

Propuesta de gestión ambiental para el páramo Iguaque-Merchán

Jairo Andrés Sánchez Camacho

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director

Alix Estela Yusara Contreras Gómez

Magíster en Ingeniería Ambiental

Codirector

Harold Darío Coronado Arango

Magister en Economía Ambiental

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Ambiental

2023

Contenido

Introducción	13
1.Objetivos	15
1.1 Objetivo general.....	15
1.2 Objetivos específicos	15
2. Marco referencial	15
2.1 Marco conceptual.....	15
2.1.1 Páramo	16
2.1.2 Estado actual de conservación de los páramos en Colombia.....	18
2.1.3 Generalidades para la formulación de un PMA	23
2.2 Estado del arte.....	27
2.3 Marco legal	30
2.3.1 Constitución política de Colombia.....	30
2.3.2 Decreto 1555 del 2016.....	30
2.3.3 Ley 1930 de 2018.....	31
2.3.4 Resolución 0886 del 2018.....	32
3.Diseño metodológico	33
3.1 Delimitación del área de estudio.....	34
3.1.1 Delimitación del área de influencia directa	34
3.2 Síntesis del diagnóstico.....	35
3.2.1 Análisis de información secundaria	35
3.2.2 Línea base	42
3.2.3 Síntesis del diagnóstico de las variables biofísicas y socioeconómicas	42

3.3 Zonificación ambiental	43
3.3.1 Zona en tránsito a la reconversión y sustitución	43
3.3.2 Áreas prioritarias para la restauración ecológica	48
3.3.3 Áreas prioritarias para su preservación	49
3.3.4 Zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán	49
3.4 Programas de manejo ambiental	49
4. Resultados y análisis	50
4.1 Delimitación del área de influencia	50
4.1.1 Páramo de Iguaque – Merchán	50
4.2 Síntesis del diagnóstico	53
4.2.1 Análisis de la información secundaria	53
4.2.2 Caracterización biofísica y socioeconómica	60
4.2.3 Síntesis del diagnóstico	79
4.3 Zonificación ambiental	87
4.3.1 Zonas en tránsito a la reconversión y sustitución	87
4.3.2 Zonas prioritarias para su restauración ecológica	90
4.3.3 Áreas prioritarias para su preservación	91
4.3.4 Zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán	93
4.4 Programas de manejo ambiental	95
5. Conclusiones	97
Referencias	100

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Documentos de estudios y/o instrumentos de planificación</i>	37
Tabla 2. <i>Rangos de pertinencia.....</i>	38
Tabla 3. <i>Rangos de calificación de los documentos</i>	39
Tabla 4. <i>Resultados del modelo de usos del suelo 1</i>	45
Tabla 5. <i>Resultados del modelo de usos del suelo 2</i>	46
Tabla 6. <i>Resultados del modelo de usos del suelo 3</i>	48
Tabla 7. <i>Clasificación hidrogeológica del páramo de Iguaque - Merchán.....</i>	63
Tabla 8 <i>Coberturas vegetales presentes en el páramo de Iguaque – Merchán.....</i>	72
Tabla 9. <i>Algunas de las especies de aves potenciales en el Complejo Iguaque –Merchán.....</i>	74
Tabla 10. <i>Familia de anfibios en el páramo de Iguaque - Merchán.</i>	76
Tabla 11. <i>Necesidades básicas insatisfechas de la población del área de influencia</i>	78
Tabla 12. <i>Tipos de coberturas de la tierra presentes en el área de influencia.....</i>	80
Tabla 13. <i>Programa de manejo ambiental 1: preservación y control</i>	95
Tabla 14. <i>Programa de manejo ambiental 2: educación ambiental.....</i>	96

Lista de figuras

Figura 1. <i>Proporción de área de conservación de los páramos en Colombia</i>	19
Figura 2. <i>Coberturas naturales, secundaria y transformada de los páramos de Colombia</i>	21
Figura 3. <i>Área de complejos de páramos registrados dentro de alguna categoría de protección entre los años 1938 y 2018.</i>	22
Figura 4. <i>Model Builder – delimitación del área de influencia: exclusión de áreas protegidas</i>	35
Figura 5. <i>Mapa de ubicación del complejo de páramos Iguaque - Merchán</i>	51
Figura 6. <i>Mapa de ubicación del área de influencia del proyecto</i>	53
Figura 7. <i>Puntuación de la revisión de los componentes ambientales</i>	54
Figura 8. <i>Valores de índice de pertinencia de los instrumentos y/o estudios</i>	55
Figura 17. <i>Tipo de coberturas de la tierra en el área de influencia</i>	81
Figura 18. <i>Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)</i>	84
Figura 19. <i>Imagen satelital del páramo de Iguaque - Merchán</i>	85
Figura 28. <i>Modelo de zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán</i>	93

Lista de apéndices

Apéndice A. *Documento revisión y diagnóstico de información secundaria.*

Apéndice B. *Modelo de zonificación ambiental.*

Apéndice C. *Cartografía del páramo de Iguaque - Merchán.*

Nota. (Véase archivos externos)

Resumen

El presente proyecto tiene por objeto cumplir con las primeras fases en la formulación del plan de Gestión Ambiental del páramo de Iguaque Merchán en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, CORPOBOYACÁ y la Corporación Autónoma Regional de Santander, la CAS según lo establecido por la Ley 1930 del 2018; como instrumento de gestión ambiental y planificación para la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales del complejo paramuno. El estudio cumple con dos fases descritas en la resolución MADS 0886 del 2018, las cuales son: la fase de aprestamiento institucional y la fase del diagnóstico deliberativo, resaltando el componente socioeconómico como un pilar clave para la homogenización de las áreas de acuerdo con los usos del suelo. Finalmente, los resultados esperados son cumplir satisfactoriamente la fase de diagnóstico y síntesis del diagnóstico, la propuesta de zonificación ambiental y proponer objetivos para la correcta gestión del ecosistema estratégico en el marco de la ley 1930 del 2018.

