la identidad de estas capas. Por lo cual, Minambiente, desde el año 2016 ha desarrollado un plan de zonificación ambiental participativa, en donde se tiene en cuenta el componente cultural y empírico de la ZRC, organización que está en el territorio y es conformada por campesinos.

La presente investigación busca proporcionar los lineamientos de manejo presentes en la zonificación agroecológica para la zona correspondiente a la vereda Santa Lucia, que sirva como una herramienta técnica de ordenamiento territorial para que los grupos sociales asentados en este territorio y los que tienen algún interés en este, reconozcan y hagan uso adecuado de los servicios ecosistémicos presentes; conociendo las áreas de importancia ecológica, de restricción por posibles riesgos ambientales, y las áreas con conflictos por uso del suelo, para así mismo se puedan llevar a cabo prácticas adecuadas para el buen uso de los recursos naturales.

Para llevar a cabo estos objetivos primero se realizó una recopilación de información secundaria de fuentes como el IDEAM, el IGAC, el Instituto Humboldt, PNN y Corporaciones, principalmente; con la cual se construyó la caracterización fisicobiótica social, así mismo se construyeron mapas a partir de cartografía base de las fuentes mencionadas para los parámetros climáticos, geológicos y geomorfológicos, del suelo e hidrográficos. En segunda instancia se identificó la oferta ambiental, comprendida por la capacidad de uso del suelo, la oferta ambiental y las unidades ecológicas, y se generó un mapa para cada componente mencionado a partir de cartografía base del IGAC, de allí se obtuvo información del uso principal del suelo propuesto según sus características y las practicas recomendadas.

Para determinar el uso actual del suelo se analizaron imágenes satelitales (sentinel 2) mediante la herramienta Arcmap 10.5 del software Arcgis y siguiendo

la metodología Corine Land Cover (CLC) se obtuvo la cartografía correspondiente al área de estudio de cobertura vegetal, mediante esta y la información verificada en campo se determinó el uso actual del suelo. El mapa fue cruzado con el de oferta ambiental, obtenido anteriormente de datos del IGAC; para determinar los conflictos por uso del suelo, generados a partir de las diferencias entre el uso actual y la aptitud del suelo. También se identificaron posibles riesgos ambientales relacionados con los datos hidroclimáticos y eventos sucedidos de deslizamiento.

Para la determinación de las unidades de manejo se hizo una superposición de mapas de oferta ambiental (vocación, capacidad), demanda ambiental, riesgos, conflictos, áreas de importancia ecológica y social. Con la información resultante se realizó una homogenización de áreas, para lo que se obtuvo zonas de conservación, de restricción y vulnerabilidad (aquí se tuvo en cuenta principalmente riesgos ambientales) zonas socioeconómicas, aptitud ambiental, y de manejo ambiental; relativamente estables, de conflicto de uso. Teniendo en cuenta las prácticas recomendadas por el IGAC para el uso del suelo en la cartografía adaptada a la zona de estudio, así como bibliografía relacionada se propusieron los lineamientos de manejo ambiental para cada área zonificada.

Se espera que mediante esta zonificación se haga un manejo adecuado de las estructuras ecológicas, identificando las zonas con biodiversidad de componentes ambientales y áreas estratégicas en sus diferentes significancias, ya sea conservación, protección y/o restauración. También se busca que el presente trabajo de investigación sirva como base para investigaciones futuras con enfoque coherente y transparente en lo que se refiere a la zonificación agroecológica y temas ambientales.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Zonificar Agroecológicamente la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera – Cundinamarca.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la oferta ambiental de la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera - Cundinamarca
- Determinar la demanda ambiental específicamente en insumos agroecológicos
- Definir conflictos ambientales
- Proponer los lineamientos de manejo desde el punto de vista agroecológico

1. ANTECEDENTES

En 1982, en Kenia se llevó a cabo la primera zonificación orientada a la determinación de la aptitud del suelo uso y la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo, mediante un SIG (Sistemas de Información Geográfica), esto permitió realizar un manejo de la información mucho más sencillo y óptimo; el cual se había realizado de forma compleja y ardua, utilizando métodos convencionales. En los próximos años el SIG permitió un gran avance en la gestión de los recursos de la tierra y planificación del territorio; por lo cual para 1985 Nippon Koei LAC Company (la consultora de ingeniería más importante de Japón, con gran influencia a nivel internacional), había desarrollado más de 630 proyectos mediante SIG en 57 países. (S. KE,1993), (NIPPON KOEI LAC,)

Gran parte de las zonificaciones agroecológicas presentes en bases de datos como Scopus, Google Académico, Science Direct y Web of Science; son elaboradas por la compañía anteriormente mencionada; sin embargo estas zonificaciones han sido orientadas al estudio del suelo como medio para un tipo de cultivo de interés; este monopolio no ha permitido tener gran avance en todo lo que debe abarcar una zonificación agroecológica; en donde básicamente se realiza una zonificación ambiental con énfasis en la dinámica del suelo y este como medio de producción, siendo esta sostenible. Pues las zonificaciones ambientales en Colombia están orientadas al recurso hídrico, principalmente.

Por otra parte, los sistemas agroecológicos tienen estos orígenes históricos, principalmente: presiones naturales sobre los cultivos, desplazamientos sociales de las ciudades, conflictos políticos, y cambios en el sistema de gobierno. Pero en realidad el gran avance en esta ciencia se ha presentado en los últimos años con la integración de varias disciplinas académicas, como lo son: antropología, ecología, agricultura de precisión, geografía e ingeniería; ya que hasta el momento las zonificaciones agroecológicas se basaban solamente en las edáficas y agroclimáticas. (Martínez, Romo, Córdova, 2015), (Rivera, Fargher y Nigh, 2020)

En la actualidad se han realizado un gran número de “zonificaciones agroecológicas”; además hay un gran registro de zonificaciones alrededor de está, como lo son: agroclimáticas, forestales, uso del suelo, y entorno al mejoramiento en la producción de cultivos y seguridad alimentaria, como los riesgos por plagas y la agricultura de precisión, para saber qué tipo de cultivo es óptimo en determinada zona. Para esta última categoría se han encontrado trabajos de investigación principalmente en Brasil, para la producción de cultivos de soja y caña de azúcar y en Colombia la mayoría de trabajos están orientados a caña de azúcar y café.

Debido a la importancia que tiene desarrollar metodologías para el manejo de la información en el campo de la planificación del territorio y sus recursos, en 1997, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) publicó una guía para la elaboración de zonificaciones agroecológicas (ZAE); y desde entonces ha sido la metodología más utilizada en diferentes países. Esta contiene una serie de actividades básicas para la recolección y análisis de la información; así como una breve reseña de algunos modelos de simulación que aportan al desarrollo de las ZAE, y herramientas SIG desarrolladas por esta organización. (FAO, 1997)

La metodología de la FAO debe ser adaptada a los diferentes escenarios en donde se desea realizar la zonificación, tomando la información de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) propios de la región, así como la caracterización socioeconómica y biofísica, y otras herramientas de software SIG con las que se cuenta; debido a que las condiciones en cada territorio son diferentes. (Martínez, Romo, Córdova, 2015), (FAO, 1997)

En el 2019 en Ucrania, se lleva cabo una zonificación agroecológica orientada a la producción de soja, en donde se determina que las zonas con características uniformes en la dinámica temporal de este cultivo son agroecológicas, sin importar que estos a la vez son cualitativamente distintos. Sin embargo, otro estudio llevado a cabo en Yucatán, hace énfasis en la importancia de la integración cultural para la determinación de estas zonas, a través de un análisis en el cambio del paisaje, lo cual ha generado problemas en los cultivos, entre otras cosas. (Pinkin, 2019), (Rivera, Fargher y Nigh, 2020)

En Colombia se han realizado zonificaciones agroclimáticas, y de precisión de cultivos. En este ámbito lo más reciente ha sido la Zonificación de Aptitud para la Producción de Pastos del país, publicada en octubre de 2019 por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Por otra parte, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), presenta una serie de conceptos y lineamientos básicos a tener en cuenta para realizar ZAE. (Agronet, 2019)

El año pasado se realizó un estudio en el municipio de Cabrera, en donde se estudiaron las organizaciones: ASOPROAGROFRUT, ORGANICAMPO ASOFRUVER y EL PROGRESO. Estas son fincas que nacieron con el primer reconocimiento oficial de la ZRC, conformadas por los campesinos que habitan este territorio y que son destinadas al cultivo colectivo; principalmente cultivos de subsistencia libre de agroquímicos. La agroecología en este territorio es un tema que está evolucionando, lo cual trae beneficios económicos, sociales, ambientales y políticos; siendo una posible herramienta para el ordenamiento territorial en esta zona de páramo. (Acevedo-Orsorio y Chohan, 2020)

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Zonificación Ambiental

El ministerio de ambiente, Minambiente, 2015; define la zonificación ambiental como “Proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores asociados a la sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico”, esta sensibilidad ambiental se refiere a la capacidad de afectación que pueden generarse en los componentes ambientales.

Una zonificación ambiental presenta la organización y análisis de las características fisicobióticas y socioeconómicas; así como el potencial de uso del suelo, denominado oferta ambiental, y la cobertura vegetal denominado demanda ambiental. A partir del análisis de estos componentes surgen conflictos ambientales. Como respuesta a la interacción de estos factores: oferta ambiental, demanda ambiental y conflictos ambientales, la zonificación presenta sectores o unidades de características semejantes, en relación a una propuesta de manejo ambiental.

La mapificación ambiental organiza y transmite conocimiento sobre las características de los componentes ambientales de un territorio, por lo que es un instrumento que promueve a la investigación alrededor de los recursos de la tierra y las dinámicas socioecosistémicas. Mediante zonificaciones que evalúan las condiciones de los recursos del territorio, se ha logrado avanzar a nivel global, en el ordenamiento y además manejo integral de los recursos naturales. Así la zonificación, es una herramienta del ordenamiento territorial que permite identificar los escenarios ambientales y sociales, así como las dinámicas entre estos, en donde se pueden determinar los servicios ecosistémicos disponibles y la interacción social con estos para gestionar el territorio mediante el uso sostenible de los recursos.

2.1.1. Servicios Ecosistémicos

El proceso de interacciones entre factores abióticos y estructuras vivas que conforman la biodiversidad de un lugar han generado a través del tiempo contribuciones al mejoramiento de la calidad de vida y bienestar humano. La

relación entre el sistema funcional, composición y estructura de la biodiversidad y los sistemas sociales se presenta mediante funciones ecológicas como lo son la fotosíntesis, captura de carbono, ciclaje de nutrientes; por ejemplo. Todos los procesos ecológicos permiten el desarrollo de los sistemas culturales humanos; estos beneficios se han catalogado como servicios ecosistémicos, y se han clasificado en cuatro servicios principales que dan soporte al desarrollo humano. (Minambiente & Von Humboldt, 2017)

- Servicios de provisión: Son todos aquellos bienes y productos materiales que se obtienen de los ecosistemas para abastecimiento de alimento y demás provisiones básicas para el hombre; es decir, alimentos, agua, fuego, y recursos genéticos.
- Servicios de regulación: Son los que mantienen condiciones óptimas para el desarrollo de la vida, por ejemplo, control de la erosión, regulación del clima, mantenimiento de la calidad del aire, control de inundaciones mediante los humedales, control de abastecimiento de alimentos mediante la polinización.
- Servicios de apoyo o soporte: Son de gran importancia para el ecosistema, ya que éstos condicionan los demás servicios, presentándose de forma más implícita que los demás en el campo de la ecología, por ejemplo, el apoyo al servicio de abastecimiento mediante los ciclos biogeoquímicos o de nutrientes, la formación del suelo.
- Servicios culturales: La biodiversidad conforma ecosistemas que brindan al hombre beneficios no materiales, como los son, el desarrollo cognitivo, bienestar espiritual, recreativo, turismo, reflexión, etc. Estos mantienen óptimas condiciones en la calidad de vida de los seres vivos. (Minambiente & von Humboldt, 2017)

2.1.2. Oferta Ambiental

Este componente muestra la capacidad potencial de un terreno para proporcionar materia y energía, así como las dinámicas bióticas en función de los componentes físicos del mismo, es el uso que se le puede dar al suelo para actividades humanas (uso potencial); es primordial para conocer la capacidad de uso del suelo, la cual está en función de las clases agrologicas que se clasifican según la metodología para la identificación de las tierras del IGAC, donde se determinan 8 clases según los componentes físico químicos del suelo sujeto a estudio lo que permite identificar las aptitudes y limitaciones que puede presentar el mismo.

A partir de la capacidad de uso que tiene el suelo, el IGAC ha desarrollado cartografía relacionada que muestra la vocación de uso, esta da a conocer el uso más apropiado que la tierra está en capacidad de soportar en relación con características de sostenibilidad; de esta forma presenta las diferentes áreas de un suelo para llevar a cabo las dinámicas ecológicas y culturales. Los sectores en donde ocurren procesos ecológicos esenciales están determinados por la estructura ecológica principal.

La identificación de la estructura ecológica principal es una fase de gran importancia en el proceso de zonificación ambiental, ya que permite conocer los ecosistemas estratégicos, que por sus características dan sustento a los procesos ecológicos y proveen los servicios ecosistémicos. Durante el comité internacional del 2011, se adoptó la siguiente definición para estructura ecológica principal: *“Sistema de áreas del territorio nacional que aseguran en el tiempo la conservación de la biodiversidad, su funcionalidad y la prestación de servicios ecosistémicos que sustentan el bienestar de la población.”* (Minambiente, 2020)

Entendiéndose lo anterior identificar la estructura ecológica principal es un proceso que requiere de un estudio detallado de las áreas que mantienen los procesos ecológicos garantizando biodiversidad, así como la oferta de servicios ecosistémicos en el tiempo, sistema de áreas protegidas, también contiene áreas de especial importancia ecosistémica; este último se refiere a paramos y subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas, lagunas, pantanos, ciénagas, pantanos y humedales. (Minambiente, 2020)

Un concepto importante en la estructura ecológica principal son los biomas, los cuales agrupan características estructurales y funcionales similares del medio biótico, principalmente dado por la fisionomía de la vegetación. En jurisdicción CAR se han determinado 3 tipos de grandes biomas terrestres: biomas zonales o zonobiomas de tierras bajas, orobiomas o biomas de montaña, y orobiomas azonales o pedorobiomas. Dentro de los zonobiomas cabe resaltar el zonobioma húmedo tropical, el cual se caracteriza por selvas de tierra caliente húmedas, en las cuales no hay déficit de agua para las plantas o este no alcanza una duración que afecte el sempervirente de las plantas. (Hernández., Sánchez, H.), (CAR & IAvH, 2009).

2.1.3. Demanda Ambiental

La demanda ambiental es el uso que las comunidades le dan al medio biofísico en el que se desarrollan. Para identificar esta, se parte del conocimiento de la cobertura del suelo; la cual además permite ver las variaciones ambientales y socioculturales que ha tenido un territorio en el tiempo, así también permite conocer el estado de conservación de los recursos naturales; siendo la demanda ambiental un componente indispensable en la zonificación ambiental.

La Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra de la Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, del 2010, desarrollada por el ministerio de ambiente, presenta una clasificación de cinco grandes unidades de coberturas: territorios artificizados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua; a su vez estas unidades tienen categorías y subcategorías, lo cual sirve de insumo para homogenizar áreas de características similares y así conocer la cobertura vegetal del territorio, mediante el procesamiento de imágenes satelitales en herramientas de SIG, como Arcgis. (Minambiente, 2010)

La cobertura vegetal es la base para determinar el uso actual del suelo o demanda ambiental. Un insumo importante para caracterizar el uso actual del suelo es la “Leyenda de usos agropecuarios del suelo”, 2015, desarrollada por el IGAC y la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). En la cual se presentan las cinco categorías de cobertura vegetal, mencionadas anteriormente y los usos asociados a cada una; allí se encuentran conceptos clave para el presente trabajo, en cuanto a los territorios agrícolas, como lo son. (IGAC & UPRA, 2015)

- Cultivos permanentes: Son aquellos de los que se puede obtener varias cosechas después de ser replantados.
- Cultivos transitorios: Cultivos que necesitan ser replantados después de cada cosecha para seguir obteniendo sus beneficios.
- Cultivos intensivos: Se presenta cuando se cultiva de forma consecutiva, disminuyendo los periodos de descanso de la tierra.

2.1.4. Conflictos ambientales

Los conflictos ambientales se generan cuando los intereses sociales son contrapuestos a los impactos ambientales. Cuando existen incompatibilidades significativas entre el uso actual y el uso potencial del suelo se presentan conflictos por uso del suelo. También se generan conflictos ambientales en

lugares donde hay riesgo por amenazas naturales, debido a que los factores naturales son afectados en términos de vulnerabilidad por uso inadecuado de las áreas amenazadas.

Los conflictos por uso del suelo se presentan cuando la demanda ambiental o uso actual es diferente a la oferta ambiental. *“Este análisis se realiza con base en la determinación del uso actual del suelo (demanda), de acuerdo con la actividad que desarrolla el hombre sobre la Tierra y en la delimitación del uso potencial (oferta) de acuerdo con la conformación del suelo. El cruce de estas dos variables puede indicar si se está haciendo o no un uso adecuado o si se presentan conflictos de uso, es decir, falta de concordancia entre el uso y las potencialidades”* (Minambiente, 2018)

El POMCA presenta tres categorías por conflicto de uso:

- Conflictos por sobreutilización: Se presenta cuando el uso actual es más intensivo que el uso potencial.
- Conflictos por subutilización: Se presenta cuando el uso actual es menos intensivo de lo que permite el uso potencial.
- Uso adecuado o Sin conflicto de uso: Se presenta cuando el uso actual coincide con el uso potencial. (POMCA, 2014)

A su vez los conflictos pueden tener tres clasificaciones de intensidad: ligero, moderado y severo.

2.1.5. Zonificación de manejo

La zonificación de manejo es el resultado de la zonificación ambiental; pues muestra lineamientos de gestión que conlleven a un buen uso de los recursos naturales. Aquí se analiza información de caracterización biofísica y socioeconómica, oferta ambiental, demanda ambiental y conflictos ambientales. Algunas unidades resultantes de esta zonificación son: áreas de conservación y protección, áreas de aptitud ambiental, áreas para el desarrollo socioeconómico, áreas de uso sostenible, entre otras.

Una zona de uso sostenible, es aquella donde el suelo presenta capacidad para sustentar las actividades económicas, producción agrícola, ganadera, forestal, agroforestal, silvopastoril, agrosilvopastoril y faunística (pesca y zootecnia de especies dulceacuícolas y terrestres) y asentamientos humanos. Sin embargo, son actividades que deben tener bases técnicas para ser practicadas, las cuales deben aplicar conocimientos ambientales y ecológicos para su óptima producción y mantenimiento del ecosistema. (Salazar, 2015)

2.2. Zonificación Agroecológica

Las presiones económicas en un país agrícola como Colombia sumado a las presiones por el fuerte deterioro ambiental producto de prácticas de agricultura tradicionales, conllevan al desarrollo de nuevas prácticas tecnológicas que se acerquen cada vez más a un uso sostenible de los recursos naturales al mismo tiempo que mejora la producción. Entonces la agricultura es una práctica que debe tener en cuenta todo el sistema funcional de relaciones complementarias entre los organismos vivos y su ambiente del que hace parte, es decir de su ecosistema.

En la agroecología los sistemas de producción se analizan como agroecosistemas, en donde se examina el sistema de producción como parte de un sistema más grande, de un ecosistema dinámico, el cual puede verse afectado por prácticas de agricultura tradicional y de igual forma la producción verse afectada por factores externos ambientales.