Palabras claves: páramo de Iguaque – Merchán, gestión ambiental, síntesis del diagnóstico, zonificación ambiental, objetivos de gestión ambiental

Abstract

The purpose of this project is to comply with the first phases in the formulation of the Environmental Management Plan for the Iguaque - Merchán paramo in the jurisdiction of the Regional Autonomous Corporation of Boyacá, CORPOBOYACÁ and the Regional Autonomous Corporation of Santander, the CAS as established by Law 1930 of 2018; as an instrument of environmental management and planning for the conservation of biodiversity and natural resources of the complex. The study complies with two phases described in resolution MADS 0886 of 2018, which are: the institutional readiness phase and the deliberative diagnosis phase, highlighting the socioeconomic component as a key pillar for the homogenization of the areas according to the uses ground. Finally, the expected results are to satisfactorily complete the diagnosis and synthesis phase of the diagnosis, the environmental zoning proposal and propose objectives for the correct management of the strategic ecosystem within the framework of Law 1930 of 2018.

Keywords: paramo de Iguaque - Merchán, environmental management, synthesis of the diagnosis, environmental zoning, environmental management objectives

Glosario

Área de influencia: área o zona que se define o se delimita según su influencia sobre un área que provee bienes y servicios ecosistémicos. Estas áreas se clasifican en dos, área de influencia directa y área de influencia indirecta (ANLA, 2018).

Actividades antrópicas: actividades cotidianas de los seres humanos. Estas se clasifican en actividades económicas, actividades de saneamiento, actividades de recreación, actividades agrónomas, entre otras (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca, s.f.).

Amenazas por actividades antrópicas: se basa en el peligro que genera las actividades humanas diarias para el desarrollo económico; las cuales contaminan el medio atmosférico, hídrico y los suelos. Poniendo en riesgo los bienes y servicios ecosistémicos (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca, s.f.)

Actividades económicas: son las actividades que se relacionan con la producción de un producto o servicio y el consumo de estos mismos (Secretaría del Medio Ambiente, s.f.).

Actividades agropecuarias: es una actividad de producción primaria de bienes económicos, que hacen uso del suelo. Algunos de estos son: cultivos, ganadería o cualquier otro uso de la tierra para criar animales. Esta actividad incluye la agricultura, pecuaria, pesca y acuicultura (Unidad de planificación Rural Agropecuaria, s.f.).

Alta montaña: son aquellas áreas ubicadas por encima de los 2700 m.s.n.m. Se caracterizan por tener geoformas relacionadas con la acción pasada y presente del hielo (von Humboldt, s.f.).

Biodiversidad: termino que se utiliza para definir la variedad de organismos vivos y hábitats terrestres y acuáticos sobre el planeta tierra (von Humboldt, s.f.).

Calidad ambiental: capacidad que tiene el medio ambiente para proveer los bienes y servicios y satisfacer las necesidades de la población (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, s.f.).

Componentes ambientales: es el conjunto de aspectos ambientales que conforman un medio. Estos se dividen en tres: medio físico, biótico y socioeconómico (ANLA, s.f.)

Corporación autónoma regional: son aquellas instituciones de carácter público, creadas en Colombia. Estas hacen cumplir el marco jurídico ambiental, es decir, son la autoridad ambiental en sus límites político-administrativos. Cada departamento de Colombia tiene su corporación autónoma regional, en algunos casos más de una (Tierra Colombiana Org, s.f.).

Corpoboyacá: Corporación Autónoma Regional de Boyacá.

CAS: Corporación Autónoma Regional de Santander.

Ecosistema: es un sistema ecológico constituido por organismos en una zona o área determinada, donde se relacionan e interactúan en el medio físico del mismo ambiente (von Humboldt, s.f.).

Especie autóctona: especie representativa que es originaria de la misma zona en la que se encuentra (von Humboldt, s.f.).

EOT: Esquema de Ordenamiento Territorial.

Fauna Silvestre: conjunto de especies de animales que no han sido domesticados, ni han recibido un mejoramiento genético y/o han regresado a su estado salvaje (MINAMBIENTE, s.f.).

Flora silvestre: conjunto de plantas que se encuentran en un medio silvestre, que no han sido domesticadas genéticamente ni introducidas a un medio por acción antrópica (MINAMBIENTE, s.f.).

IGAG: es el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, y es la entidad territorial encargada de producir el mapa oficial y la cartografía base de Colombia (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca, s.f.).

Impacto ambiental: es cualquier tipo de alteración o modificación del medio ambiente en cada uno de sus componentes (biótico, abiótico y socioeconómico) por actividades antrópicas. Los impactos pueden ser positivos o negativos (Corporación Autonoma Regional de Cundinamarca, s.f.).

MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Mininterior: Ministerio del Interior de Colombia.

Minambiente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

PMA: plan de manejo ambiental.

Páramos: son regiones ubicadas a una altura por encima del bosque andino a unos 3200 m.s.n.m. Estos ecosistemas se caracterizan por ser áreas desarboladas que coronan las sumidas de las cordilleras, y se pueden dividir en subpáramos, paramos totalmente dicho y superáramos (von Humboldt, s.f.).