La agroecología es un resultado de la necesidad de coevolución que se da entre cultura y ambiente, en donde es importante trabajar con los factores externos y examinarlos de tal forma que haya el mayor número de beneficios recíprocos entre la producción y la sostenibilidad del ecosistema. Cuando agroecosistemas tradicionales están en transición a un diseño sostenible mediante prácticas ambientalmente más sanas se aplica la agroecología.

Para la transformación a una agroecología se deben conocer los aspectos ambientales y sociales del territorio; así los aspectos ambientales comprenden las dinámicas de un medio biótico y un medio abiótico, y los aspectos sociales enmarcan las formas de producción y sus bases económicas, así como la tecnología e insumos disponibles para el uso del suelo.

Teniendo como base el conocimiento de las dinámicas ambientales del territorio se puede determinar el tipo de cultivos con mayor rendimiento, y con esto determinar practicas sostenibles que mejor puedan aplicarse según el componente sociocultural. Una herramienta de gran utilidad para conocer el territorio es la zonificación, la cual presenta unidades espaciales con características ambientales similares; así una zonificación agroecológica permite las zonas con mayor aptitud agrologica, y el tipo de estructuras agroecológicas aplicables para un funcionamiento más sostenible.

Las unidades espaciales *“están compuestas principalmente por dos aspectos que materializan la síntesis de los procesos ecológicos: la geoforma, la cual se refiere a todos los elementos que tienen que ver con la morfología de la superficie terrestre (relieve, litología, geomorfología, suelos, entre otros) y la cobertura (vegetal y otras) que trata los elementos que forman parte del recubrimiento de la superficie terrestre, ya sean de origen natural o cultural”* (MA & IGAC,1999).

La zonificación agroecológica es un instrumento de gestión del territorio, de gran importancia en el ordenamiento territorial, ya que muestra las condiciones del medio biofísico que resultan apropiadas para ciertos tipos de usos, con lo cual propone sistemas agrologicos, siendo una herramienta que aporta a la sostenibilidad, ya que pretende una armonía entre los sistemas biológicos y las necesidades del hombre. Por otra parte, este es un tema que está en activo desarrollo en los últimos años, debido a los preocupantes impactos ambientales, causados por el aumento en las presiones desde la dinámica social en los ecosistemas naturales. (Venero, Gicli, 2014), (FAO, 1997)

3. METODOLOGIA

Para realizar la zonificación agroecológica de la vereda Santa Lucía, se siguió una metodología de análisis, la cual se basa en el desarrollo de cinco procesos: diagnóstico físico biótico y socioeconómico, identificación de oferta ambiental, identificación de demanda ambiental, identificación de conflictos ambientales y el planteamiento de lineamientos de manejo con enfoque agroecológico. Estos procesos se realizaron de forma secuencial, con el objetivo de reconocer el territorio mediante información general biofísica y socioeconómica, para seguidamente comparar esta información con los datos obtenidos en la identificación de la oferta ambiental y la demanda ambiental, con este análisis se pudo determinar algunos conflictos ambientales producto de inconsistencia entre factores de aptitud de uso y uso actual del suelo; para finalmente plantear soluciones con un enfoque agroecológico para el uso adecuado del suelo.

La captura de información se basa en una revisión bibliográfica principalmente del Esquema de Ordenamiento Territorial de Cabrera, así como el Plan de desarrollo municipal 2016-2019, entre otros reportes de la alcaldía; también información de organizaciones gubernamentales, principalmente el IGAC, el IDEAM, el SIAC, Parques Naturales Nacionales; así como guías metodológicas, entre otras la guía técnica para la formulación Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) del 2014, del ministerio de ambiente (MADS).

De las organizaciones gubernamentales anteriormente mencionadas también se obtuvo información cartográfica base para su posterior análisis y desarrollo de cartografía temática de la vereda, utilizando la herramienta de SIG, Arcmap 10.5 del software Arcgis. La cartografía se realizó con una escala de interpretación determinada por el rango de magnitud de la zona a evaluar; en este caso la escala es de 1:15.000 para todos los mapas generados, excepto para el mapa de localización, el cual tiene una escala 1:25.000, ya que permite visualizar factores externos al área de estudio, pertinente para este mapa.

Se realizaron 2 visitas de campo con el objetivo de corroborar información de cobertura vegetal y uso actual del suelo, siguiendo la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, del 2010; además se verificó información del diagnóstico físico biótico y socioeconómico. Una de las visitas de campo se realizó a mediados del mes de noviembre del 2020 y la otra a finales del mes de enero del 2021.

3.1. Diagnóstico físico biótico- socioeconómico

En primera instancia, se ejecutó un análisis bibliográfico de los documentos anteriormente mencionados para consolidar los aspectos más relevantes del medio físico, con la finalidad de tipificar los aspectos de clima, geología, geomorfología, suelos, hidrología e hidrografía, flora y fauna; para el medio socioeconómico se presenta información de la población, principales actividades económicas, servicios básicos de saneamiento y recreación, así como aspectos muy generales de la dinámica de ocupación del territorio.

En el componente clima, se determinó en primera instancia las alturas medias del área de estudio mediante el procesamiento del Modelo de Elevación Digital (DEM), con lo cual se apoyó la información bibliográfica consultada. Con el objetivo de conocer el comportamiento de la lluvia en la zona de estudio, se realizó una gráfica de la lluvia media mensual multianual y se realizó un mapa de isoyetas a partir de datos de precipitación multianuales de 10 estaciones meteorológicas, para la temporalidad 2003-2018; información extraída del geoportal del IDEAM, este mapa muestra la distribución de la lluvia media de la vereda Santa Lucía.

En cuanto al componente suelo se identificaron características de los parámetros: geología, geomorfología, textura, acidez, profundidad, pedregosidad; mediante información del EOT de Cabrera y del plan de desarrollo, principalmente. El parámetro geología comprende información adaptada de un mapa base del IGAC, 2017; el cual muestra la litología del terreno; así mismo se extrajo información correspondiente al relieve, apoyado con un mapa de pendientes realizado a partir del DEM; también se realizó un mapa de salinidad a partir de la cartografía base del IGAC, el cual muestra el grado de afectación al suelo y las causas, así como la afectación al suelo; siguiendo para su clasificación el Protocolo para la Identificación y Evaluación de la Degradación del Suelo por Salinización del IDEAM (2017).

La identificación de características de hidrología, hidrografía, flora y fauna se tomó del EOT del municipio de Cabrera, del plan de desarrollo municipal, y demás estudios realizados sobre la provincia del Sumapaz, entre los que se destacan:

- "Estudios Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales Complejo de Páramos Cruz Verde- Sumapaz," del Humboldt (2015)
- Plan de Desarrollo Sostenible Zona de Reserva Campesina de Cabrera (Cundinamarca): por una zona de reserva campesina garante de

derechos económicos, sociales, culturales y ambientales para los cabrerunos” del ILSA, (2013)

3.2. Identificación de la oferta ambiental de la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera - Cundinamarca

La identificación de la oferta ambiental comprende 3 aspectos: identificación de capacidad de uso del suelo, identificación de vocación del suelo e identificación de las unidades ecológicas presentes en el área de estudio. Con base en la cartografía de oferta ambiental (1:100.000) del geoportal del IGAC, se extrajo la información correspondiente para identificar la capacidad de uso (aptitud) y los tipos de vocación de uso específicamente para la vereda Santa Lucía.

El mapa resultante de aptitud de uso muestra la clasificación para el área de estudio en unidades o grupos, basada en la metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso del IGAC del 2014, la cual describe las clases agrologicas, así como sus limitantes; aspectos dependientes de las características del suelo. Para realizar este mapa se extrajo la información correspondiente a la vereda, y se comparó con los factores de alturas, precipitación, hidrografía, pendientes, litología, relieve y salinización, identificados en la etapa de diagnóstico, con lo cual se hace una descripción de las características de las clases agrologicas y se identifican las limitantes del suelo. En el mapa se identifican áreas con capacidad agrícola, ganadera y áreas de conservación; así mismo se describe las practicas recomendadas por el IGAC, para cada unidad de capacidad de uso.

También se realizó un mapa de vocación del suelo con la información correspondiente a las unidades de vocación que presenta la cartografía base del geoportal del IGAC, esta información corresponde al uso principal propuesto para el suelo según su capacidad de uso; finalmente se calculó el área correspondiente a cada unidad, con su respectivo porcentaje, para su posterior análisis.

En cuanto a la estructura ecológica principal, se hizo una recopilación de información cartográfica relacionada a las unidades ecológicas: sistema de áreas protegidas y áreas prioritarias de conservación, información extraída de Parques Naturales; mapa de áreas de especial importancia ecológica, extraído del SIAC; principales ecosistemas y biomas, mapas base extraídos del Instituto Alexander von Humboldt.

3.3. Determinación de la demanda ambiental de la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera - Cundinamarca

Mediante la página web del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) Earth Explorer, se obtuvieron las imágenes Sentinel 2, 2018 para el área de estudio en específico, de la cual se procesaron las bandas 2,3,4 y 8, ya que corresponden a una resolución de 10 metros; siendo la más apropiada para la escala trabajada en el presente estudio (1:15.000).

Se realizó un procesamiento no supervisado, el cual realiza la clasificación en base a probabilidades, dando como resultado una imagen raster reclasificada; esto se llevó a cabo mediante la herramienta de Arcmap 10.5, “Iso Cluster Unsupervised Classification”; seguidamente se aplicó el área mínima de mapeo la cual corresponde a 1 Ha para esta escala, según la clasificación para elaboración cartográfica del IDEAM; y se obtuvo una clasificación de 5 unidades espaciales; la clasificación del tipo de cobertura vegetal se hizo identificando las características de la cobertura y siguiendo la clasificación de la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia, del 2010 (CLC).

Teniendo el mapa de cobertura vegetal se realizaron 2 visitas de campo al área de estudio, en las cuales se identificaron los usos que se le dan a cada cobertura, teniendo como referencia la guía técnica “Leyenda de usos agropecuarios del suelo” del IGAC, 2015. La información resultante fue corroborada con las coordenadas tomadas en campo e identificadas en el mapa de cobertura vegetal, posteriormente.

3.4. Definición de conflictos ambientales

Para identificar los conflictos ambientales se evaluaron conflictos por uso del suelo, debido a su importancia para la presente zonificación; y se identificaron posibles riesgos por amenazas naturales con información bibliográfica de informes de la CAR y el SIAC, principalmente.

Para determinar los conflictos por uso del suelo se superpuso el mapa de capacidad de uso del suelo y el de cobertura vegetal, las inconsistencias presentes entre la información que aporta el uso potencial vs el uso actual, determinó si el uso de los elementos ambientales es apropiado o no. Para la clasificación de las unidades resultantes de esta superposición se utilizó la metodología propuesta por el MADS en la guía técnica para la formulación Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) del 2014, la cual clasifica los conflictos por uso.

Los conflictos ambientales también incluyen la posibilidad de que en la zona exista una susceptibilidad a que se presenten riesgos ambientales, en donde se analizó información secundaria de incendios, movimientos en masa e inundaciones; de lo cual se encontró la presencia de dos eventos de deslizamiento, los cuales se plasmaron en un mapa de movimiento en masa. Para identificar el riesgo de posibles deslizamientos se elaboró un mapa de ronda hídrica de los cuerpos de agua presentes en la vereda, teniendo una distancia de 30 metros alrededor, según la Ley 2811/74 del MADS y utilizando la herramienta “buffer” de Arcgis; esta información se comparó con el mapa de distribución espacial de la lluvia elaborado anteriormente y con los eventos de deslizamientos hallados; para obtener finalmente un mapa de posibles riesgos a deslizamientos.

3.5. Lineamientos de manejo desde el punto de vista agroecológico

Finalmente, para la determinación de las unidades de manejo se realizó una superposición de los mapas de oferta, demanda y de conflictos ambientales; con la información resultante se realizó una determinación de áreas de manejo, definidas así:

- **Ecosistemas vulnerables:** Correspondientes a zonas que son afectadas con conflictos de uso, por lo que deben ser intervenidas con prácticas agroecológicas.
- **Zonas de desarrollo socioeconómico:** Áreas para el desarrollo socioeconómico utilizadas para la producción agrícola.
- **Zonas de Aptitud ambiental:** Son áreas con un valor ecológico muy importante, que deben ser conservadas gracias a los servicios ecosistémicos que ofrecen
- **Áreas de Uso sostenible:** Son las áreas que resultan relativamente estables, por lo que se pueden desarrollar prácticas culturales con prácticas sostenibles.

Teniendo en cuenta las practicas recomendadas por el IGAC para el uso del suelo en la cartografía adaptada a la zona de estudio, así como la Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales, de FAO y MADS, 2018, e informes relacionados, entre los que se destacan:

insumos y factores asociados a la producción agropecuaria, Minagricultura, 2014; se propusieron los lineamientos de manejo ambiental con una perspectiva agroecológica para cada área zonificada.

4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

La Zonificación Agroecológica de la Vereda Santa Lucía del municipio de Cabrera-Cundinamarca, se inició mediante la delimitación del área de estudio y su respectiva caracterización físico biótica y socioeconómica, que se relaciona a continuación:

4.1. Descripción del Área de Estudio

La vereda Santa Lucía ($4^{\circ}0'12.35''N$, $74^{\circ}29'18.17''O$); es una de las 16 veredas del municipio de Cabrera, Provincia Sumapaz- departamento Cundinamarca, cuenta con 326 predios; se encuentra ubicada en la zona norte del municipio, limita por el costado norte con la quebrada Machaba, la cual la separa de la Vereda San Antonio, municipio de Venecia; en el suroriente con la vereda Santa Rita, por el sur con el casco urbano de Cabrera y en el occidente se encuentra con el río Sumapaz. Tiene un área de 1684,34 ha y perímetro de 16,84 km. (Universidad Nacional, 2010)

Mapa 1. Localización de la vereda Santa Lucía



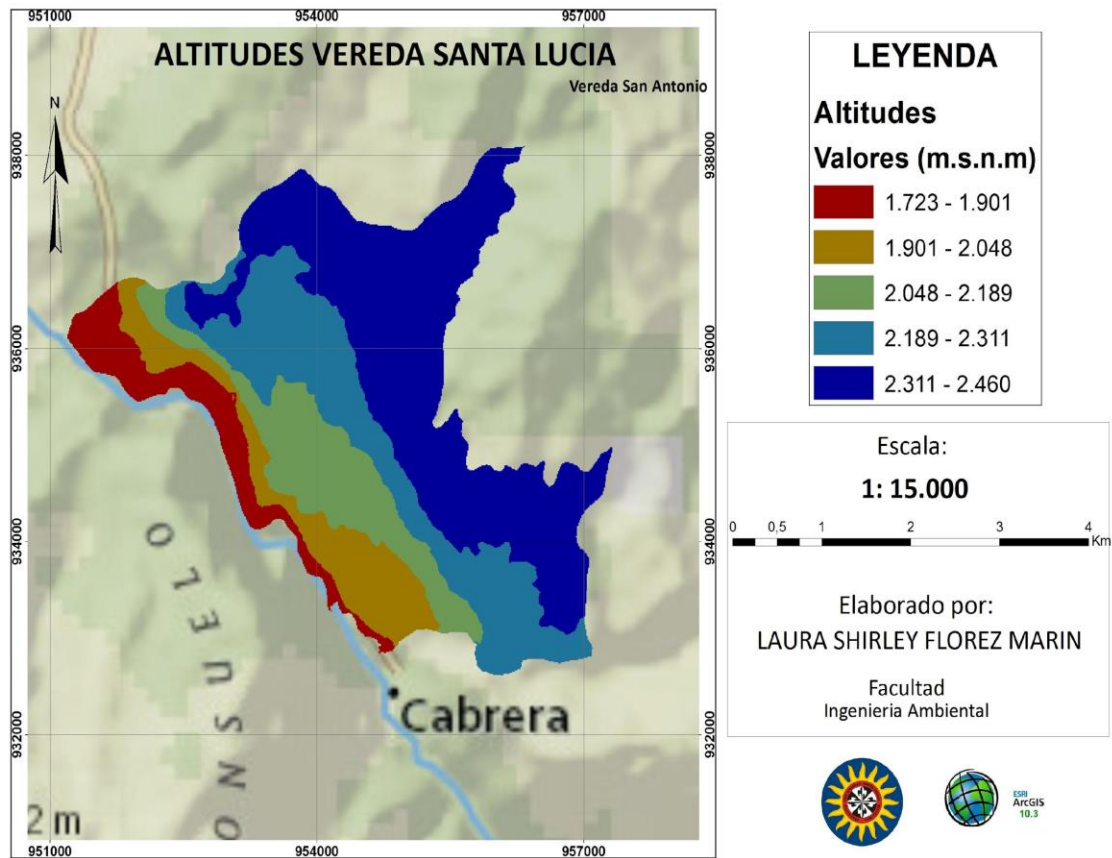
4.2. Diagnóstico de Medio físico

4.2.1. Clima

El parámetro clima es de gran importancia para la presente zonificación, ya que mediante este se puede determinar la cantidad de lluvia presentada en el área de estudio para fines agrícolas, así como prever puntos vulnerables a posibles riesgos ambientales por amenazas de tipo movimiento en masa en tiempos de lluvia.

La vereda Santa Lucia, presenta un clima muy variado con relación al comportamiento de variables como temperatura, brillo solar, humedad relativa y vientos. Tiene un piso climático frío en general, con una altitud de 1.723- 2.460 msnm. Tiene gran influencia su ubicación en la cordillera oriental, presentando flujos de aire húmedo. Esta zona se caracteriza por ser típicamente intertropical, con temperaturas medias entre los 14°C y 16.3°C, la cual no tiene variaciones anuales muy fuertes. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013), (San Bernardo,s.f)

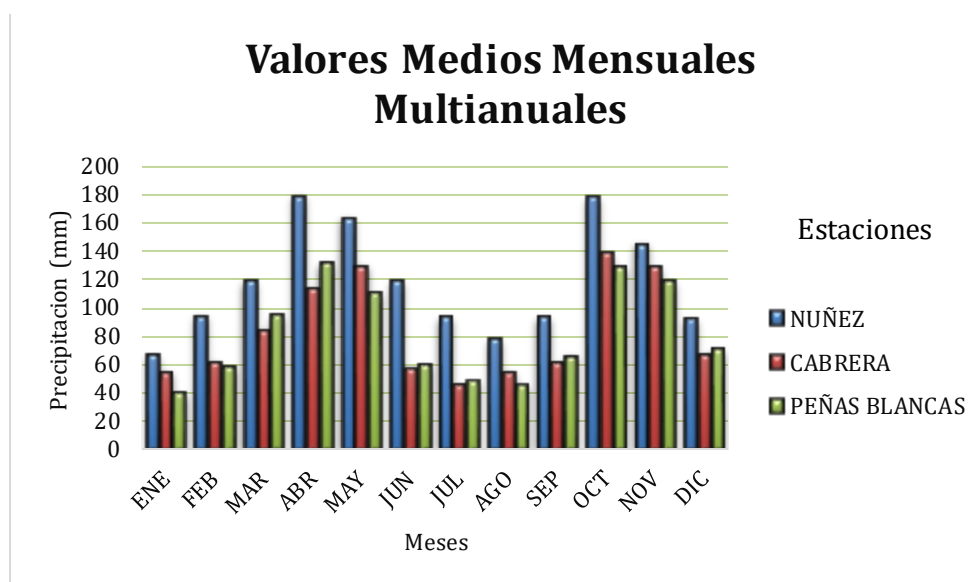
Mapa 2. Alturas de la vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2021

En 15 años (2003-2018) la vereda Santa Lucia presenta una distribución temporal de precipitaciones de tipo bimodal, con temporadas de lluvia de abril a mayo y de octubre a noviembre, con valores de hasta 177,98 mm; y dos tiempos secos, el más fuerte se presenta de diciembre a febrero con un valor mínimo de 39,19 mm; y el otro de junio a agosto con valores mínimos de 44,62 mm. En la Grafica 1 se puede observar los valores promedio de lluvia mensual de los años comprendidos entre 2003 y 2018, con base en información extraída del geoportal del IDEAM.