PNN: parques Naturales Nacionales.

POT: plan de ordenamiento territorial.

PBOT: plan básico de ordenamiento territorial.

SIG: sistemas de información geográfica.

Sinap: sistema nacional de áreas protegidas.

Runap: registro único nacional de áreas protegidas.

Resnatur: asociación red colombiana de reservas naturales de la sociedad civil.

SIAC: sistema de información ambiental de Colombia.

Recursos naturales: son el agua, el suelo, la flora, la fauna y el aire. Estos elementos son aprovechados por el hombre para satisfacer sus necesidades (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, s.f.).

Software SIG: conjunto de sistemas y/o programas que permiten procesar y manipular información geográfica; siendo una herramienta de gestión (ANLA, s.f.).

Términos de referencia: dependiendo del objetivo del estudio, se deben cumplir con una serie de términos de referencia o lineamientos generales que la autoridad ambiental impone para la ejecución de dicho estudio (ANLA, s.f.).

Introducción

Un complejo páramo es un área de especial interés y se caracterizan por ser ecosistemas estratégicos. Estas áreas son fundamentales para el desarrollo socioeconómico, ya que ofrecen bienes y servicios ecosistémicos determinantes para la regulación hídrica y la estabilidad biológica (Instituto Alexander von Humboldt, 2020). Así mismo, estos ecosistemas tienen la capacidad de capturar el carbono presente en la atmosfera y estabilizar los ciclos climáticos de las montañas (Marín y Parra, 2015, p.11). De hecho, una de las características más importantes y lo focaliza la resolución 0886 del 2018, es que son fábricas de agua, donde nacen las principales estrellas fluviales; supliendo necesidades de primer orden tales como: agua para consumo humano, riego y generación de electricidad.

En términos generales Colombia es un territorio rico en áreas de páramo, ya que en su delimitación geográfica alberga gran cantidad de complejos paramunos, ocupando 29.000 Km² de área aproximadamente, equivalente a un 2,5% del área continental del país, refugiendo a más de 4000 especies vegetales (Marín y Parra, 2015, p.11). Según la constitución política de Colombia en sus artículos 8, 58, 79 y 80, es obligación del estado y de las personas proteger las riquezas culturales de la nación. En paralelo, según el decreto 1076 del 2015, se determina que las zonas de páramos gozan de protección especial y, por lo tanto, las autoridades ambientales deben accionar y emprender acciones en pro a su conservación y preservación. De tal forma que, se pueda gestionar el aprovechamiento de los recursos naturales; garantizando su desarrollo sostenible.

Para tal efecto, el presente proyecto se ejecuta en base al cumplimiento de la ley 1930 del 27 de julio del 2018, por la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia. En este contexto, el proyecto tiene como objeto la proponer la gestión ambiental para el páramo de Iguaque – Merchán, el cual fue delimitado por el decreto 1555 del 2016

(CORPOBOYACÁ, 2021). El proyecto da lugar en los municipios de arcabuco, combita, Chíquiza, Motavita, Santa Sofía, Sora, Sotaquirá, Sutamarchan y Tinjacá en el departamento de Boyacá y en los municipios de Gambita, Albania y puente nacional en el departamento de Santander.

Teniendo en cuenta lo anterior, este proyecto establece un diagnóstico en cuanto a su estado de conservación, modelos de zonificación para la identificación de la áreas de acuerdo con la resolución MADS 0886 del 2018 y se proponen programas enfocados a la sostenibilidad del ecosistema estratégico, resaltando la parte social como un componente determinante para obtener óptimos resultados; ya que en la delimitación del páramo se encuentran municipios que ejercen actividades agropecuarias y mineras, lo que causa preocupación, ya que estas actividades ejercen presión sobre el suelo ocasionando alteraciones negativas sobre los bienes y servicios ecosistémicos.

Para la ejecución del proyecto se establecen alianzas entre la corporación autónoma regional de Boyacá (Corpoboyacá) y la autoridad autónoma regional de Santander (CAS). Así mismo, dentro de las partes está la consultora Valoración Económica Ambiental S.A.S que obra desde su experiencia y personal capacitado.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Formular la propuesta de gestión ambiental para el páramo Iguaque – Merchán realizada a partir del método de recopilación de información secundaria por la empresa VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL S.A.S.

1.2 Objetivos específicos

Desarrollar una síntesis del diagnóstico del páramo Iguaque – Merchán en concordancia con Resolución MADS No. 886 de 2018.

Participar en la elaboración de la propuesta de zonificación ambiental junto con el equipo de trabajo designado por la empresa VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL S.A.S.

Formular programas de conservación para cumplir con los objetivos de conservación propuestos en el PMA.

2. Marco referencial

2.1 Marco conceptual

Se presentan todos los principios y conceptos básicos en virtud de la propuesta de gestión ambiental del páramo de Iguaque – Merchán. Así mismo, se hace un énfasis en información pertinente para un mejor entendimiento de lo que se plantea y ejecuta en el presente proyecto.

2.1.1 Páramo

Existen diferentes definiciones de un páramo descritas por expertos ecológicos, encontradas en el libro “Bases ecológicas y sociales para la restauración de los páramos”, elaborado por la Universidad Nacional de Colombia (Vargas Ríos, 2022, p.16). Estas se describen a continuación: los páramos según Cuatrecasas en el año 1934; ratificado por Sturn en el año 1978, se caracterizan por ser zonas frías, húmedas, con alta frecuencia de precipitaciones, con grandes extensiones de áreas sin árboles debido a actividades antrópicas, donde coronan las sumidades de las cordilleras por encima del bosque andino.