Grafica 1. Precipitación media mensual multianual



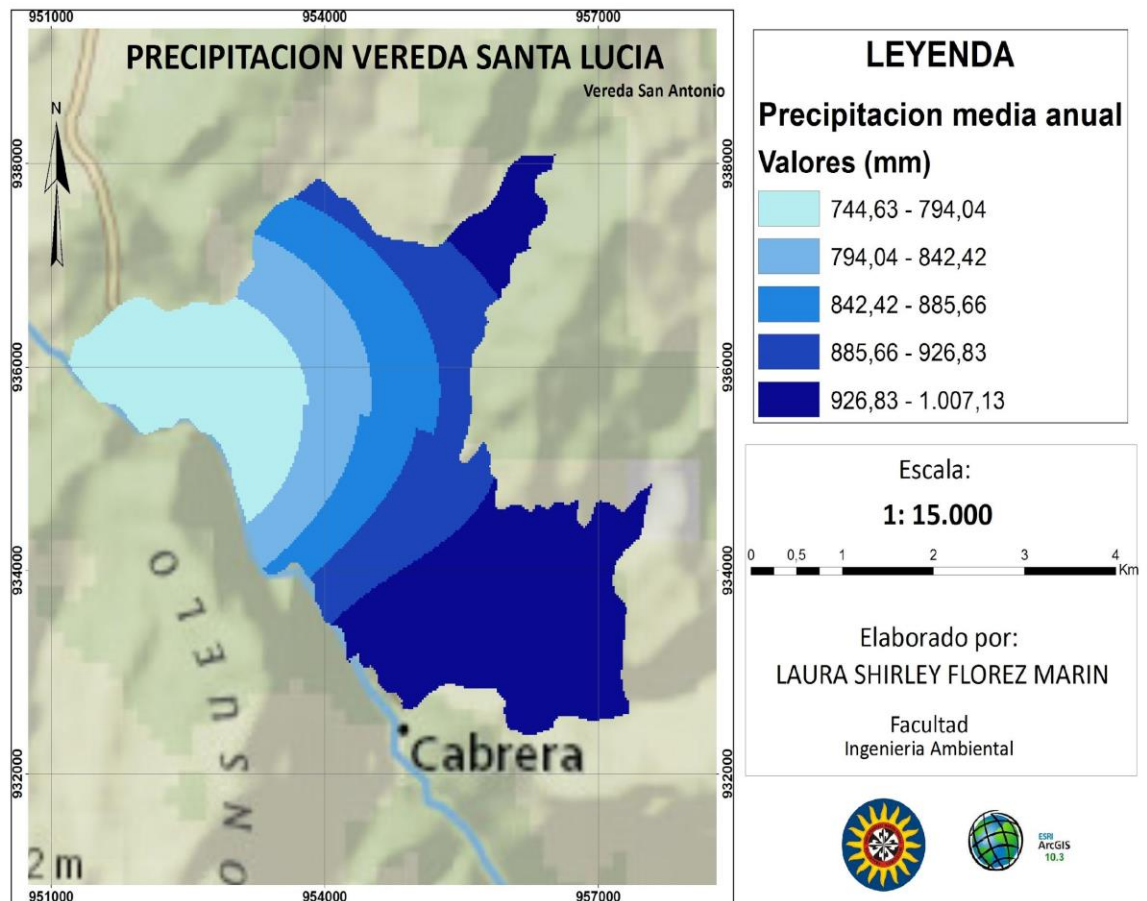
Fuente: Autora ,2021

La precipitación promedio anual es de 875 mm; presentando mayor lluvia en las zonas más altas de la vereda, comprendidas entre 2311-2460 m.s.n.m; así mismo a la menor altura de 1723 m.s.n.m se presenta menos lluvia entre 744, 63 mm y 791, 96 mm en promedio al año.

Según el informe de cambio climático en el territorio de la corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR); la temperatura promedio multianual proyectada para el periodo de tiempo entre 2011 y 2040 podría estar entre 16C y 20C para el área de estudio; para esta misma proyección la evapotranspiración podría disminuir hasta en un 30% de valores registrados de 600-1000 mm. La humedad relativa media de la región podría estar entre 65% y 75% en promedio para el mismo periodo de tiempo; y el brillo solar presenta valores máximos en los periodos de tiempo seco y mínimos en temporada de lluvia, condición que es inversamente proporcional al nivel de nubosidad. (CAR, 2011)

El clima de la vereda responde a cambios en la altura sobre el nivel del mar, como se puede observar en los siguientes mapas.

Mapa 3. Precipitación Media Anual de la vereda Santa Lucía



Fuente: Autora, 2021

4.2.2. Suelos

A continuación, se describen las características generales del suelo; mediante un informe basado en la revisión bibliográfica, principalmente del EOT de Cabrera y cartografía base del IGAC y el SGC; con lo cual se identificaron características geológicas, geomorfológicas, textura, profundidad, pedregosidad, acidez y salinidad; principalmente.

Según el EOT la vereda Santa Lucia presenta 3 clasificaciones en la zonificación de usos del suelo (ver Anexo A); las cuales presentan las siguientes características del suelo:

-ZUAM Comprende las zonas de relieve colinado denudativo, constituido por un complejo de laderas coluviales, suelos profundos a moderadamente profundos, de ácidos a muy ácidos, con areniscas y limonitas, que dan características de

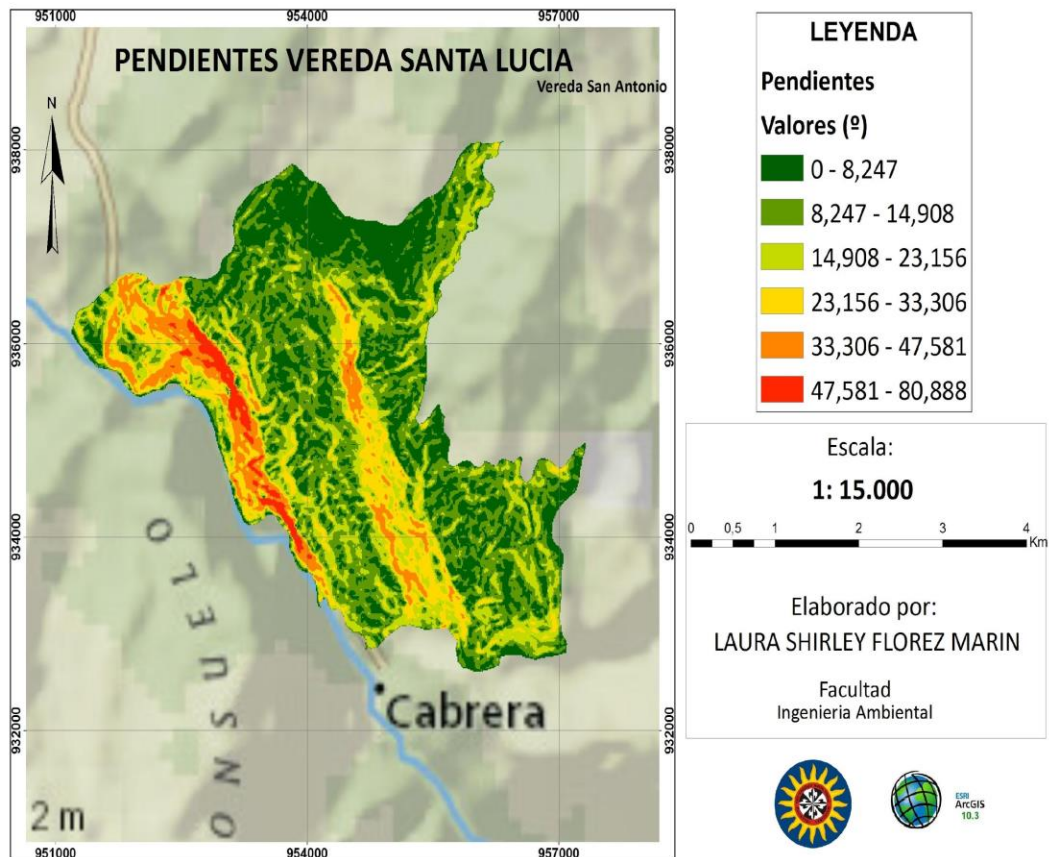
alta filtración; presenta deslizamiento y solifluxión plástica. (Gobernación Cundinamarca, 2003)

-ZUAT, presenta suelos superficiales moderadamente profundos muy ácidos recubiertos por cenizas volcánicas, limitado por horizontes arcillosos masivos y fragmentos gruesos, presenta solifluxión plástica. (Gobernación Cundinamarca, 2003)

-ZUAT-ME, zonas un relieve montañoso estructural glaciárico y/o denudativo, constituido por crestas monoclinales, suelos superficiales a medianamente profundos de ácidos a ligeramente ácidos, con areniscas y limonitas, que dan características de alta filtración; presenta deslizamiento y desprendimiento de materiales. (Gobernación Cundinamarca, 2003)

De acuerdo con lo estipulado en el documento metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso, IGAC, 2014, se realizó la clasificación geomorfológica correspondiente a las pendientes obtenidas del DEM procesado en la herramienta "slope" de Arcmap 10.5. Los resultados fueron: gran parte del terreno tiene pendientes entre 0% y 23.15%, por lo que son áreas planas a moderadamente inclinadas, seguidamente hay áreas entre 14,9% y 23,1% que corresponde a un relieve fuertemente inclinado; pendientes con valores entre 23,1% y 47,5% ligeramente escarpados; y hay pendientes moderadamente escarpadas a fuertemente escarpadas con valores entre 47,58% y 80%; estos últimos terrenos se encuentran en la parte occidental de la vereda, principalmente, y una pequeña parte al centro oriente.

Mapa 4. Pendientes de la vereda Santa Lucía



Fuente: Autora, 2021

La ZRC está ubicada sobre formaciones sedimentarias, tiene presencia de sedimentos de origen lacustre. El sector correspondiente al cañón del río Sumapaz presenta relieve quebrado a escarpado, en general el terreno es quebrado y ondulado, presenta erosión baja y profunda, con susceptibilidad a la remoción en masa. Esta zona quebrada con pendientes abruptas son producto de estratos duros y legados y de plaeniers subyacentes a mantos de areniscas. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013)

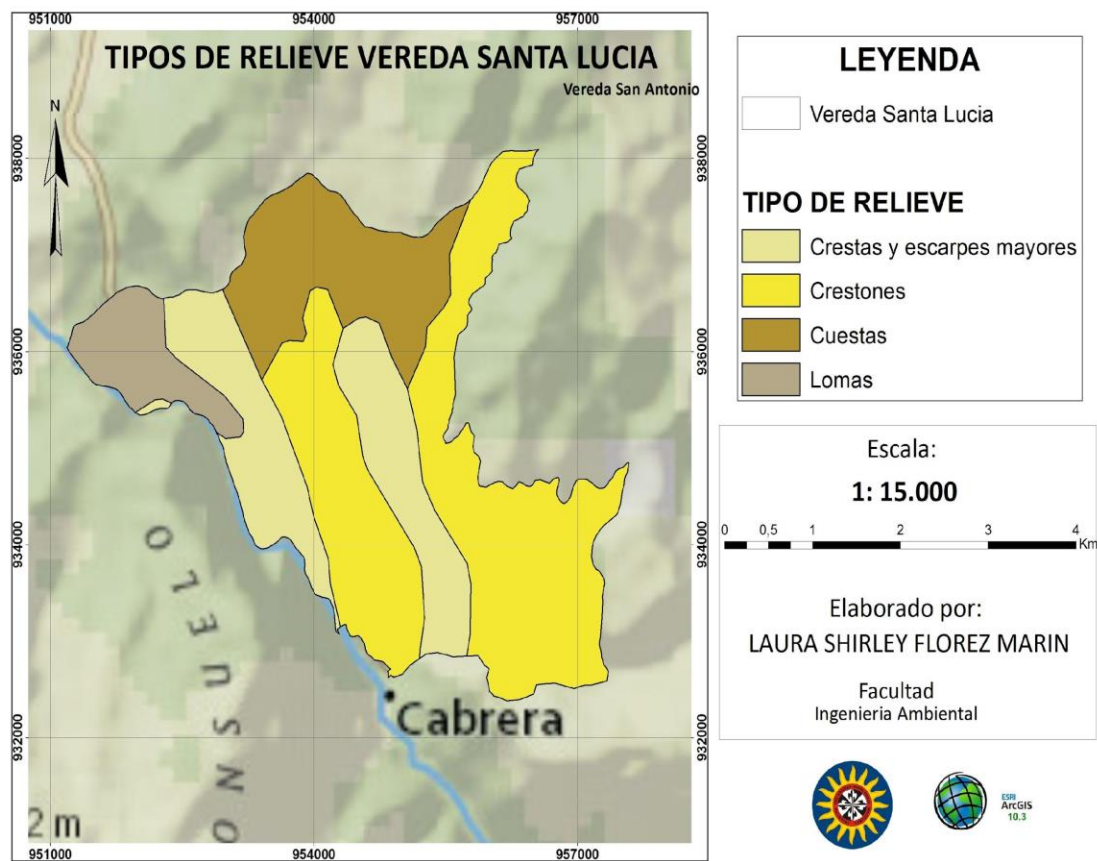
Las principales fallas geológicas que inciden en la zona son: la falla de Pandi que cruza por el norte de Cabrera hasta cerca del casco urbano, el sinclinal del Pilar ubicado a lo largo del Río Cabrera, el cual está constituido por suelos de origen de arcillolitas (los suelos originados de este tipo de material tiende a ser profundos, con drenaje variable y texturas predominantemente finas), fue el último sinclinal en generarse en esta zona; y la continuación de la falla de Quinini que se encuentra en el centro del municipio (ver mapa 6). (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013)

En el área de la vereda se tienen unidades geomorfológicas como lomas, cuevas, crestones, crestas y escarpes mayores, las cuales se describen a continuación:

- **Lomas:** Está afectado en sectores por frecuente pedregosidad superficial, donde sus suelos profundos a muy superficiales, bien a moderadamente bien drenados, de texturas medias a finas, la reacción es muy fuertemente ácida a neutra, y saturación de aluminio baja, es fértil. (IGAC, 2017)
- **Cuestas:** Se caracteriza por presentar suelos profundos, bien drenados, con texturas finas a medias, reacción fuertemente ácida, alta saturación de aluminio y fertilidad moderada a baja. (IGAC, 2017)
- **Crestones:** Sus suelos son profundos a superficiales, bien a moderadamente bien drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas, son suelos de reacción fuerte a medianamente ácida, cuya saturación de aluminio es baja y su fertilidad moderada a alta. (IGAC, 2017)
- **Crestas y escarpes mayores:** Afectado en sectores por erosión hídrica laminar ligera. Los suelos son profundos a superficiales, bien a moderadamente bien drenados, con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas; reacción fuerte a medianamente ácida y fertilidad en general es alta. (IGAC, 2017)

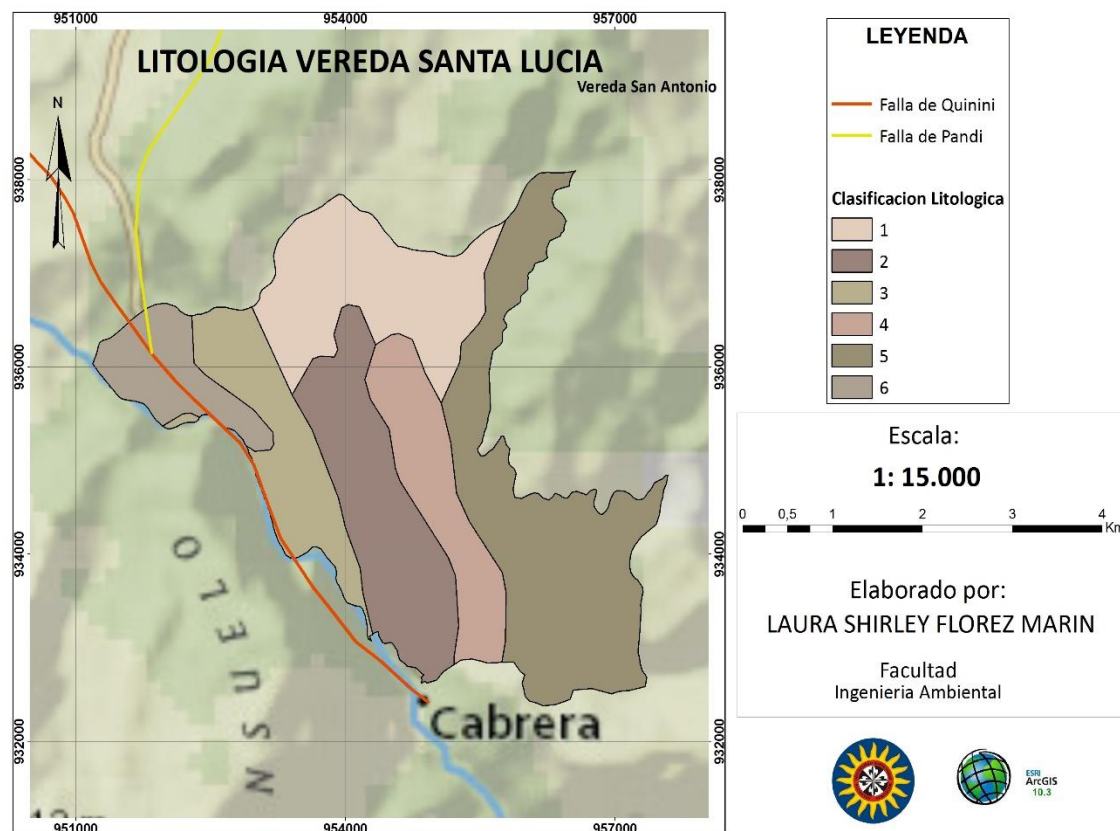
El costado oriental de la vereda presenta un tipo de relieve con crestones, cuya litología comprende rocas clásticas limo arcillas, con depósitos de ceniza volcánica. El relieve moderadamente quebrado a moderadamente empinado, con pendientes de 12-25 y 25-75%, está afectado en sectores por erosión hídrica laminar ligera; también presenta suelos profundos a superficiales, bien drenados, de texturas finas a moderadamente gruesas, reacción fuerte a medianamente ácida, mediana saturación de aluminio y fertilidad baja a moderada. (IGAC, 2017)

Mapa 5. Relieves de la vereda Santa Lucía



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IGAC, 2021

Mapa 4. Litología de la vereda Santa Lucía



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IGAC y SGC, 2021

La litología de la vereda presenta la siguiente clasificación:

- 1: Depósitos de ceniza volcánica sobre rocas clásticas limo arcillosas. (IGAC, 2017)
- 2: Rocas clásticas arenosas, limo arcillosas y químicas carbonatadas con algunos depósitos de ceniza volcánica. (IGAC, 2017)
- 3: Rocas clásticas limo arcillosas. (IGAC, 2017)
- 4: Rocas clásticas limo arcillosas con depósitos de ceniza volcánica. (IGAC, 2017)
- 5: Rocas clásticas limo arcillosas y arenosas con depósitos de ceniza volcánica. (IGAC, 2017)
- 6: Rocas clásticas limo arcillosas y mantos de ceniza volcánica. (IGAC, 2017)

Ilustración 1. Unidades Geomorfológicas Vereda Santa Lucía



Fuente: Autora, 2020

Ilustración 2. . Unidades Geomorfológicas Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2020