En 1968 Carl Troll define un páramo como una región alpina de las montañas africanas y austral – asiáticas. Por tanto, este término se puede utilizar para definir un clima, una vegetación, un tipo de suelo y paisaje, condiciones ecológicas y formas de vida de un espacio geográfico determinado.

Sturn y Rangel 1985, Hofstede 2003 definen el páramo como un sistema productivo ubicado en un área geográfica determinada denominada ecorregión, con un grado importante de sensibilidad ecológica; siendo una zona paisajística que alberga gran biodiversidad autóctona.

En Colombia los páramos se definen como zonas con gran valor ecológico ya que son estratégicos por sus bienes y servicios que proveen; regulan el ciclo hídrico, suministran agua para el consumo humano y dan un valor cultural a una zona; siendo un pilar fundamental para el desarrollo socioeconómico. En tal sentido, son áreas naturales estratégicas debido a su riqueza biótica, paisajística y cultural (Ministerio de ambiente, s.f.).

2.1.1.1 Características de los páramos. Estos ecosistemas son frágiles ya que no resisten ningún tipo de disturbio; esto debido a que nunca se sometieron a un régimen natural de disturbios continuos. Así mismo, dentro de las características más representativas en términos ecológicos están los ciclos de congelamiento y descongelamiento que tienen influencia fuerte en la zonificación de la flora nativa, es decir, en la selectividad de la vegetación (Rundel, 1994, p 45). En promedio la temperatura de un páramo oscila entre 6 a 10°C, además se caracterizan por tener alta radiación solar cuando carecen de una baja energía térmica (Meinzer, et ál, p.131).

Estas áreas son muy sensibles al cambio climático y al calentamiento global, ya que estos factores influyen en el bosque-páramo. En un escenario de mayor temperatura haría grandes cambios en la flora y la fisionomía de los páramos, donde franjas de vegetación bajas tenderían a colonizar zonas más altas. Lo que en términos ecológicos sería un escenario muy negativo ya que la vegetación de esa estaos zonas se verían en una reducción potencial; siendo un caso contrario para las especies invasora, con aumento de nicho del 55%, causando cambios en la distribución geográfica de las comunidades y la extinción de varias especies en la zona de transición (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2015).

Las actividades antrópicas han ejercido presión sobre los páramos, en efecto estos ecosistemas presentan dinámicas particulares. De hecho, estas dinámicas representan alteraciones o disturbios en la geología, geomorfología y topografía por actividades de pastoreo, fuego, minería, especies invasoras y/o exóticas introducidas por humanos y obras de infraestructura; siendo un impacto negativo en el ecosistema, ya que estos elementos físicos son un pilar determinante en la estructuración de la biodiversidad, el agua y suelo del ecosistema (Vargas Ríos, 2022, p.19).

2.1.1.2 Servicios ecosistémicos de páramos. Los páramos son regiones estratégicas debido a que aportan aspectos ecológicos importantes para la estabilidad ambiental y desarrollo social. Se podría decir que, dentro del rango de los servicios ambientales más importantes esta la oferta hídrica, siendo un servicio fundamental para las necesidades básicas de las especies y actividades antrópicas.

Por otro lado, otros bienes y servicios ecosistémicos de los páramos son: la acumulación de carbono, actuando como filtro para purificar el aire y disminuir el calentamiento global; fertilidad y estabilidad de los suelos, como sustrato rico en nutrientes para la estabilidad de la flora nativa y conservación del recurso natural; biodiversidad y paisajes, como una zona característica de nicho de especies; e importancia cultural, representado patrimonio y sentido de pertenencia (Vargas Ríos, 2022, p.24).

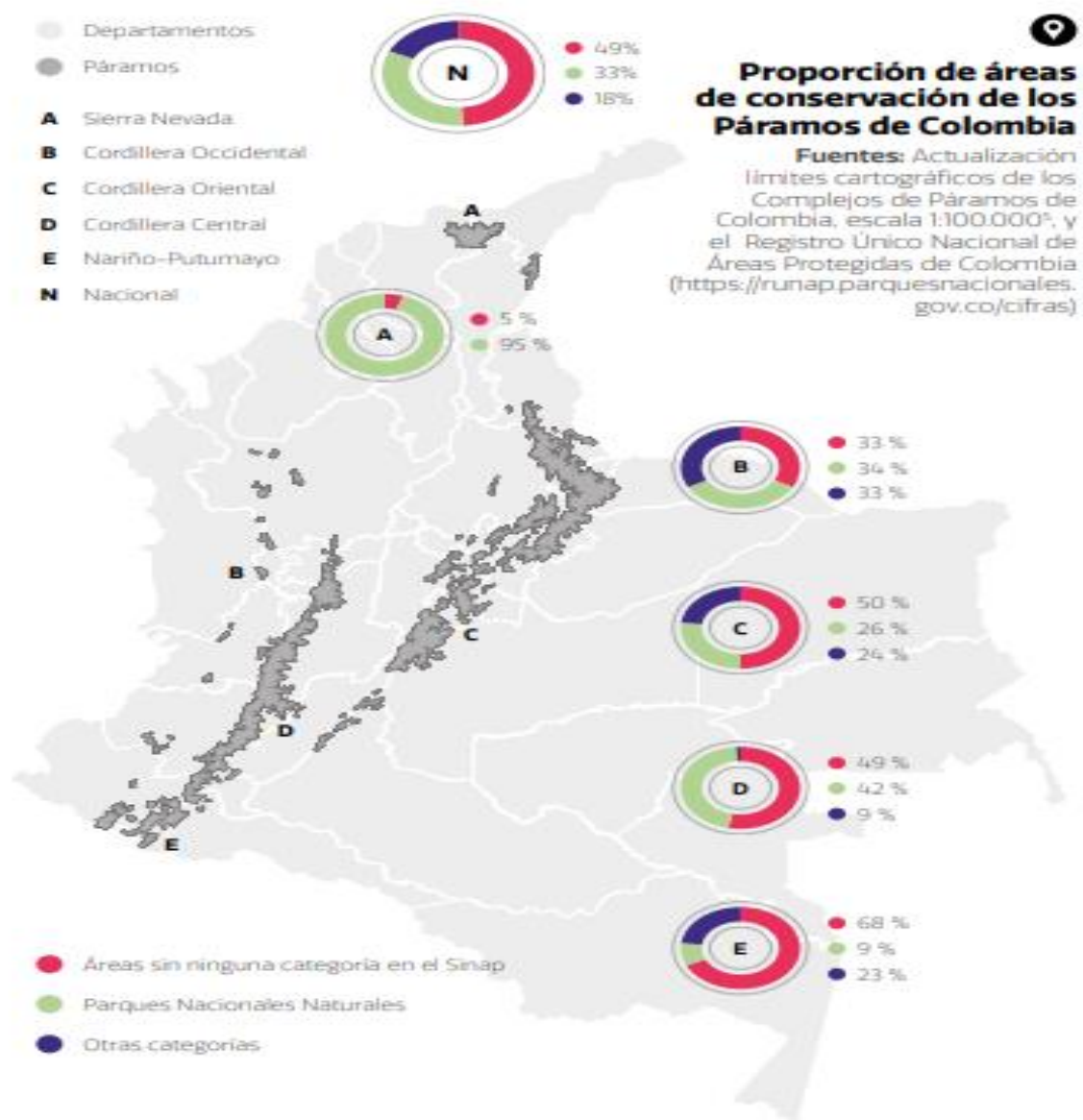
2.1.2 Estado actual de conservación de los páramos en Colombia

A partir de la ley 99 de 1993 los páramos son considerados áreas de especial protección; por lo tanto, son zonas que, por su biodiversidad y sus riquezas ecosistémicas, son prioridad nacional según lo enmarcado en la ley 1930 del 2018. De igual forma, los páramos son ecorregiones muy importantes por sus altos niveles de biodiversidad endémica que emana de la diversidad geomorfológica y litológica derivadas de las glaciaciones y el levantamiento de la cordillera de los Andes (Sistema de información ambiental de Colombia, s.f.).

Desde la década de los 70 las áreas protegidas en Colombia son de interés, pero a partir del 2007 han tomado mayor protección y en el 2010 se ha creado el Runap. De acuerdo con la Figura 1 el 33% de los complejos paramunos se encuentra dentro del sistema de parques Nacionales Naturales y el 18% tienen otras categorías de protección establecidas. Sin embargo, el 49% del

área de los complejos de páramo en Colombia no se encuentra bajo ninguna de las categorías de protección (Instituto Alexander von Humboldt, 2020).