La salinidad en el suelo puede causar interferencia en el crecimiento de las plantas, ya que la presencia de sales y sodio genera mayor presión osmótica en la disolución del suelo por lo que complica la absorción del agua por parte de las plantas, también perjudica la entrada de nutrientes y salida de desechos metabólicos y generar interferencia en los intercambios de energía, agua, gases y fertilizantes. Gran parte del terreno de la vereda Santa Lucía, presenta suelos con salinidad muy severa de tipo sódica, lo cual afecta de forma negativa la producción vegetal y en general la estructura del suelo; es por esto que, los habitantes de la vereda usan agroquímicos como práctica de mejoramiento del suelo. Esta condición puede generar la degradación del mismo. (Costas, 2015)

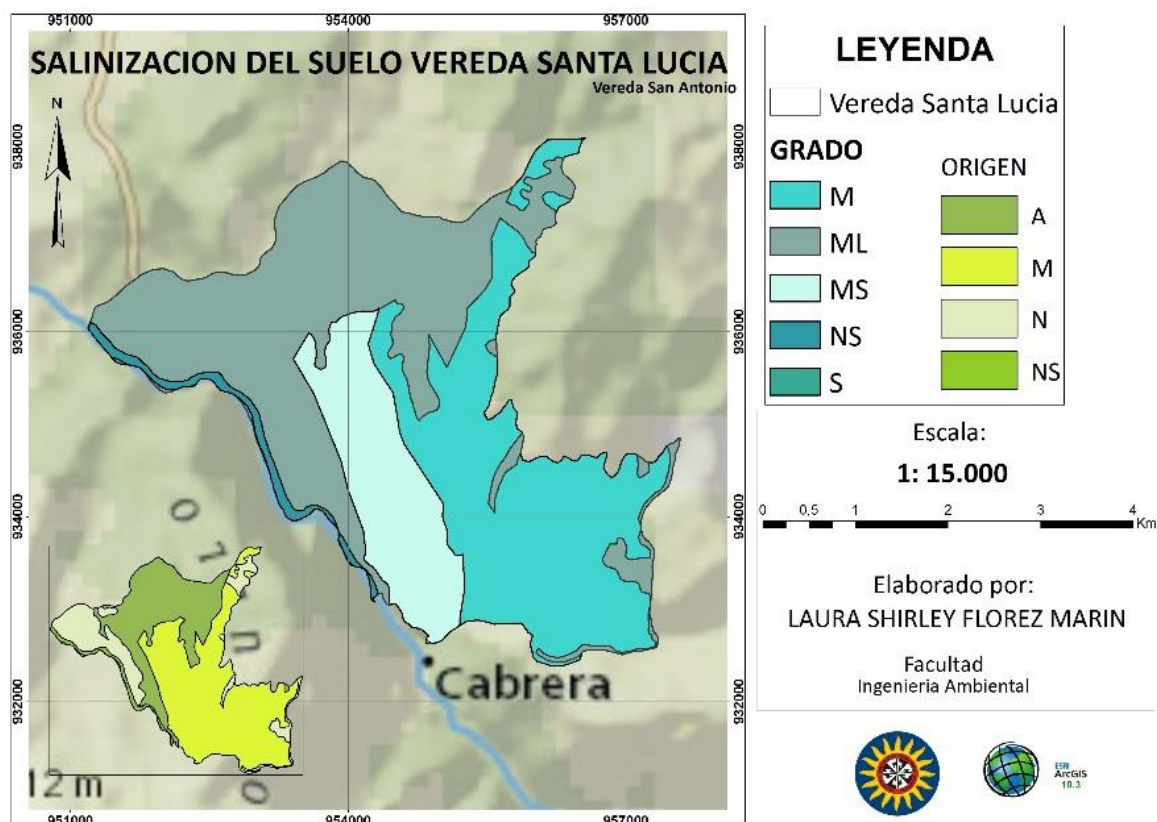
Se puede observar en el mapa 7 que la mayor parte del terreno presenta un grado de degradación por salinización muy ligero (685, 57 ha), principalmente de tipo antrópico en la zona noroccidental, y también de origen natural en varias unidades de la vereda. Se tiene que 91,87 ha no presentan ningún grado de salinidad, ya que es el área correspondiente al río Sumapaz; 557, 01 ha

corresponden a un grado moderado de tipo mixto de clase calcáreo, por otro lado, 62, 89 ha tienen grado severo, tipo mixto de clase magnésico y 286, 98 ha tienen un grado muy severo de tipo natural de clase sódica.

El origen natural de la salinización en la zona de estudio se puede presentar por intemperización, que consiste en la degradación puede ser física, química o biológica de las rocas y/o minerales del suelo; así mismo esta salinización puede generarse por la presencia de sales. Mientras que las causas antrópicas se presentan con las prácticas incorrectas de la agricultura y el mal manejo del agua para el riego, lo cual tiene una gran incidencia por el transporte que puede generar las condiciones fisicoquímicas del suelo.

Generalmente las causas antrópicas más comunes se presentan en zonas heterogéneas de microtopografía, que consiste en los escalonamientos realizados por el hombre en zonas de pendiente con interés agrícola. Cuando los suelos presentan salinidad por causa antrópica en suelos salinos naturalmente, se le denomina causa mixta. La zona de estudio presenta una gran área afectada en su mayor grado por salinización de tipo natural, seguidamente hay una afectación severa por causas mixtas, lo que indica que no se han llevado a cabo prácticas adecuadas en el manejo del suelo, esto ha tenido gran incidencia en la degradación por salinización en gran parte de la vereda.

Mapa 5. Salinización del suelo de la vereda Santa Lucía



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IGAC, 2021

El área de estudio presenta los siguientes grados de salinización:

M: Moderado

ML: Muy Ligero

MS: Muy Severo

NS: No salinidad

S: Severo

En cuanto al origen se presenta de tipo Antrópico (A), Natural (N), Mixto (M)

4.2.3. Hidrología e Hidrografía

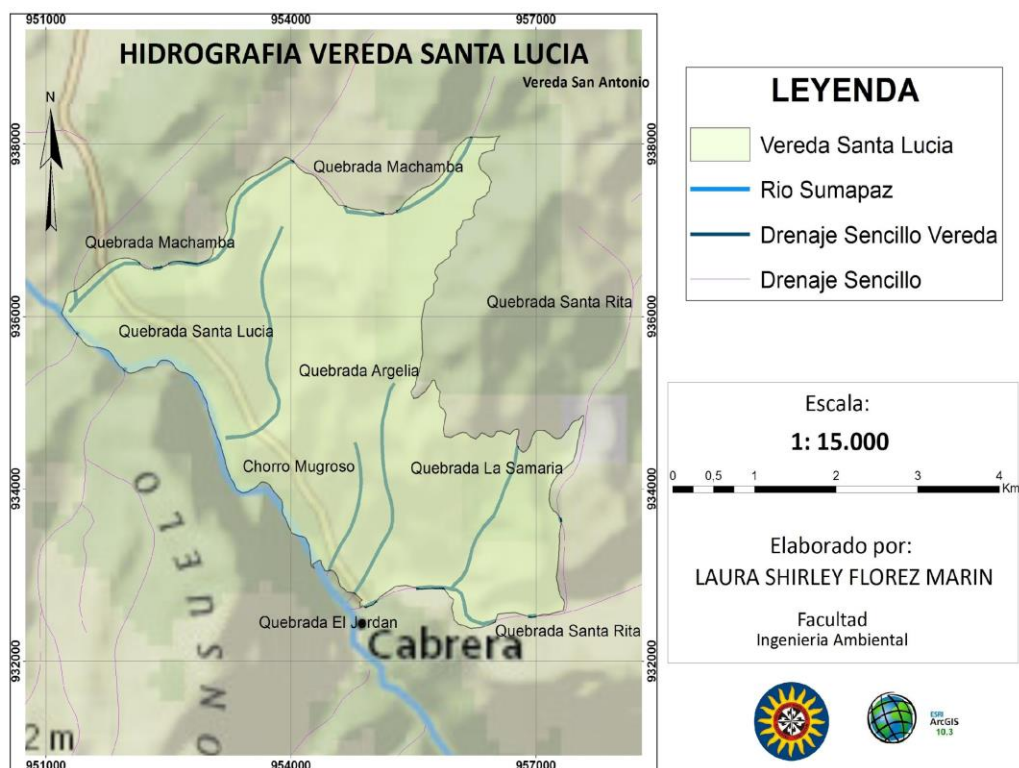
La vereda Santa Lucía cuenta con 12 fuentes hídricas, que incluyen drenajes intermitentes y permanentes. Entre las principales están: Quebrada Machamba, Quebrada El Jordán, Chorro Mugroso, Quebrada Argelia y Santa Lucía. Su huella hídrica se determina agrológica, ya que limita con el río Sumapaz, no hay presencia de humedales.

Quebrada Machamba o Macha (como es llamada por los habitantes de la zona) tiene un volumen del caudal de 15 m³/seg en periodo de lluvias y caudal mínimo en épocas de verano de 4m³/seg; la superficie de esta cuenca es de 6391,48 ha. Es la corriente más importante dentro de la red hídrica del municipio y limita este con el municipio de Venecia en por la parte Norte de Cabrera. (Z.R.C, 2012)

Esta quebrada nace en la parte más oriental del Páramo del Sumapaz pasando por la vereda Santa Lucía, su longitud es de 5,6 Km, con una pendiente promedio de 14,5 %, desemboca en la cuenca media del río Sumapaz, la margen está controlada por depósitos del cuaternario. En sus pendientes más abruptas hay presencia de bosques y vegetación arbustiva (en la parte oriental principalmente), mientras que las más suaves son aprovechadas para cultivos diferenciados según pisos climáticos. Su escorrentía favorece procesos erosivos, en la vereda Santa Lucía en la parte baja hay movimientos de remoción en masa como deslizamientos y desprendimientos, causa de la filtración de aguas de escorrentía, hay fracturas del suelo de hasta 20 m. La cuenca media del río Sumapaz tiene una extensión de 16.423,90 ha y el caudal medio oscila entre 15,33 m³/seg y 18,75 m³/seg. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013)

Adicionalmente, la vereda cuenta con otra fuente hídrica principal, la Quebrada Santa Lucía tiene un caudal medio de 5,6 m³/seg; se encuentra ubicada entre las cotas 2600 msnm en la cuchilla de Santa Lucía y los 2000 m en la desembocadura, es uno de los afluentes del Río Medio Sumapaz. Tiene un área de 957,221 ha en total y corresponde al 1,6% del área del municipio. Su perfil hídrico es muy pobre, se complementa con algunos drenajes directos al Río Sumapaz. En tiempo de lluvia es muy inundable y en tiempo seco presenta alto nivel de sedimentación. Sus altas pendientes no permiten un buen nivel de filtración. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013)

Mapa 6. Hidrografía de la vereda Santa Lucía



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IDEAM, 2021

Ilustración 3. Río Sumapaz Límite con la Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, noviembre 2020

Ilustración 4. Quebrada Santa Lucia



Fuente: Autora, enero 2021

4.3. Caracterización Medio Biótico

4.3.1. Flora

Los ecosistemas de bosques presentes en el municipio de Cabrera constituyen una unidad biogeográfica, que se caracteriza por la presencia de endemismo, alta deforestación y falta de investigación científica en cuanto las especies presentes. En el EOT de Cabrera se incluye como uso de suelo las categorías de Vegetación de páramo, Bosque Natural primario y Bosque Natural Secundario, y la Estructura Ecológica está definida como áreas de soporte ambiental que albergan biodiversidad, las fuentes hídricas y zonas de reserva de páramo y subpáramo de Cabrera. (Humboldt, 2015), (CAR, 2012)

Por su cercanía al páramo de Sumapaz, este municipio cuenta con gran diversidad vegetal endémica. Según el PDM 2012 existen aproximadamente 25 géneros de flora. En el EOT de 2003 se identifican como unidades florísticas representativas las áreas cultivadas con sinuosas arbóreas, los rastrojos altos y bajos, los relictos del bosque nativo y las áreas de cultivo entre mezcladas con bosque intervenido.

En el municipio de Cabrera las especies conocidas del bosque primario son: Una especie conspicua es el roble (*Quecus humboldtii*), acompañada por el amarillo (*Nectandra sp*, *Ocotea sp.*), encenillo (*Weimannia spp*), arrayán (*Eugenia sp.*), estoraque (*Clethra fagifolia*), manzano (*Bilia columbiana*), cucharo (*Miysine guianensis*), guásimo de tierra fría (*Cordia acuta*), trompeto (*Bocconia frutescens*), chuguacá o mulato (*Hieronyma spp*), pino colombiano (*Podocarpus oleifolius*), cerezo (*Calophyllum sp*), lechero plomo (*Pseudolmedia rigida*), pino romerón (*Decussocarpus rospigliosii*), pino chaciro (*Prumnopytes montanus*).

Estas dos últimos son especies vulnerables (VU), debido al alto uso de su madera, también el laurel de cera (*Ocotea calophylla*). (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013), (Murillo, s.f)

En las zonas altas de la vereda se presenta la palma boba (*Cyathea caracasana*), la cual es de gran importancia para este tipo de suelos de alta montaña, ya que ayuda entre otras cosas a evitar la erosión; también es una especie vulnerable a la extinción. El municipio cuenta con un área de pastos naturales representados por especies como: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Rye Grass (*Lolium perenne*), pasto de olor (Poaceae), Azul orchoro (*Dactylis glomerata*), entre otros. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013), (Murillo, s.f)

La cobertura vegetal se caracteriza por vegetación herbácea baja densa, herbácea baja abierta, arbustal media y arbustal baja; con especies como: lenguevaca (*polygonum optusifolium*), Salvia (*Lippia sp*), Surrumbo (*trema micrantha*), chilco (*Baccharis latifolia*) y Trébol (*Trifolium repens*).

Ilustración 5. Musgos y helechos Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2020

Ilustración 6. Palma Boba (Cyathea caracasana)



Fuente: Autora, 2020

4.3.2. Fauna

Según información suministrada por la Oficina de Asistencia Técnica UMATA, en la parte alta del municipio habitan especies de Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*), y perezosos (*Folivora sp*), ajustándose varios de ellos en las veredas de San Isidro, Quebrada Negra y Alto Ariari. En el área protegida del páramo, se han reportado aproximadamente 260 especies de mamíferos, entre las cuales están el chigüiro (*Hydrochoerus hydrochaeris*), la lapa o boruga de sabana y montaña (*Cuniculus paca* y *C. taczanowskii*), el picure, guatín o cotiara (*Dasyprocta fuliginosa*), el tintín (*Myoprocta acouchy*), el curí (*Cavia porcellus*), las dantas de páramo y de selva (*Tapirus pinchaque* y *T. terrestris*), el cafuche, zaino o puerco de monte (*Tayassu pecari* y *T. tajacu*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013), (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2010)

Entre las aves principales presentes en el PNN Sumapaz, que posiblemente se desplazan al área de estudio están las especies “gallineto de monte” (*Tinamus major*), gallineta azul (*Porphyrio martinica*), cormorán (*Phalacrocorax olivaceus*), gavián (*Accipiter nisus*), guacamaya verde (*Ara militaris*), quetzal (*Pharomachrus mocinno*), pájaro carpintero (*Picumnus pumilus*), halcón (*Habia gutturalis*), arrendajo (*Garrulus glandarius*), turpial (*Cyanocorax yncas*), loro orejamarillo (*Ognorhynchus icterotis*), azulejo (*Thraupis episcopus*), gallineta (*Tinamus sp.*), gallito de roca (*Rupicola peruviana*), loro (*Amazona sp*), Oropéndola o guapucha (*Psarocolius decumanus*), paujil (*Aburria sp*), pavas de monte (*Penelope sp*) pava hedionda (*Opisthocomus hoazin*), toche (*Gymnomystax mexicanus*), yátaro o tucaneta (*Aulacorhynchus prasinus*) y los

tucanes (*Ramphastos tucanus*)". (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2010)

En cuanto a las especies acuáticas, en el río Sumapaz se registran principalmente crustáceos como el cangrejo (*Hypolobocera bouvieri*), (N. macarena); y las especies de peces: bagres (*Astroblepus taczanowskii*), sardina del Beni (*Creagrutus beni*), pez (*Astroblepus chotae*), sardina (*Hemibrycon dentatus*), pez gato (*Trichomycterus retropinnis*), pez palito (*Sturisomatichthys tamanae*), peces actinopeterigios (*Poecilia sp.*), pez come barro (*Cordylancistrus daguae*) , bagre negro (*Rhamdia sp.*), pez boca de manteca o Cucho (*Astroblepus sp.*) (CAR, 2012)

En los bosques de esta región se encuentra la Rana de lluvia de Rengifo (*Leptodactylidae*), se trata de una especie endémica de Colombia, conocida solamente en esta área, sin embargo, se tienen algunos reportes en el municipio de Sibaté, esta especie vive en los bosques nublados sobre los 2800 m.s.n.m; debido a la deforestación es una especie amenazada muy difícil de encontrar.

4.4. Caracterización Medio social

4.4.1. Aspectos socioeconómicos

Según los resultados del censo del DANE realizado en 2018 la vereda Santa Lucia cuenta con 352 habitantes y el número de viviendas es de 139. El número de productores residentes es de 45, con las principales actividades económicas que se llevan a cabo son agricultura y ganadería. (DANE, 2018)

El EOT de Cabrera reporta que esta vereda se encuentra en equipamientos sociales con el objetivo de mejoramiento sostenible para la escuela y el polideportivo. Por otra parte, los informes de gestión de la Alcaldía municipal muestran que se ha llevado a cabo 11 capacitaciones de sensibilización páramo del Sumapaz, manejo de residuos sólidos, así como recolección de envases pos consumo de plaguicidas y charlas sobre animales silvestres en algunas zonas rurales incluyendo la vereda Santa Lucia; de igual forma, este informe del 2012 deja programado realiza demostración de método para prácticas porcícolas en esta vereda. (Z.R.C, 2012)

La zona de estudio cuenta con sistema de acueducto y alcantarillado en un 39% de su población, el cual es alimentado de la Quebrada Machamba. En temporada seca disminuye su caudal lo que genera escasez para el consumo de agua

humano, animal y riego; por otra parte, también hay afectaciones en la vereda por la calidad del agua, ya que no se cuenta con un sistema sanitario, y la quebrada se ve afectada por el vertimiento de desechos, algunos procedentes de las explotaciones porcinas. Menos del 5% de esta vereda también cuenta con acceso a sistema de alcantarillado (siendo una de las pocas veredas que tiene cobertura). (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013)

Santa Lucía, también es de las dos únicas veredas del municipio que cuenta con acceso al servicio de recolección de basuras. No registra un centro de incendios. Otro servicio que presenta, aunque este con déficit, es energía eléctrica, con una cobertura mayor al 80%. No existen rutas veredales en Santa Lucía Alta, por lo que algunos niños no tienen acceso a la escuela. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013)

La provincia del Sumapaz ha sido objeto del conflicto armado y social en las últimas cinco décadas, por causas relacionadas con su oferta ambiental y específicamente por la ocupación del territorio en zonas ecológicamente protegidas; teniendo en cuenta su proximidad con Bogotá, el conflicto por violencia política es bien marcado, debido entre otros aspectos a la restricción de movimientos por los derechos de ordenanza en el territorio; igualmente, ha sido partícipe del monopolio en las políticas de producción, ecológicamente esta provincia es una zona estratégica, ya que de aquí nace la Zona de Reserva Campesina en el Sumapaz (ZRC), situada en el municipio de Cabrera. (Rondón, s.f)

4.5. Servicios Ecosistémicos

La vereda Santa Lucía cuenta con servicios ecosistémicos de abastecimiento o provisión, de estos servicios los campesinos obtienen plantas para sus alimentos entre las que se destacan especies nativas como los frutos de chuguacá o mulato (*Hieronyma spp*), manzano (*Bilia columbiana*); y para usos medicinales, como las hojas y la corteza del árbol encenillo (*Weimannia spp*), las hojas del arrayán (*Eugenia sp.*), pino romerón (*Podocarpus oleifolius*), Sangre de Drago (*Crotón urucurana*).