Figura 1. *Proporción de área de conservación de los páramos en Colombia*

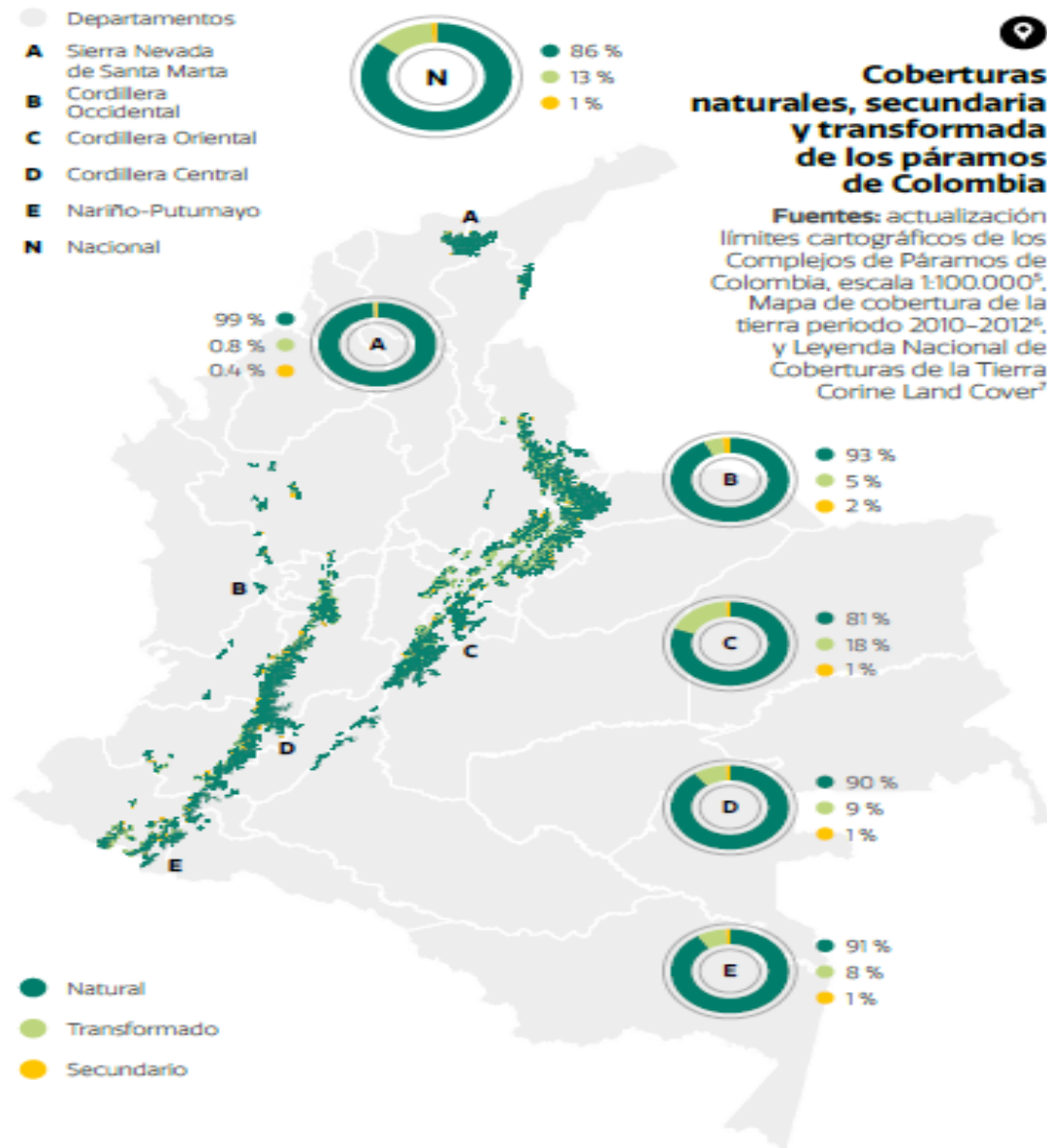


Tomado Instituto Alexander von Humboldt (2020).

Se resalta por ser de interés del proyecto, que en la cordillera oriental existe un 33% de áreas de páramos sin ninguna categoría en el SINAP. Mientras que, se tiene un 34% parques

naturales declarados en la zona. Sin embargo, según un reporte del SIAC el 50% de los complejos de páramo no está bajo ninguna figura de protección (Sistema de información ambiental de Colombia, s.f.). Por lo anterior se puede sintetizar que, en la cordillera oriental existe un 50% de proporciones significantes de áreas protegidas y es una de las zonas que más tiene páramos en Colombia. No obstante, existe un porcentaje significativo de áreas sin ninguna protección, lo que indica que, en la última década se ha venido cogiendo fuerza en la legislación ambiental para la delimitación de páramos y declaratoria parques naturales en el país, pero aún falta una mayor focalización en figuras de protección para la conservación de ecosistemas estratégicos.

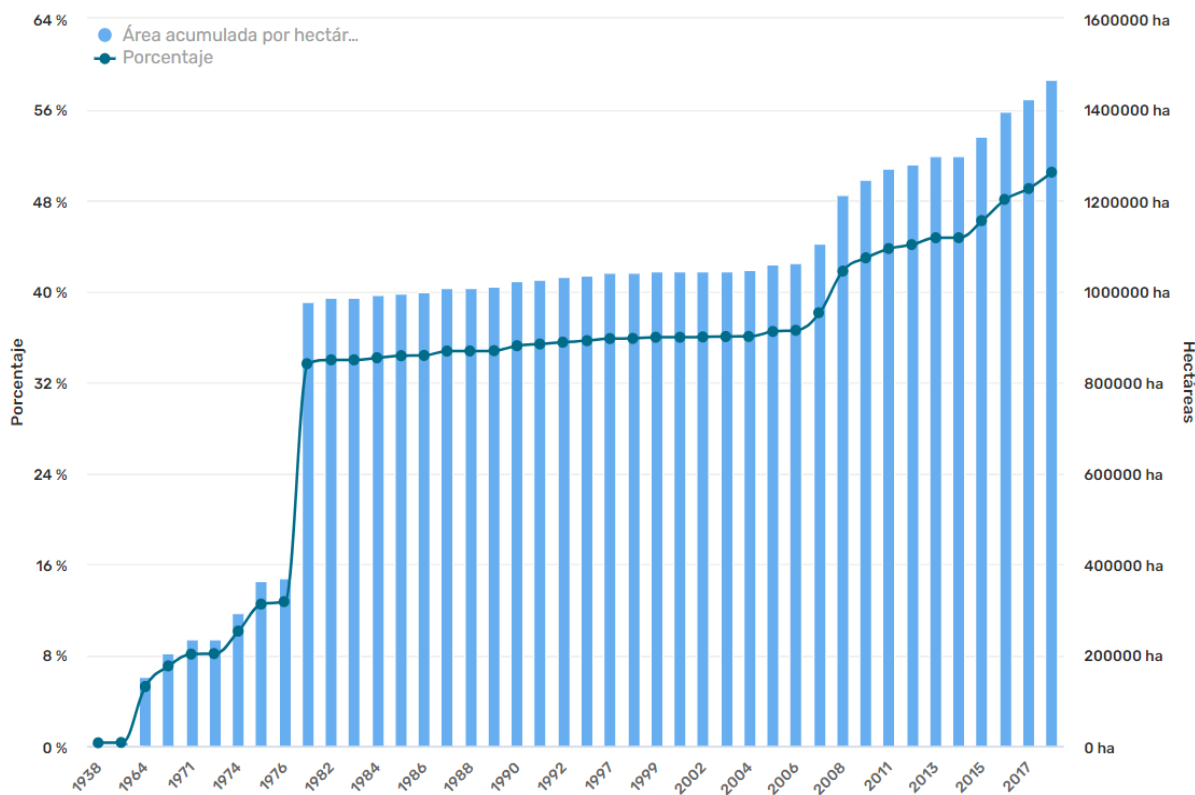
De acuerdo con el mapa de análisis multitemporal para los años 2002 – 2009 – 2012 señalados en el mapa de la Figura 2, sobre las coberturas naturales, secundarias y transformadas de los páramos de Colombia, la cobertura de los páramos es principalmente natural con 86%, con 1% secundaria y 13% de cobertura transformada. Esto indica que, pese a la protección y conservación de páramos, existe presión sobre estos ecosistemas por actividades mineras, de pastoreo y agrícolas (Instituto Alexander von Humboldt, 2020).