Ilustración 7. Árbol Sangre de Drago (Crotón urucurana) Vereda Santa Lucía



Fuente: Autora, 2020

Los agroecosistemas ocupan una gran área en Santa Lucía, el municipio cuenta con una composición ganadera de 1 hasta 6 unidades de ganado, la cual genera abastecimiento de alimento, así como un ingreso económico, se reproducen especies criollas, las cuales predominan, razas Holstein, Normando y Cebú. (Fonseca, Nelson & Hernández, Marilin & Moreno, Brillyt, 2019)

Ilustración 8. Vaca Normando en Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2020

Ilustración 9. Toro Cebú en Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2020

En cuanto a la provisión de agua, la ZRC está ubicada en una región con una importante oferta hídrica, sin embargo, en el área de estudio hay sectores donde no se presenta déficit de agua para las necesidades básicas y de actividad agrícola para la población, como es el caso de la subcuenca de la quebrada Santa Lucia. Los agroecosistemas forestales cuentan con recursos arbóreos, arbustivos, suelos, cultivos y animales, y aproximadamente la mitad de éstos se utilizan como leña y/o madera para construcción y para venta, cercas, postes, principalmente se utiliza el roble (*Quercus humboldtii*) y el cándelo (*Pseudolmedia rigida*), y el pino colombiano (*Retrophyllum rospigliosii*). (Fonseca, Nelson & Hernández, Marilin & Moreno y Brillyt, 2019)

Ilustración 10. Aprovechamiento Forestal Pinos y Eucaliptos



Fuente: Autora, 2020

Las áreas forestales, proveen gran biodiversidad, esto ofrece servicios de regulación del clima, la erosión, las enfermedades humanas, entre otros; así mismo, servicios de apoyo o soporte como el ciclaje de nutrientes, la formación de suelo es aportados por los pequeños relictos boscosos que se observan. Debido a la diferencia de alturas se presenta un proceso de aireación del agua

en las fuentes hídricas presentes en Santa Lucia, regulando este recurso, de igual forma la vegetación ayuda con la regulación en la calidad del aire.

El área de estudio brinda servicios ecosistémicos culturales como: sentido de pertenencia, más que representado por la Zona de Reserva Campesina de la cual hace parte la vereda; así como identidad cultural, construida por los caminos e historias del campesino donde el agua, los bosques, la biodiversidad son los ejes de la construcción cultural. El ecosistema brinda enriquecimiento espiritual, proporcionado por la relación hombre-naturaleza y los beneficios espirituales que contienen los componentes del ecosistema; la recreación es otro servicio cultural, debido al aprovechamiento de los espacios naturales para caminar, observar, sembrar, y el desarrollo de diferentes deportes como el ciclismo, el desarrollo cognitivo, entre otros.

4.6. Identificación de la oferta ambiental de la vereda Santa Lucia del municipio de Cabrera Cundinamarca

La oferta ambiental de la vereda se evaluó teniendo en cuenta 3 aspectos: la capacidad de uso del suelo, la vocación y la estructura ecológica principal en relación con la prestación de los servicios ecosistémicos.

Este componente muestra la capacidad potencial de un terreno para proporcionar materia y energía, como las dinámicas bióticas en función de sus componentes físicos del mismo, es el uso que se le puede dar para actividades humanas (uso potencial), también tiene en cuenta sectores en donde ocurren procesos ecológicos esenciales en determinado ecosistema, por lo que deben ser protegidos o conservados. Este factor, es primordial para conocer las aptitudes y limitaciones que presenta el suelo, así como la vocación que presentan las diferentes áreas de un suelo para llevar a cabo las dinámicas ecológicas y culturales. Es por esto que, es indispensable para esta zonificación agroecológica conocer los sectores en los cuales se presentan las condiciones para llevar a cabo las actividades humanas pertinentes, con sus respectivos sistemas integrales, sin afectar la estructura ecológica propia del área de estudio.

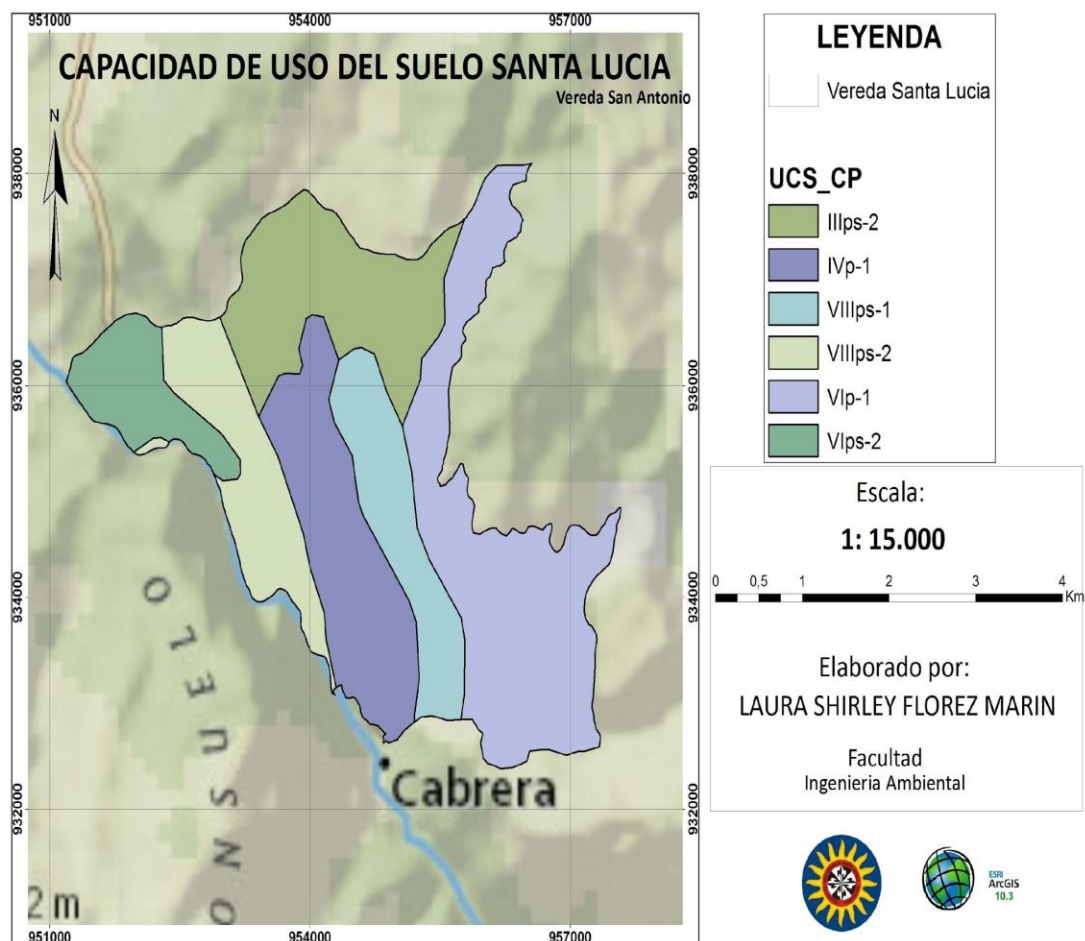
4.6.1. Capacidad de uso

La capacidad de uso permite conocer el potencial que tiene el suelo para llevar a cabo determinados usos; a partir de las características fisicoquímicas que

establecen las clases agrologicas y limitantes de la tierra. Así mismo el IGAC, presenta en la cartografía base información correspondiente a las practicas recomendadas para evitar el mal uso del suelo. Esta información fue extraída y procesada para el área de estudio mediante la herramienta SIG, permitiéndonos conocer su uso potencial o capacidad de uso del suelo, así como las practicas recomendadas.

A continuación, se puede observar la delimitación por capacidad de uso del suelo de las unidades homogéneas de la vereda Santa Lucia, extraída de la cartografía base del IGAC, así como las practicas recomendadas para la protección y óptimo aprovechamiento y uso de los recursos naturales. La mayor área del terreno (30,37%), tiene capacidad de uso para ganadería extensiva (Clase VI), sin embargo, las practicas recomendadas proponen implementar sistemas silvopastoriles para conservar la vegetación, ya que es un área con limitación de pendiente. La vereda Santa Lucia presenta una gran área, 24,42% del área total, con limitaciones por pendiente y suelo por lo que su capacidad de uso corresponde a la conservación y protección de fauna y flora (clase VIII).

Mapa 7. Capacidad de Uso del Suelo Vereda Santa Lucia



A continuación, se describe la capacidad de uso de las Unidades Cartográficas del Suelo (UCS).

Tabla 1. Unidades Cartográficas del Suelo (UCS) por su Capacidad de Uso

UCS	Color	Descripción	Prácticas Recomendadas	Área (ha)	Área (%)
IIIps-2		Agricultura semintensiva de orientación semicomercial y ganadería semintensiva de doble propósito	Rotación entre cultivos y con pastoreo controlado de ganado, así como la aplicación de fertilizantes orgánicos y enmiendas.	318,07	18,88
IVp-1		Ganadería semintensiva y extensiva y agricultura de subsistencia con cultivos transitorios	Aplicación de fertilizantes orgánicos, implementación de sistemas de potreros arbolados, siembras en contorno y evitar sobrepastoreo.	308,05	18,28
VIIIps-1		Conservación y protección de la flora y fauna silvestre	Mantener la vegetación natural, evitar talas y quemas del bosque.	199,63	11,85
VIIIps-2		Forestería de protección, conservación de la vida silvestre	Evitar las talas y quemas del bosque nativo, preservar la vegetación natural.	211,88	12,57
VIp-1		Ganadería extensiva para producción de carne y regeneración	Implementación de potreros arbolados, evitar el sobrepastoreo, fomentar el	511,62	30,37

		espontanea de la vegetación	crecimiento de la vegetación natural.		
Vlps-2		Ganadería extensiva para producción de carne y agricultura de subsistencia con cultivos semipermanentes	Evitar el sobrepastoreo de ganado, proteger la vegetación actual, sembrar especies vegetales arbóreas maderables y frutales.	135,06	8,01

Fuente: Tomado del IGAC, 2017

La vereda Santa Lucia presenta clases agrológicas III, IV, VI y VIII. A continuación, se describe brevemente cada clase, con las características determinadas por el IGAC, y teniendo en cuenta las características físicas del terreno mostradas en los mapas temáticos de caracterización física.

La clase III se caracteriza por tener una inclinación moderada con gradientes de 7-12%, erosión ligera, pedregosidad superficial sectorizada, texturas finas a medias, suelos poco profundos, bien drenados, salinización muy ligera, alta saturación de aluminio, reacción moderadamente ácida, fertilidad moderada. (IGAC, 2017)

La clase IV tiene pendientes fuertemente inclinadas entre 0-25 % principalmente, en sectores se presenta fenómenos de remoción en masa, también erosión hídrica ligera y moderada, texturas finas a moderadamente gruesas, suelos profundos a superficiales, bien a moderadamente bien drenados, salinización muy severa, saturación de aluminio baja, reacción fuerte a medianamente ácida y fertilidad moderada a alta. (IGAC, 2017)

La clase VI presenta pendientes de hasta 25-75%, hay sectores afectados por erosión hídrica ligera, principalmente en la parte oriental de la vereda, y en la parte occidental sectores afectados por pedregosidad frecuente. Son suelos profundos a muy superficiales, bien a moderadamente bien drenados, con texturas finas a moderadamente gruesas, reacción muy fuerte a medianamente ácida, saturación de aluminio y fertilidad moderada a baja. (IGAC, 2017)

La clase VIII tiene relieves con pendientes superiores al 75% en sectores fuertemente escarpados y sectores fuertemente empinados, se presenta erosión hídrica laminar de grado ligero. Suelos profundos a superficiales, bien a excesivamente drenados, texturas moderadamente finas a moderadamente

gruesas, reacción moderada a fuertemente ácida, y la fertilidad varía en algunos sectores alta y otros es baja. (IGAC, 2017)

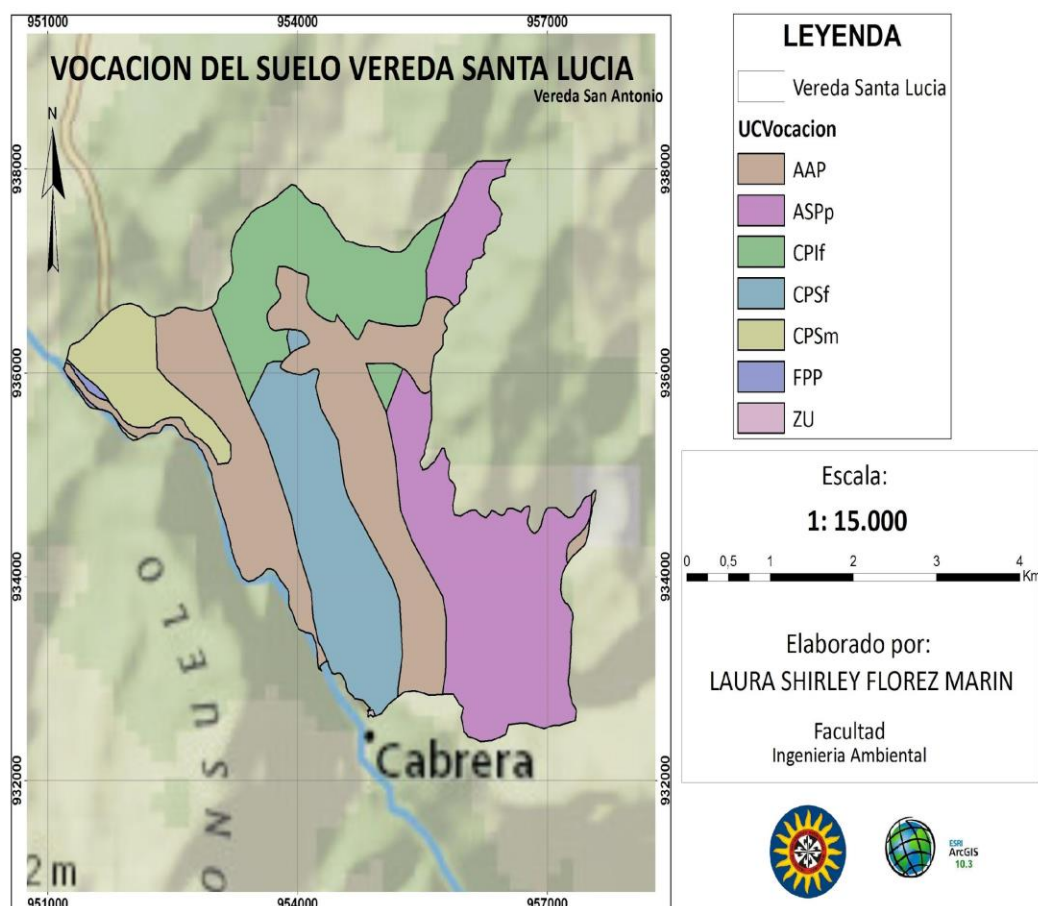
La subclase de capacidad del suelo muestra la agrupación de las clases agrológicas con el mismo número y grado de limitaciones. El área de estudio presenta 2 subclases, una por pendiente (p) y la otra por pendiente y suelo (ps).

4.6.2. Vocación de uso

A partir de la capacidad de uso que tiene el suelo, la vocación de uso nos muestra el uso más apropiado que la tierra está en capacidad de soportar en relación con características de sostenibilidad.

A continuación, se presenta la información extraída del IGAC correspondiente a la vereda Santa Lucia, en donde predomina la vocación agrícola con 39,75% del área total, el uso principal comprende cultivos permanentes intensivos y semintensivos de clima medio y clima frío. El 31,30% del área total tiene vocación para la conservación, estas unidades corresponden a clases agrológicas de suelo VIII, son suelos que según la Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso del IGAC deben ser conservados, como se puede observar en el mapa 9 estas zonas presentan limitantes por pendiente y suelo, el mapa 5 (pendientes) también nos muestra que los rangos de pendientes están entre 47-80%. Seguidamente el 28,42% del área tiene vocación agroforestal, con uso principal agrosilvopastoril con cultivos permanentes, esta es una zona de gran importancia ecológica, como se puede observar en el mapa 12 (Agroecosistemas). El 0,3% del área tiene vocación forestal con uso principal protección-producción y solo el 0,02% corresponde a zona urbana. (IGAC, 2017)

Mapa 10. Vocación del Suelo de la Vereda Santa Lucia



Fuente: Elaboración propia a partir de información del IGAC, 2021

Tabla 2. Áreas de cubrimiento de las unidades de vocación del suelo

UCV	Color	Vocación	Uso principal	Área (Ha)	Área (%)
AAP		Áreas prioritarias para la conservación	Áreas prioritarias para la conservación	529,92	31,30
ASPp		Agroforestal	Agrosilvopastoril con cultivos permanentes	478,31	28,42
CPIf		Agrícola	Cultivos permanentes intensivos de clima frío	267,17	15,87
CPSf		Agrícola	Cultivos permanentes semintensivos de clima frío	286,88	17,04

CPSm		Agrícola	Cultivos permanentes semintensivos de clima medio	115,25	6,84
FPP		Forestal	Protección-producción	5,07	0,30
ZU		Zona urbana	Zona urbana	0,40	0,02

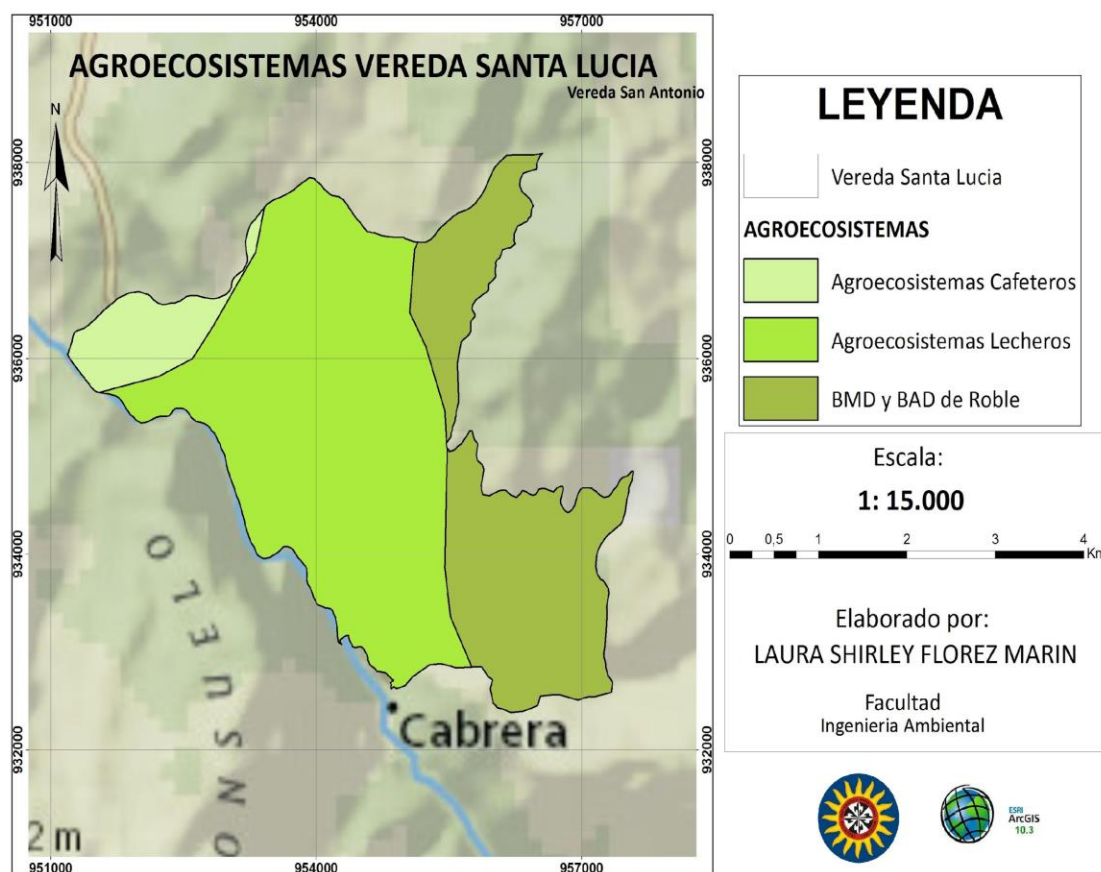
Fuente: Tomado del IGAC, 2017

4.6.3. Estructura Ecológica Principal

Para el presente estudio en la fase de identificación de estructura ecológica principal se tuvieron en cuenta aspectos generales relacionados a ecosistemas representativos ecológicamente; teniendo presente que determinar la estructura ecológica principal es un proceso complejo que requiere un estudio detallado del área de estudio, y no es necesario para la presente investigación; así se hizo una revisión cartográfica y teórica en páginas nacionales del IDEAM, SIAC, IGAC, Instituto Humboldt, PNN, así como el EOT de Cabrera, principalmente. De esta revisión se obtuvo cartografía base de agroecosistemas y unidades ecológicas.

El mapa base de los agroecosistemas se obtuvo del SIAC, 2017; se encontraron 3 tipos de agroecosistemas presentes en la vereda Santa Lucia: 122,68 Ha de agroecosistemas cafeteros, 1017 Ha de agroecosistemas lecheros y 544,64 Ha de bosques andinos y alto andinos de Roble. Los agroecosistemas son ecosistemas transformados por actividades humanas, por lo que presentan relaciones dinámicas entre la cultura y su entorno fisicobióticos.

Mapa 11. Agroecosistemas de la Vereda Santa Lucia



Fuente: Elaboración propia a partir de información del SIAC, 2021

Dentro de las unidades ecológicas se puede observar los orobiomas o unidades de relieve con características ecológicas definidas presentes en el área de estudio, el cual hace parte del gran bioma de bosque húmedo tropical. Estos orobiomas se caracterizan por presentar nieblas frecuentes, y su cobertura es principalmente de pastos, seguidamente bosques naturales, vegetación secundaria y cultivos anuales y transitorios. De estos ecosistemas 1139,69 Ha corresponden a orobiomas andinos del zonobioma de bosque húmedo tropical, y 544,64 Ha corresponden a pedobiomas y helobiomas del zonobioma de bosque húmedo tropical.

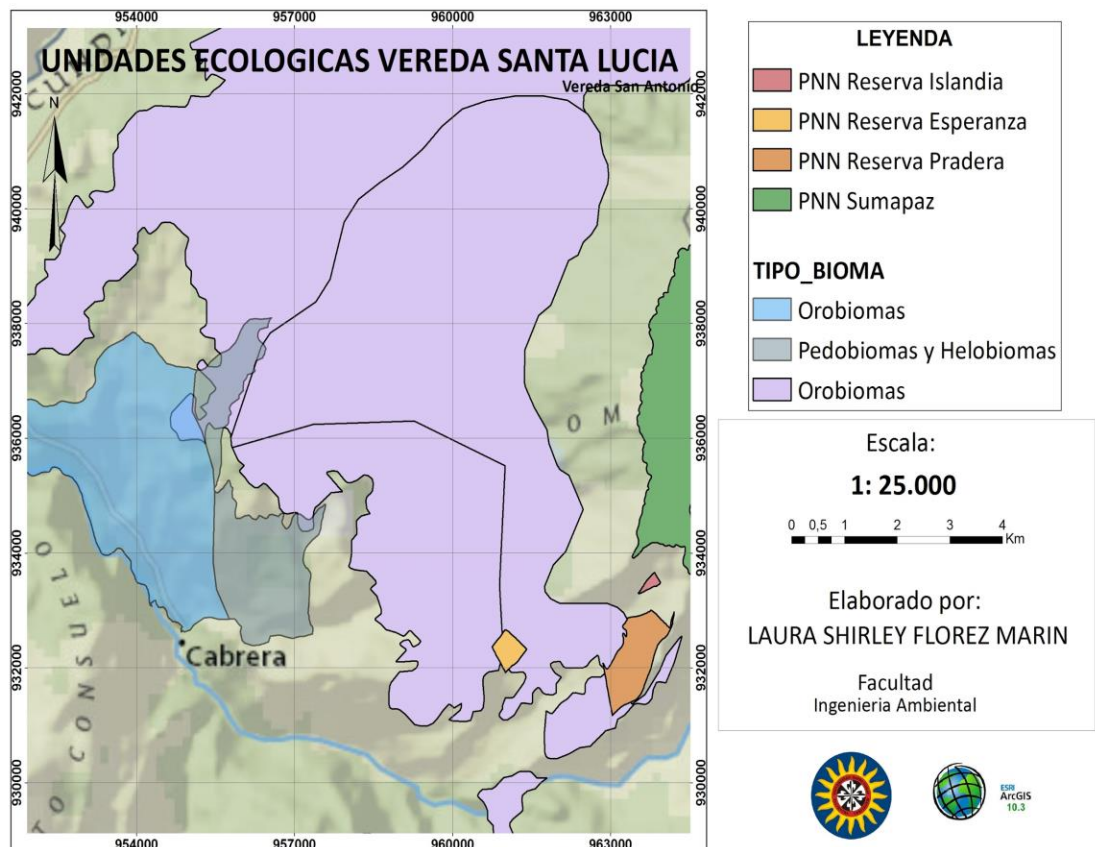
El mapa de unidades ecológicas también muestra PNN cercanos, que son el PNN Islandia, Esperanza y Pradera; así como el páramo Sumapaz. La cercanía de la vereda Santa Lucia con estas áreas de gran importancia ecológica, permite que esta vereda sea una zona con posible potencial ecológico, esto con el interés de tener presente la conservación de la biodiversidad del área de estudio.

Cabrera es de los tres municipios de Cundinamarca que cuenta con un Índice de Vegetación Remanente (IVR) superior al 65%, teniendo este municipio el

segundo mayor después de Venecia, con 73,4%. Es por esto que la vereda Santa Lucia está dentro de la caracterización de Zona de Reserva Forestal

“La vegetación tiene características perennifolio especies como el cedro (*Cedrela montana*), nogal (*Juglans neotropica*) y roble (*Quercus humboldtii*) son semicaducifolios. Las palmas pueden ser abundantes e incluso dominantes. Por encima de los 2.400 msnm, se encuentran especies como mortiño (*Vaccinium meridionale*), Arrayán (*Myrcia popayanensis*), romero (*Diplostephium* sp.), encenillos (género *Weinmannia*) y canelo (*Drymis granadensis*). Las epífitas son abundantes, en especial, musgos, hepáticas, líquenes y helechos. A éstas se agregan orquídeas y “quiches” (géneros *Guzmania*, *Tillandsia* y *Vriesia*), algunas hemiparásitas (familia *Loranthaceae*), piperáceas y urticáceas” (Corantioquia, 2009)

Mapa 12. Unidades Ecológicas

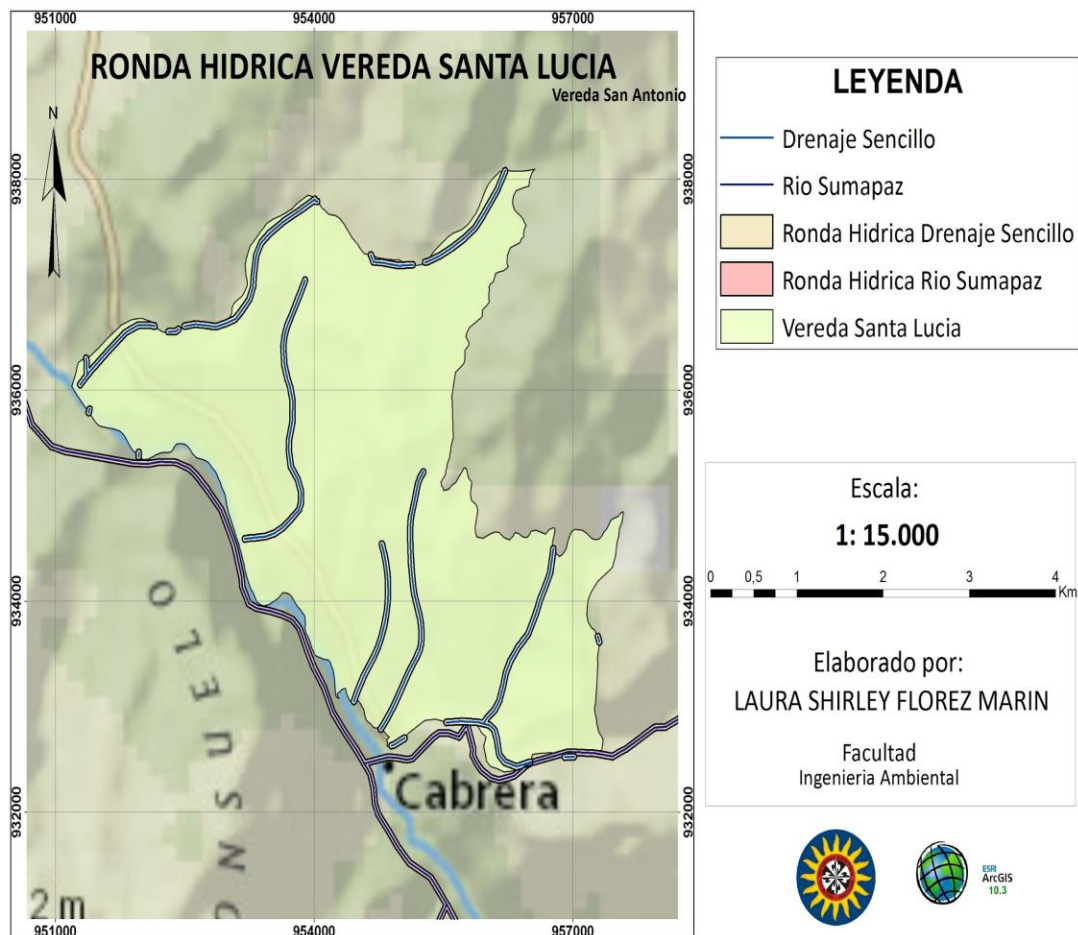


Fuente: Elaboración propia a partir de información del IAvH y PNN, 2021

Otra unidad ecológica representada a continuación cartográficamente es la ronda hídrica, correspondiente a 30 metros a la redonda del drenaje sencillo, debido a lo estipulado en la ley 2811/74. El drenaje sencillo se encuentra

representado en la caracterización hidrográfica de la vereda; así como la ronda hídrica del río Sumapaz.

Mapa 13. Unidad Ecológica Ronda Hídrica Vereda Santa Lucia



Fuente: Elaboración propia con información del IDEAM, 2021

Ilustración 11. Vegetación de Bosque Denso Vereda Santa Lucia



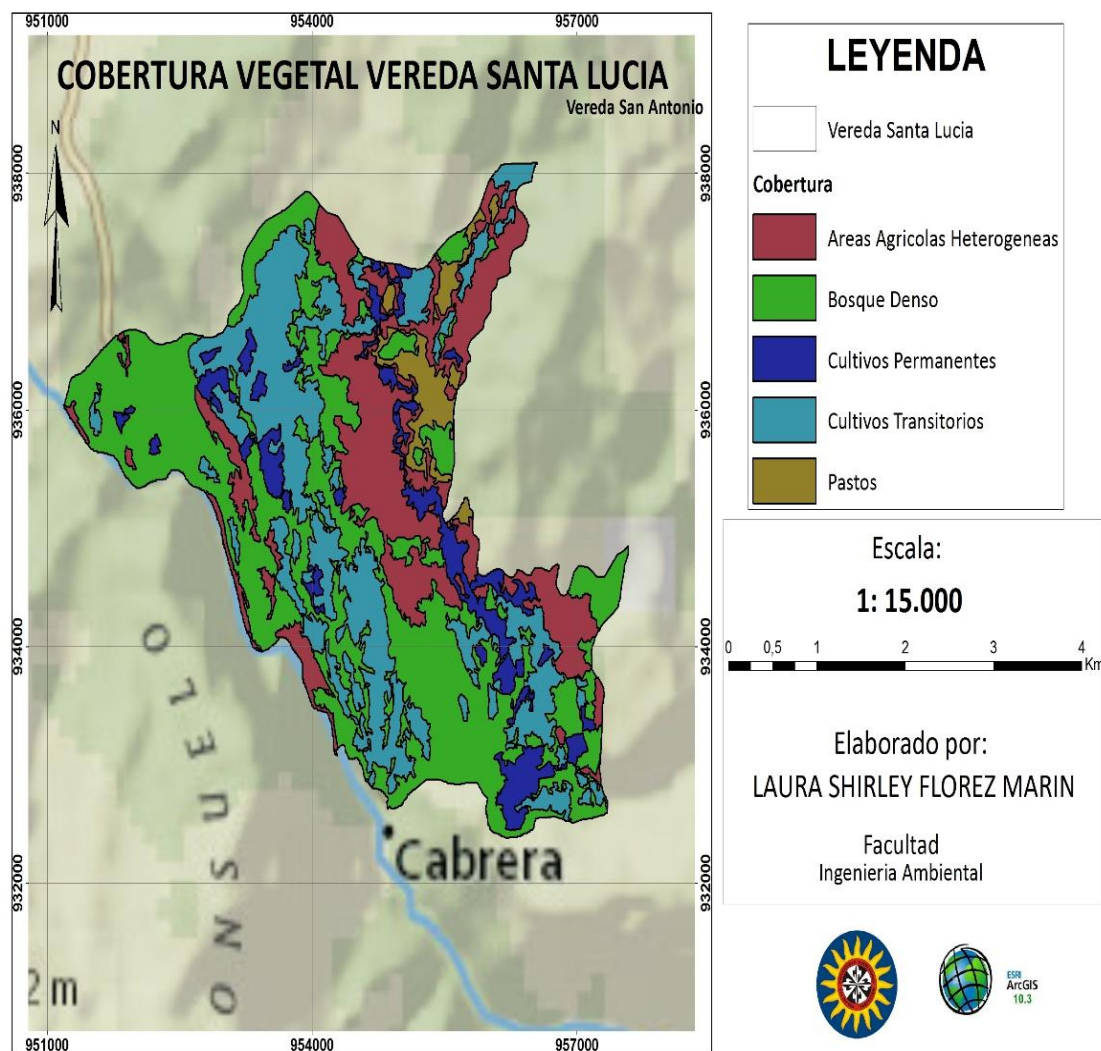
Fuente: Autora, 2020

4.7. Determinación de la demanda ambiental específicamente en insumos agroecológicos (Corine Land Cover)

La demanda se evaluó teniendo en cuenta los lineamientos expuestos por la metodología de Corine Land Cover para Colombia (2010), la cual establece la caracterización y clasificación de las coberturas naturales y antropizadas. Después del procesamiento de imágenes satelitales Sentinel 2 (2018) en la herramienta de Arcgis, y teniendo en cuenta el área mínima de mapeo de 1Ha se encontraron 5 categorías para el área de estudio: Áreas Agrícolas Heterogéneas, Cultivos Transitorios, Cultivos Permanentes, Bosque Denso y Pastos. Mediante las visitas de campo realizadas (diciembre 2020 y enero 2021) se pudo observar el uso actual del suelo, descrito en la tabla 3. Se analizó el uso actual, los tipos de cultivos y los sistemas agroecológicos presentes.

La vereda Santa Lucia tiene cobertura de la tierra principalmente de bosques y áreas seminaturales, del cual el 40,29 % del área total corresponde a bosques densos altos de tierra firme. 21,88% del área total corresponde a áreas agrícolas heterogéneas, que está conformado por mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales; son tierras agrícolas, cuenta con áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos. Además, cuenta con una importante demanda de cultivos transitorios y permanentes que ocupan el 34,24% del área total de la vereda, y un 3,57% en pastos arbolados (ver tabla 3).

Mapa 14. Cobertura de la Tierra Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2021

Tabla 3. Cobertura de la Tierra y Uso Actual de la Vereda Santa Lucia

Unidades de Cobertura de la Tierra	Color	Descripción	Uso Actual	Área (Ha)	Área (%)
Áreas Agrícolas Heterogéneas		Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos con vegetación natural de árboles nativos y para aprovechamiento forestal principalmente eucalipto (<i>Eucalyptus</i>), y arboles permanentes como guayabos, naranjos y plátano en zonas de pastoreo con	368,2	21,8

			animales como camuros y vacas.		
Cultivos Transitorios		Cereales, Oleaginosas y leguminosas	Cultivos intensivos de Maíz (<i>Zea maíz</i>), Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), Pepino Criollo (<i>Cucumis sativus</i>), Arveja (<i>Pisum sativum</i>), Granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>), Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>), Lulo (<i>Solanum quitoense</i>). Así también zonas con asociación de cultivos semintensivos en la parte norte de la vereda.	431,9	25,6
Bosque Denso		Bosque Denso Alto de Tierra Firme	Bosques con vegetación nativa como Sangre de Drago (<i>Crotón urucurana</i>). y vegetación introducida, principalmente eucaliptos (<i>Eucalyptus</i>)	678,1	40,2
Cultivos Permanentes		Arbustivos, Arbóreos	Cultivos intensivos de Tomate de árbol (<i>Cyphomandra betacea</i>) Café, Aguacate (<i>Persea</i>), Naranja, Feijoa (<i>Acca sellowiana</i>)	144,4	8,5
Pastos		Pastos Arbolados	Sistemas silvopastoriles. Ganadería semintensiva y aprovechamiento forestal semintensivo	60,1	3,5

Fuente: Autora, 2020

Ilustración 12. Áreas Agrícolas Heterogéneas



Fuente: Autora, 2021

Para el 2010 el 38% de estos suelos estaban sembrados, siendo la vereda con mayor área cosechada y la más productora en el municipio. Se llevaron a cabo capacitaciones de buenas prácticas agrícolas, según un informe de gestión de la alcaldía del 2012; en el cual dice haberse entregado 25000 plántulas de café variedad castilla (*Coffe arabica*), igualmente se reportan siembras de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea maiz*) e implementación de cultivos de mora (*Rubus ulmifolius*) por parte de la Secretaría de Agricultura. Otro cultivo representativo es el lulo (*Solanum quitoense*), entre otros. (ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER, 2013), (Alcaldía Municipal Cabrera, 2016), (Z.R.C, 2012)

La categoría de cultivos transitorios comprende cultivos cuyo periodo vegetativo es menor a un año. Los campesinos de la vereda manifiestan que los cultivos principales para estas tierras son de maíz, tomate de árbol, pepino criollo y frijol; estos cultivos fueron evidenciados en las visitas de campo, y corresponden a las zonas de cultivos transitorios mapeadas (mapa 14).