Figura 2. Coberturas naturales, secundaria y transformada de los páramos de Colombia

Tomado Instituto Alezander von Humboldt (2020)

Debido a la evidencia de la pérdida de coberturas naturales sostenidas, se requiere proteger la cobertura natural remanente, combinando procesos de restauración sobre la vegetación en transición (Instituto Alezander von Humboldt, 2020).

Figura 3. Área de complejos de páramos registrados dentro de alguna categoría de protección entre los años 1938 y 2018.



Tomado de (Instituto Alexander von Humboldt, 2020)

Se puede observar en la figura 3 un comportamiento unimodal en la distribución de los datos, lo que traduce a un aumento progresivo de los complejos de páramos registrados dentro de alguna categoría de protección entre el año 1938 y 2018, sobre todo desde el año 1982, alcanzando un pico máximo en el 2018 con más de 1400000 ha y un cubrimiento del 50% aproximadamente en los últimos 40 años. Lo que se podría decir que son buenos indicadores en cuanto a la rigurosidad en la normatividad ambiental.

2.1.3 Generalidades para la formulación de un PMA

En un estudio de carácter ambiental se deben discernir ciertos conceptos bases para lograr comprender todos sus componentes. En este caso se va a formular un PMA, por lo que es importante definir conceptos básicos.

2.1.3.1 Plan de manejo ambiental. Un PMA es una herramienta de planificación para la gestión ambiental de una zona o región de interés. El PMA en esencia se focaliza en prevenir y mitigar los impactos ambientales negativos que se generan a partir de aspectos ambientales detectados. Por lo tanto, esta herramienta contiene un conjunto de programas que se estratifican de acuerdo con la importancia de los impactos, es decir, en su jerarquía por su importancia y magnitud. Estableciendo un cronograma de actividades, recursos para las acciones y obras a ejecutar (Alcaldía mayor de Bogotá, 2008).

2.1.3.2 Consultoría. La consultoría, en términos generales, es un proceso que permite dar solución a un problema por medio de bases teóricas y técnicas, así, también la experiencia de una persona o empresa es un factor fundamental para llegar a este objetivo. Entonces, divergen perspectivas sobre el concepto de consultoría; desde la visión de Fritz Steele, dice que es un proceso que proporciona un asesoramiento o ayuda para lograr una tarea; sin embargo, no es efectivamente responsable que ejecute la tarea, sino ayuda a los que lo son. Desde la visión de Peter Block dice que, la consultoría modifica o ayuda a mejorar una situación, sin tener un control directo con la ejecución. Así mismo, desde un enfoque más empresarial, según Larry Greiner y Robert Metzger argumentan que, la consultoría es un servicio de asesoramiento que ofrecen las empresas de manera independiente, teniendo como base la experiencia y personal capacitado y

calificado; proporcionando asistencia de manera objetiva en la solución de determinados problemas de gestión, analizarlos, recomendar soluciones, además, si se les requiere una aplicación de soluciones (Kubr, 1997, p.3).

Por tanto, sintetizando las anteriores definiciones de los autores, la consultoría es un asesoramiento profesional a cargo de una empresa o persona independiente que ayuda a empresas o entidades a mejorar o poner en práctica cambios, permitiendo cumplir con objetivos.

2.1.3.3 Caracterización del área. Es la fase de un proyecto donde se hace el diagnóstico y descripción general del área de estudio en cada uno de sus componentes – físico, biótico, social, cultural y económico- teniendo en cuenta la descripción de los métodos, metodología de recolección, sistemas de información, procesamiento de datos y análisis de la información (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo sostenible, 2003).

Para la caracterización se deberá tener en cuenta la información de los POT, documentos de investigación realizados por instituciones educativas y otros documentos técnicos.

2.1.3.4 Caracterización biofísica del área. Se utiliza para describir el estado actual de las variables biofísicas relevantes para saber el estado actual del ecosistema del área de influencia del proyecto y sus precisiones climáticas y naturales (geología, geomorfología, suelos agrológicos, climatología, hidrología, cobertura de la tierra, Fauna, Flora, ecosistemas, Conflicto de suelos, entre otros). Este diagnóstico se requiere para que las instituciones puedan conocer bien el territorio por medio de la información primaria y secundaria, y en definitiva se puedan tomar decisiones para las propuestas de planeación del territorio (Rodríguez Gamiño y López Blanco, 2006).

2.1.3.5 Caracterización socioeconómica y cultural del área. Este componente dentro de un plan de manejo ambiental es el más importante, ya que se describe el estado actual de las variables socioeconómicas y culturales relevantes para conocer el estado actual de los diferentes elementos antrópicos. Para ello, es importante definir indicadores poblacionales para que se tenga una referencia demográfica, caracterización social, tasa de natalidad, esperanza de vida y la concentración poblacional por edades y género.

Por otro lado, este componente lo conforma la parte económica, la cual describe mediante indicadores de seguimiento de líneas de pobreza; identificando la tasa de desempleo, actividades económicas, hogares con necesidades básicas insatisfechas, niveles de educación, entre otros elementos (Camara de comercio de Duitama, 2018).