Se pudo observar varios cultivos (4 o 5 predios aproximadamente) con prácticas de asociación en la zona norte con cobertura vegetal de cultivos transitorios, de maíz-frijol, en donde el maíz es el soporte para el crecimiento del frijol, y a su vez es más eficiente en cuanto a recursos económicos; también asociaciones con calabaza, auyama, fruta (lulo, uchuva, curuba, tomate de árbol, maracuyá). A continuación, en la ilustración # 13 se puede observar una parcela de un sistema agrológico que comprende Maracuyá (*Passiflora edulis*) en forma de tendido aéreo, en el mismo cultivo se puede observar maíz (*Zea maíz*), aguacate (*Persea sp*) y ahuyama (*Cucurbita máxima*).

Ilustración 13. Asociación de cultivos Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2020

Los demás cultivos transitorios comprenden monocultivos de arveja (*Pisum sativum*), maíz (*Zea maíz*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), pepino criollo (*Cucumis sativus*) y granadilla (*Passiflora ligularis*), principalmente. También se encontró, aunque no es una práctica común, cultivos transitorios intensivos de pequeñas huertas caseras con cebolla (*Allium cepa*), zanahoria (*Daucos carota*) y Lechuga (*Láctica sativa*).

Al hacer la revisión del diagnóstico físico del área de estudio, se observa que la zona norte que presenta esta asociación con diversidad de cultivos tiene condiciones de lluvia entre 842,2 mm y 1007,12 mm, así también presenta otras condiciones que le favorecen, por su vocación agrícola, como clase agrologica del suelo III, salinización ligera y pendientes bajas entre 0-8,24%. Sin embargo, de esta zona norte solo una pequeña parte de estos suelos es aprovechada con estas prácticas, pues hay parcelas que tiene uso de monocultivos principalmente de aguacate, maíz y arveja.

En cuanto a los cultivos permanentes, se refiere a las plantas que producen varias cosechas sin necesidad de volver a plantar, su ciclo vegetativo es mayor a un año; el uso actual comprende cultivos intensivos principalmente de Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) Café, Aguacate (*Persea*), Naranja, Feijoa (*Acca sellowiana*).

Ilustración 14. Cultivo de aguacate Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2020

4.8. Conflictos ambientales

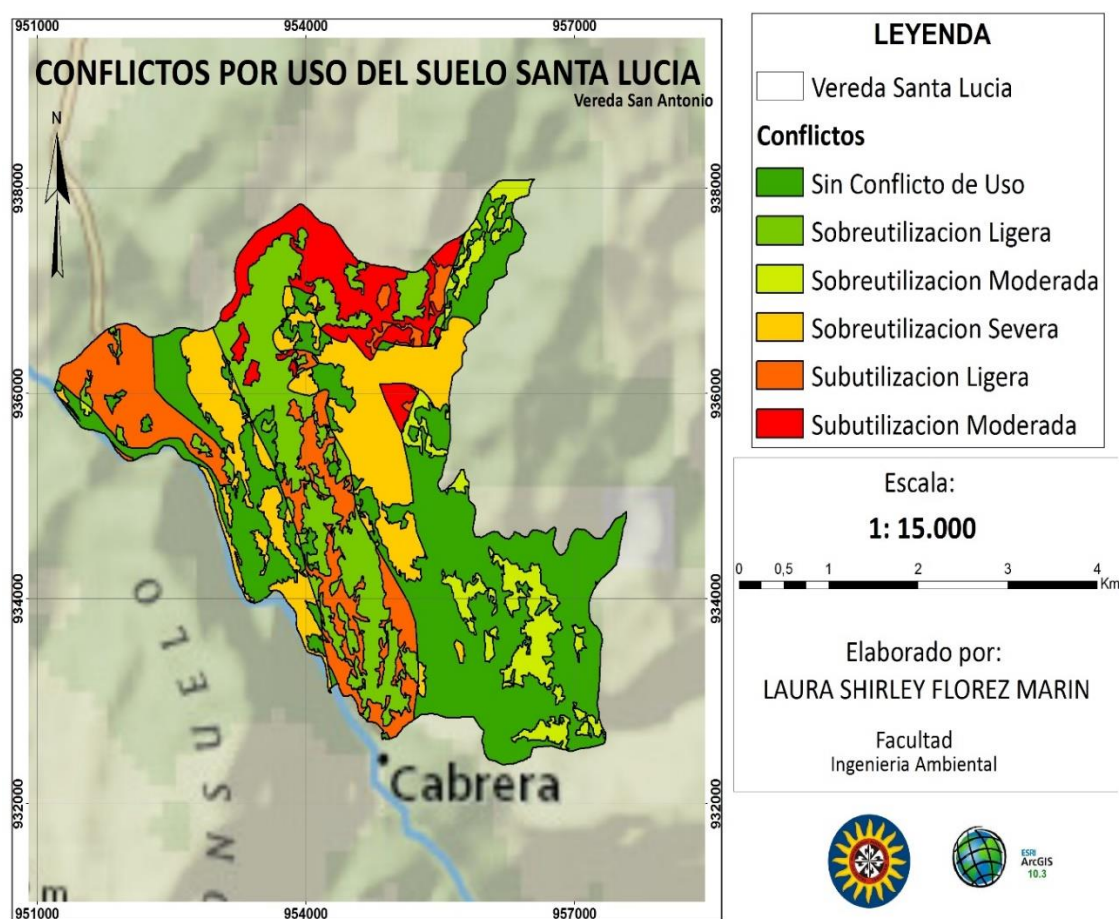
Los conflictos ambientales se generan por las dinámicas de las sociedades en relación a los comportamientos de los componentes ambientales, es por esto que se pueden presentar conflictos por uso del suelo, cuando se presenta una utilización del mismo que atenta con la degradación de las unidades ecológicas y supera la capacidad de uso, también se puede presentar cuando no se aprovecha este potencial del suelo con las debidas practicas sostenibles y las comunidades se ven afectadas socioeconómicamente. Para el desarrollo de este componente se realizó la determinación de conflictos por uso del suelo siguiendo la guía del POMCA (2016). También se identificó algunos posibles riesgos por eventos sucedidos de movimiento en masa, incendios y se relacionó información hidro climática con lo que se estableció zonas de restricción posteriormente.

4.8.1. Conflictos por Uso del Suelo

Los conflictos por uso del suelo se identificaron a partir del cruce entre el mapa de oferta ambiental y el de demanda ambiental; para clasificar las unidades resultantes se siguió la metodología propuesta por el MADS en la guía técnica para la formulación Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) del 2014; comparando la oferta con la demanda se obtuvo la clasificación de las unidades. Como resultado se encontraron conflictos por sobreutilización en 3 grados: ligera, moderada y severa; y conflictos por subutilización ligera y moderada.

El 62,51% del área total de la vereda Santa Lucia presenta algún tipo de conflicto por uso del suelo. Se encontró que el conflicto con mayor área se presenta por sobreutilización ligera, correspondiente a 281,48 Ha, la cual se genera porque el uso actual o demanda presenta cultivos intensivos y el uso potencial u oferta ambiental propone cultivos semintensivos; en esta categoría de conflicto se presenta los 3 niveles: ligero, moderado y severo. Los otros conflictos de uso están definidos por subutilización en dos grados: ligera y moderada; la cual se presenta porque el uso actual es menos intensivo que el uso potencial, presentándose áreas de bosque, principalmente en zonas que por su vocación de uso podrían ser productivas. El 37,46% del área total tiene un uso adecuado del suelo y no presenta conflicto.

Mapa 15. Conflictos por uso del suelo Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2021

Tabla 4. Conflictos por Uso del Suelo

Conflicto	Área (Ha)	Área (%)	Área (Ha) con conflicto / sin conflicto
-----------	-----------	----------	---

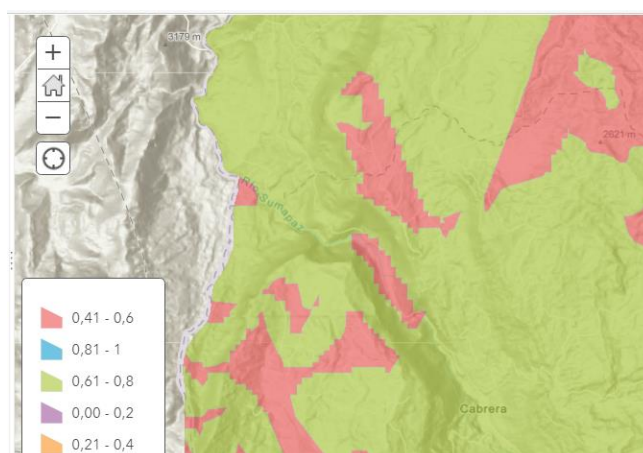
Sobreutilización Ligera	281,48	16,74	1050,94 Ha (62,51%)
Sobreutilización Moderada	117,20	6,97	
Sobreutilización Severa	282,36	16,80	
Subutilización Ligera	233,81	13,91	
Subutilización Moderada	136,09	8,09	
Sin Conflicto	629,74	37,46	629,74 Ha (37,48%)

Fuente: Autora, 2021

4.8.2. Determinación de zonas de Riesgos ambientales

Este componente contiene información secundaria de inventarios de la CAR y el SIAC. La zonificación de riesgos a incendios de la CAR, 2014, (ver grafica 2) muestra que para la zona de estudio hay un riesgo moderado con valores entre 0,41 y 0,6 (color rojo), y un riesgo alto con valores entre 0,61 y 0,8 (color verde). Por lo que en general la zona de estudio tiene un alto riesgo a incendios.

Grafica 2. Riesgo a incendios vereda Santa Lucia

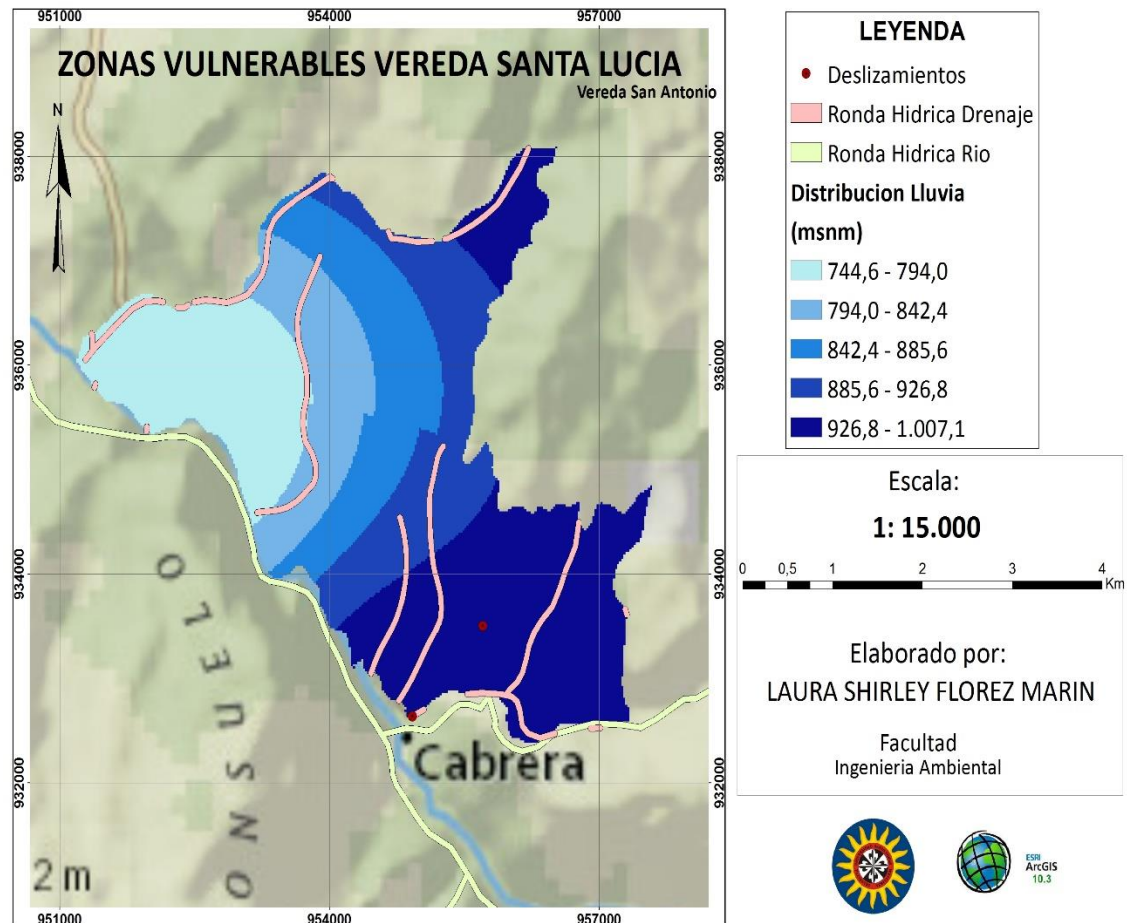


Fuente: Tomado de CAR, 2014

Se identificaron dos eventos de deslizamiento traslacional en los inventarios del SIAC de movimientos en masa 2010-2011. Y se superpuso el mapa de distribución de lluvia con el de ronda hídrica, para indicar zonas vulnerables a posibles riesgos en épocas de lluvia. Como se puede observar en el mapa 17 las zonas donde se han presentado los eventos de deslizamiento están ubicados en área de ronda hídrica de drenaje sencillo, así también es la zona que tiene mayor lluvia en promedio anual (926,8 mm – 1007,1 mm), ocurridos durante época de

lluvia (fenómeno de La Niña, 2010/2011); por lo que las zonas de deslizamientos mapeadas son zonas vulnerables a posibles riesgos de movimiento en masa.

Mapa 16. Zonas vulnerables a eventos ambientales vereda Santa Lucia

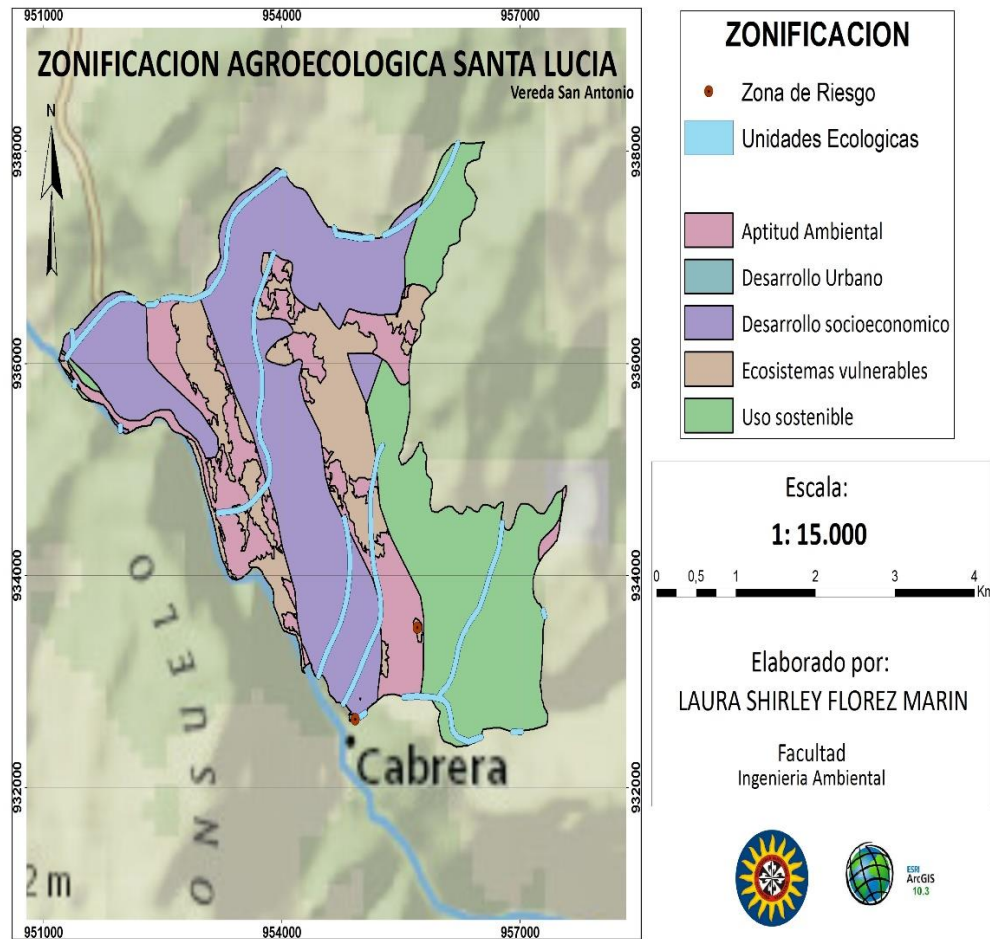


Fuente: Autora, 2021

4.9. Lineamientos de manejo

Los lineamientos de manejo presentados a continuación están en función de la zonificación agroecológica resultante del análisis de las características de oferta ambiental, demanda ambiental y conflictos. Como resultado se obtuvieron 7 categorías: zonas de riesgo, unidades ecológicas, aptitud ambiental, desarrollo urbano, desarrollo socioeconómico, ecosistemas vulnerables y uso sostenible.

Mapa 17. Zonificación Agroecológica Vereda Santa Lucia



Fuente: Autora, 2021

Santa Lucía cuenta con zona de reserva forestal, la cual se caracteriza por tener una cobertura vegetal de tipo boscoso, con una alta biodiversidad que requiere ser conservada en sus condiciones primarias. (CORMACARENA,) (Universidad Nacional de Colombia, 2015). Dicha zona, identificada en la fase de estructura ecológica principal, del presente estudio; no se encuentra delimitada en la zonificación de la alcaldía de Cabrera, 2018; (ver Anexo A). La capacidad de uso de esta zona es para conservación y protección (ver mapa 9); sin embargo, esta zona se encuentra en conflicto ambiental, debido al mal uso del suelo; causado principalmente por tala de flora nativa, lo que podría estar afectando las fuentes hídricas, nacimiento de la quebrada Argelia, quebrada La Samaria y paso principal de la quebrada Machamba (mapa 8); el uso actual no corresponde a la aptitud del suelo, por lo que se presenta conflictos de uso.

Las zonas de riesgo corresponden a las áreas en donde han ocurrido fenómenos de movimiento en masa; por lo que no son aptas para desarrollo socioeconómico. Teniendo en cuenta que son zonas que presentan un gran volumen de precipitación, y son vulnerables a posibles riesgos en tiempo de lluvia, los lineamientos de manejo están orientados a promover planes de gestión de riesgo en el municipio, así como medidas de prevención de desastres. En cuanto a la prevención y manejo de riesgos a incendios, teniendo en cuenta que es un área con un alto riesgo, es indispensable el desarrollo de un centro de incendios, se recomienda seguir el Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas, en donde es indispensable el trabajo en cooperación con las autoridades encargadas, la comunidad en general de la vereda, y las autoridades ambientales.

Las unidades ecológicas que corresponden a las rondas hídricas en el área de estudio no están ocupadas actualmente, las cuales por ley deben ser conservadas y protegidas; así el uso compatible es para recreación pasiva y contemplativa. Estas están integradas a todo el ecosistema de la vereda, por lo que es indispensable tomar prácticas de manejo propuestas para las otras unidades, en especial a lo que se refiere a la conservación de bosques, debido a su importancia para las condiciones hidrológicas de las fuentes hídricas presentes en el área de estudio.

Las zonas de aptitud ambiental tienen un área de 270,70 Ha y corresponden a áreas prioritarias para la conservación. Debe estimularse su conservación mediante buenas prácticas para el desarrollo agroecológico y el aumento de prácticas sostenibles en la vereda Santa Lucia promueve la conservación de estas áreas. Se recomienda mantener la vegetación natural, evitar talas y acciones que puedan provocar incendios forestales.

Un lineamiento de manejo para la zona oriental de las unidades de aptitud ambiental, es la implementación de cercas vivas con vegetación nativa; con el fin de generar una transformación progresiva, ya que los agroecosistemas presentes corresponden a un uso actual de áreas agrícolas heterogéneas, siendo de importancia económica para el campesino; pero que genera conflicto por sobreutilización severa, ya que afecta las condiciones del suelo cuya aptitud es para conservación. También se debe tener presente que es un área de importancia ambiental, por presencia de fuentes hídricas, las cuales deben ser protegidas, razón por la cual es un área que presenta erosión; una especie recomendada para este lineamiento es la palma boba (*Cyathea caracasana*), propia de estas zonas, que por sus características ecológicas ayuda a controlar la erosión.

Las cercas vivas además traen beneficios para estas zonas, como el control de la salinización, mejora de las condiciones microclimáticas en relación a los agroecosistemas, protegiéndolos del sol y el viento; en esta zona es muy útil, debido a las altas pendientes, pues las modifica formando terrazas naturales.

Las zonas de desarrollo socioeconómico ocupan un área de 668,729 Ha; son suelos que corresponden con una oferta ambiental de vocación de uso agrícola principalmente; por lo que son aptas para un desarrollo económico a través de la producción de cultivos permanentes y transitorios, así como producción ganadera.

El uso actual de estas zonas responde a producción, sin embargo, se presentan conflictos por subutilización ligera y moderada, ya que el uso actual en algunas zonas corresponde áreas de bosque y por sobreutilización ligera, donde el uso actual corresponde a cultivos transitorios intensivos como el maíz, el pepino y el frijol. El lineamiento propuesto para esta zona es el desarrollo de un sistema agroecológico, que contempla rotación de cultivos, así como la implementación de cercas vivas, con plantas medicinales, plantas comestibles permanentes como la naranja, la guayaba, la guanábana, el mango, el zapote; que por sus características son apropiados para estos suelos, además de brindar servicios ecosistémicos de provisión.

Los lineamientos de manejo para estas zonas comprenden un desarrollo agroecológico, basado en la importancia de la biodiversidad, como eje ecológico y de rendimiento agroológico; lo que requiere un cambio progresivo de las prácticas agrícolas, a sistemas agrosilvopastoriles.

Para el óptimo desarrollo socioeconómico y ambiental de estas zonas es indispensable hacer un cambio progresivo de abonos químicos a abonos orgánicos y verdes, de igual forma incrementar los sistemas de rotación y asociación de cultivos teniendo presente la gran variedad de especies aptas para estas tierras. Estas prácticas deben estar respaldadas por implementación, seguimiento y control de programas para producción sostenible, que incluye capacitaciones, educación ambiental y garantía en servicios técnicos para el buen manejo del suelo, así como los insumos necesarios. Para el caso de los cultivos de lulo, que son cultivos muy propensos a la atracción de plagas, es recomendable no hacer asociación con cultivos de tomate, uchuva o papa, ya que esto genera plagas; en cambio la siembra en plantaciones de café, cítricos y/o aguacate evita la generación de plagas.

Para el desarrollo de los sistemas agrosilvopastoriles se propone un diseño, donde la delimitación de la unidad de desarrollo socioeconómico este dada por

árboles nativos, las delimitaciones entre lotes sea con cercas vivas de cultivos permanentes, como árboles frutales; dentro de las parcelas se dividen los espacios, dependiendo de los recursos de cada campesino, en donde haya ganado y se lleven a cabo prácticas agrícolas, se pueda hacer la separación de áreas por medio de estas cercas vivas, la rotación de cultivos, contiene un área con un sistema agroforestal, el cual se busca sembrar árboles productivos que brinden sombra necesaria para otros cultivos, por ejemplo la asociación de plátano, guamas, feijoa, con cultivos que se benefician de estas sombras como el café y el cacao, al mismo tiempo que nutren el suelo con materia orgánica. En el caso de los cultivos transitorios se deben hacer asociaciones de maíz, frijol, uchuva, ahuyama, maracuyá; después de la primera cosecha disponer este espacio para ganadería, dejar un tiempo de descanso del suelo y sembrar otras asociaciones.

El espacio de praderas para el ganado puede estar sembrado con árboles para aprovechamiento forestal, así como para árboles frutales, así mismo la diversidad en los pastos ayuda a promover la diversidad y trae mayores beneficios productivos y ecológicos, especies como el pasto oloroso, es una gran proteína para el ganado bovino, al mismo tiempo que fortalece la fertilidad de los suelos.

Es importante la creación de huertas caseras para garantizar soberanía alimentaria, así como creación de espacios biodiversos, que incentiven a un desarrollo ecoturístico como otro medio de ingresos y de educación ambiental. Con especies leguminosas como frijol, arveja, haba; plantas herbáceas como la zanahoria, el apio, liliáceas, como el ajo, la cebolla, compuestas como la lechuga, la rúcula; cucurbitáceas, como el melón, pepino, calabacín.

Los ecosistemas vulnerables corresponden a un área de 258,52 Ha. Sus suelos tienen vocación prioritaria para la conservación y el uso actual responde a cultivos transitorios, principalmente y áreas heterogéneas por lo que se presenta conflicto de uso por sobreutilización severa. Son áreas que deben ser intervenidas pronto con acciones de protección y restauración de especies nativas, teniendo en cuenta que hay especies de flora vulnerables por su alto uso maderable, como roble (*Quercus humboldtii*), pino romerón (*Decussocarpus rospigliosii*), pino chaciro (*Prumnopytes montanus*), guásimo de tierra fría (*Cordia acuta*); así como la palma boba (*Cyathea caracasana*); y especies de fauna como la rana de lluvia de rengifo (*Leptodactylidae*), halcón (*Habia gutturalis*), loro orejamarillo (*Ognorhynchus icterotis*), entre otros.

Las zonas para uso sostenible ocupan un área de 482,37 Ha, cuyas UCS son Vlps-2, con vocación forestal y uso principal protección-producción, el uso actual

es de bosque denso. No presentan conflicto por uso del suelo, sin embargo, es importante crear espacios verdes de aprovechamiento con diversidad de especies, y buen uso de estos espacios. Sembrar diversidad de especies nativas con potencial de aprovechamiento, como Roble (*Quercus humboldtii*) y el Cedro (*Cedrela odorata*); también especies como pino romerón (*Decussocarpus rospigliosii*) y pino chaciro (*Prumnopytes montanus*), estas dos últimas siguiendo parámetros de regulación de uso y manejo, debido a que son especies vulnerables por su gran potencial de aprovechamiento.

5. IMPACTO SOCIAL, HUMANÍSTICO DEL PROYECTO

La relación del hombre con el medio natural en el que habita se ve afectada por la falta de conocimiento sobre el mismo. Conocimiento que debe tener principios éticos para entender la posición del hombre en la naturaleza, así debe observar y conocer los factores ambientales que determinan su adecuado equilibrio. Debido al desarrollo social que hemos tenido, se han fragmentado los ecosistemas, generando impactos ambientales negativos en el ambiente, que finalmente recaen sobre el hombre, mediante la degradación de los servicios ecosistémicos.

Es por lo anterior, que es de gran importancia llevar a cabo planes de ordenamiento territorial que aseguren un desarrollo social integro que mantenga un equilibrio en los factores ambientales. Mediante la zonificación agroecológica presente se busca brindar una herramienta de ordenamiento territorial, específicamente para la vereda Santa Lucia, que promueva a las practicas sostenibles de sus ecosistemas; así los lineamientos de manejo presentan las practicas que se deberían llevar a cabo para un desarrollo socioeconómico más eficiente, aprovechando las propiedades del suelo y las demás características ambientales, sin afectar negativamente las dinámicas ecológicas, por lo contrario promuevan una mayor garantía de estas.

Los resultados de la presente zonificación servirán como bases para futuras estrategias de conservación, y desarrollo socioeconómico con principios éticos y ambientales.

6. CONCLUSIONES

La mayor área de la vereda Santa Lucia tiene oferta ambiental correspondiente a vocación agrícola principalmente para cultivos permanentes con un área de 669, 3 Ha. También presenta una gran área para conservación, 529,92 Ha, por sus condiciones del suelo y ecológicas. Seguidamente 478,31Ha tiene capacidad de uso del suelo para ganadería, con clases agrologicas del suelo VI; teniendo en cuenta sus limitaciones y la oferta de factores ecológicos y servicios ecosistémicos que presenta en general el área de estudio, esta zona en específico tiene una vocación agroforestal; lo que indica que el uso principal de la vereda es para sistemas silvopastoriles con cultivos permanentes; y 5,07 Ha tiene oferta ambiental forestal para protección-producción.

Como resultado se obtuvo que la demanda ambiental responde a 678,07 Ha zonas agrícolas heterogéneas, con mosaicos de pastos, árboles nativos y de aprovechamiento forestal, y cultivos permanentes y transitorios. Hay una importante área de 368,21 Ha con bosque denso alto en estado de conservación. El resto del área de estudio corresponde a cultivos transitorios y permanentes intensivos, y en una proporción menor sistemas silvopastoriles. Por lo que la demanda ambiental está limitada agroecológicamente por el aprovechamiento del potencial del suelo; solo una pequeña parte de las zonas agrícolas heterogéneas desarrolla asociación de cultivos, y los pastos son poco aprovechados por pastoreo de animales.

Las diferencias entre la oferta y la demanda ambiental generan conflictos de uso del suelo por sobreutilización y subutilización; así mismo hay conflictos por posibles riesgos ambientales por fenómenos de movimiento en masa. Para el desarrollo agroecológico de la vereda se propusieron lineamientos de manejo enfocados al uso adecuado del suelo, haciendo recuperación de áreas afectadas por condiciones geomorfológicas y propias del suelo, cambio de prácticas de monocultivos a mayor diversidad, mediante asociaciones, uso de insumos orgánicos para el suelo, mayor producción de huertas caseras para el mantenimiento propio de los campesinos; todo esto apoyado a programas de apoyo técnico y de insumos para el campesino.

7. RECOMENDACIONES

Como sugerencia general, es pertinente hacer uso de la información técnica del presente trabajo de grado, para fines académicos y de aporte socio ambiental a la vereda Santa Lucia; así como un complemento para el desarrollo de programas prácticos en la comunidad campesina, y un apoyo a investigaciones de interés ecológico de conservación para el área de estudio. Por otra parte, vale la pena hacer énfasis en la importancia de la educación ambiental, y el desarrollo de programas gubernamentales que protejan, orienten y apropien al campesino de las tierras, para el uso sostenible de las mismas; brindándole las herramientas técnicas y los insumos necesarios para un desarrollo agroecológico basado en prácticas éticas y de conocimiento en la importancia del cuidado y conservación de la biodiversidad.

8. BIBLIOGRAFIA

Acevedo-Osorio, A and Chohan, J. K. (2020). Agroecology as social movement and practice in Cabrera's peasant reserve zone, Colombia. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, vol. 44, (3), pp. 331-351,. . DOI: 10.1080/21683565.2019.1623359.

Agronet. (2019). Por primera vez en Colombia se identifican las áreas aptas para el cultivo de pastos. Available: <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Por-primera-vez-en-Colombia-se-identifican-las-%C3%A1reas-aptas-para-el-cultivo-de-pastos.aspx>.

Alcaldía Mayor Bogotá D.c. (Sin fecha). Propuesta de Zonificación Ambiental. Available: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5c5a00db18cb0.pdf>.

Alcaldia Municipal Cabrera. (2016). Plan de Desarrollo Municipal. Available: https://cabreracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/cabreracundinamarca/content/files/000021/1012_plan-de-desarrollo-2016-2019.pdf.

Calderon, Daniel & Frey, Klaus. (2017). El ordenamiento territorial para la gestión del riesgo de desastres en Colombia. *Territorios*, vol. 36, p. 239-264,. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/terri/n36/n36a11.pdf>.

CAR. (2012). Inventario de Peces y Crustáceos en Tres Fuentes Hídricas de la Jurisdicción de la CAR.

CAR. (2011). El cambio climático en el territorio de la corporación autónoma regional de Cundinamarca. Universidad Nacional. p.128

CAR & IAvH. (2009). Estimación de un conjunto de indicadores que aporten a un programa de monitoreo de la biodiversidad, a nivel de ecosistemas, en la jurisdicción de la CAR. ,vol, p.124. Available: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5bfc0510ad732.pdf>

CEPAL. (2011). Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial de Colombia. Available: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/marcos-regulatorios/ley-organica-de-ordenamiento-territorial-de-colombia>.

Congreso de Colombia. (1997). LEY 388 DE 1997. Minvivienda. Available: <http://www.minvivienda.gov.co/LeyesMinvivienda/0388%20-%201997.pdf#search=0388>.

Corantioquia. (2009). Estado del Conocimiento de la Flora Silvestre. Available: http://www.corantioquia.gov.co/SiteAssets/Lists/Administrar%20Contenidos/EditForm/compendio_flora.pdf.

CORMACARENA. (Sin fecha). Conflictos de Uso del Suelo.

Costas, G. (2015). Suelos salinos: salinización y sodificación de suelos. Available: <https://cienciaybiologia.com/suelos-salinos/>.

FAO. (1997). Zonificación agro-ecológica-Guía general. Available: <https://www.mpl.ird.fr/crea/taller-colombia/FAO/AGLL/pdfdocs/aezs.pdf>.

FAO. (2020). Plataforma de Territorios Inteligentes. Available: <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/instrumentos-planteamiento-territorial/es/>.

FAO & MADS. (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. Alianza mundial por el suelo, vol , p. 144 Available: https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Guia_de_buenas_practicas_para_la_gestion_y_uso_sostenible_de_los_suelos_en_areas_rurales.pdf

Flórez, D. (2016). Ordenamiento territorial en Colombia: violencias, guerra y resistencias. vol. 26,. Available: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/59300/html>.

Fonseca, Nelson & Hernández, Marilin & Moreno, Brillyt. (2019). Caracterización de Agroecosistemas Campesinos en el Municipio de Cabrera en la Provincia del Sumapaz en Cundinamarca.

Gobernación Cundinamarca. (2003). Esquema de Ordenamiento Territorial Cabrera Available: https://cabreracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/cabreracundinamarca/content/files/000021/1014_eotcabrera.pdf.

Humboldt. (2015). Estudios Técnicos, Económicos, Sociales y Ambientales Complejo de Paramos Cruz Verde- Sumapaz. Cerco.

IDEAM. (2017). Estrategia de Participación Ciudadana. Available: <http://www.ideam.gov.co/documents/24189/359013/ESTRATEGIA+DE+PARTICIPACION+C3%93N+CIUDADANA.pdf/8c19b88b-2d85-4791-8366-fed67a813e30?version=1.3>.

IGAC. (2017). Datos Abiertos Cartografía y Geografía. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>

IGAC & UPRA. (2015). Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a la escala 1:25.000. Imprenta Nacional. Vol, p.133

ILSA, SINPEAGRICUN, INCODER. (2013). Plan de Desarrollo Sostenible Zona de Reserva Campesina de Cabrera (Cundinamarca) : por una zona de reserva campesina garante de derechos económicos, sociales, culturales y ambientales para los cabrerunos. Available:
http://biblioteca.clacso.edu.ar/Colombia/ilsa/20170808033502/pdf_303.pdf.

MA & IGAC. (1999). La percepción territorial en la zonificación ecológica del pacífico colombiano. Gente Nueva, vol, p.99

Márquez, G. (2003) Zonificación Ambiental. Available:
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/22599/27-3informe-prospectiva-rio-garagoa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Márquez, G. (2003). Zonificación Ambiental. Available:
<https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/22599/27-3informe-prospectiva-rio-garagoa.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Martínez-Flores, V., Romo-Aguilar, M., & Córdova-Bojórquez, G. (2015). Participación ciudadana y planeación del ordenamiento territorial en la frontera norte de México. Espiral (Guadalajara), 22(64), 189-220.

Minambiente. (2013). Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.

Minambiente. (2020). La zonificación ambiental participativa es la manera de construir la paz en los territorios. Available:

<https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/3585-la-zonificacion-ambiental-participativa-es-la-manera-de-construir-la-paz-en-los-territorios#:~:text=en%20los%20territorios-,La%20zonificaci%C3%B3n%20ambiental%20participativa%20es%20la%20manera,la%20paz%20en%20los%20territorios&text=Para%20ella%20y%20muchos%20de,las%20instituciones%20y%20construir%20colectivamente>.

Minambiente. (2020). Política Nacional para la Gestión integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Available:
<https://www.minambiente.gov.co/index.php/bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos/politica-nacional-de-biodiversidad>.

Minambiente. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Scripto Ltda, vol ,p.72

Minambiente & von Humboldt. (2017). Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana. Available:
<https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/Es>

estructura_/BIODIVERSIDAD_Y_SERVICIOS_ECOSISTEMICOS_EN_LA_PLANIFICACION_Y_GESTION_AMBIENTAL_URBANA.pdf

Murillo, M. P. E. (Sin fecha). Avances en la investigación en pastos en los páramos colombianos. Available: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/22449>.

NIPPON KOEI LAC. (2020). Nosotros | Nippon Koei LAC. Available: <https://www.nklac.com/nosotros/>.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2010). Parque Nacional Natural Sumapaz. Available: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/parques-nacionales/parque-nacional-natural-sumapaz/>

Pinkin, A.(2019). Application of geographically weighted principal components analysis based on soybean yield spatial variation for agro-ecological zoning of the territory.

Pinzon, M. V. (2018). Retos ambientales para los Planes de Ordenamiento Territorial modernos o de segunda generación: el caso de los municipios intermedios de Colombia. vol. 18. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/agor/v18n2/1657-8031-agor-18-02-426.pdf>.

Rivera-Nunez, T, Fargher, L and Nigh, R. (2020). Toward an Historical Agroecology: an academic approach in which time and space matter. *Web of Science*. Available: http://apps.webofknowledge.com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/Search.do?product=WOS&SID=6EM1RsyNajJoX1zniV9&search_mode=GeneralSearch&prID=c31c3180-c8fe-47ae-997e-f058e35c9eb1.

Rondón, L. (1993) Zona de Reserva Campesina de hecho en el Sumapaz, territorio autónomo y conquista histórica del campesinado.

S. KE. Experiences of Applying GIS for Regional Development Planning. *Theory and Applications of GIS*. vol. 1, (1), pp. 91-98.

Salazar, L. (2015). Zonificación ambiental. pp. 1-69.

San Bernardo. (Sin fecha). Geología y Geomorfología Sistema Físico Natural. Available: http://sanbernardocundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/sanbernardocundinamarca/content/files/000242/12092_geologia-y-geomorfologia.pdf.

Sarmiento, L. H. (2013) Guía Técnica para la Formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas. Available: MADS. sidalc, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Universidad Nacional de Colombia. (2015). Zona de Reserva Campesina ayuda a ordenar territorio en Cabrera.

Universidad Nacional. (2010). Construcción de Lugares según Género. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/11053376.pdf>.

Venero, S. and Gicli, M. (2014). Apuntes sobre la zonificación agroecológica de los cultivos. Particularidades en Cuba, Cultivos Tropicales. vol. 35, (4), pp. 36-44.

Z.R.C. Alcaldia Municipal. (2012). Informe de Gestión enero a noviembre de 2012. Available:

http://cabreracundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/cabreracundinamarca/content/files/000022/1090_informedeactividadesumata2012.pdf.

Minambiente. (2018). Guia para las buenas practicas para la gestion y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. *FAO*

9. ANEXOS

En la siguiente imagen se puede observar el uso del suelo determinado para esta zona

Anexo A. Zonificación vereda Santa Lucía



Fuente: Alcaldía Municipio Cabrera

En donde el costado occidental (color amarillo) se clasifica en ZUA-ME: Zona de Uso Agropecuario Tradicional - Manejo especial

El sector norte (color azul) corresponde a ZUAME: Zona de Uso Agropecuario Mecanizado o intensivo;
y el color rosado corresponde a ZUAT: Zona de Uso Agropecuario Tradicional