2.1.3.6 Zonificación ambiental. La zonificación ambiental es una metodología que se basa en aplicar criterios de interés ambiental que permitan identificar la vulnerabilidad frente a factores en ciertas áreas con características homogéneas; y es de gran importancia, ya que dichos factores pueden inducir o agravar situaciones o estados indeseables del entorno natural o humano. Viéndose amenazada la integridad física de la población, limitaciones en el uso de un recurso natural o de un ecosistema que provee bienes y servicios a un territorio y/o población (HIDROITUANGO, 2007). Por lo tanto, la zonificación ambiental se compone de la zonificación Física, biótica y socioeconómica, siendo cada componente importante en la construcción de la zonificación.

La zonificación ambiental se representa de manera temática o cartográfica. Es importante mencionar que, los softwares SIG son una herramienta importante para lograr representar cartográficamente dichas áreas sensiblemente homogéneas; sin embargo, el verdadero fundamento

se da en el criterio de los profesionales de cada área, para así lograr construir una zonificación en base a criterios de personal calificados y capacitados (Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano , 2018).

En síntesis, luego de la construcción de la línea base se realiza la construcción de la zonificación; esto es un proceso donde se identifican y se clasifican los tipos de suelos del área protegida en zonas según sus características similares, es decir, se homogenizan tales áreas (CAR, y Universidad del Tolima, 2012). De tal manera que se puedan identificar qué áreas son más sensibles que otras por su importancia en cada componente (biótico, abiótico y socioeconómico). Esto para cumplir con los objetivos de conservación que se plantearon en el proyecto.

2.1.3.7 Cartografía. “La cartografía base tiene que ver con la ciencia de la comunicación, ya que a través de los mapas se pueden transferir información espacial acerca de un terreno. Para esto, la cartografía se vale del lenguaje gráfico el cual expresa a través de símbolos y rótulos”.

Sintetizando la anterior definición del Instituto geográfico Agustín Codazzi; Para cada proyecto, resaltando los ambientales, es muy importante la representación cartográfica del área de influencia del proyecto e identificar específicamente diferentes elementos relevantes para cada proyecto (Ordenamiento, planeación del territorio, medio ambiente, suelos e investigación); mediante técnicas como la teledetección y el procesamiento de imágenes satelitales y de radar (IGAC, s.f.).

Por lo tanto, este componente es muy importante para la zonificación ambiental; ya que es una herramienta temática que permite observar la homogenización de las áreas del territorio o área de estudio (Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano , 2018).

2.1.3.8 Geodatabase (GDB). Una Geodatabase como su mismo nombre lo indica es una base de datos de información geográfica o datasets geográficos de distintos elementos y/o clases que están guardados ordenadamente en un archivo tipo *GDB*.

Su origen se dio desde ArcGIS y es fuente de datos tomados en campo o datos primarios para gestionarlos en un ámbito de cualquier proyecto; aprovechando de la mejor manera la organización de los datos, además facilita la manipulación y administración de la información y compartirla con usuarios en el marco de un proyecto. Colombia por su parte tiene su propia estructura de GDB otorgada por el ANLA; donde se tienen unos términos de referencias para la compilación de la información (ESRI, s.f.).

2.2 Estado del arte

En los últimos años se han venido desarrollando la formulación de los planes de manejo para áreas de especial interés como son los páramos; cumpliendo con el artículo 79 de la constitución política (Congreso de la república de Colombia , 1991). A raíz de lo anterior, y con el paso del tiempo, se han venido adoptando resoluciones que acobijan la protección de estos ecosistemas en pro de la conservación de sus recursos naturales y biodiversidad.

Así mismo, el convenio entre la Corporación autónoma regional de Nariño, CORPONARIÑO y el Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt ejecutaron la formulación del plan de manejo ambiental del páramo de Chiles. Este proyecto se basó en 4 componentes; la visión de futuro y los objetivos para el manejo, los programas y proyectos a ejecutar, las estrategias para la implementación del plan y los mecanismos de evaluación y seguimiento. Un factor determinante para el cumplimiento de los objetivos fue la participación social, construyendo colectivamente la visión en un corto

plazo, a 3 años; mediano plazo, de 4 a 6 años; y largo plazo 7-10 años. Focalizándose en la formulación del plan de manejo como un proyecto importante de planificación para la ordenación del territorio hacia un futuro, basados en estudios del estado actual del área de influencia y en la participación ciudadana (Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y CORPONARIÑO, 2009).

En este orden de ideas, se plantearon los siguientes objetivos de conservación: proteger los ecosistemas del páramo de Chiles, así asegurar la continua prestación de bienes y servicios; la restauración ecológica para el mejoramiento de condiciones del paisaje, que contribuyan al incremento de los bienes y servicios ecosistémicos; fomento de la producción sostenible y proyectos alternativos, para implementar sistemas productivos eficientes y sostenibles; conocimiento e investigación participativa, promoviendo procesos de investigación en conjunto con los actores sociales de la región; educación propia, capacitación y comunicación, generando espacios de sensibilización y participación permitiendo la transmisión del conocimiento; y, por último, participación comunitaria e institucional para la gestión ambiental, fortaleciendo la capacidad local y regional para la toma de decisiones frente al manejo ambiental. En base a estos objetivos se plantean los programas de conservación, de reconversión de actividades y de gobernabilidad.

El siguiente punto trata del plan de manejo de la reserva forestal protectora páramo de Guargua y Laguna Verde y los distritos de manejo integrado páramo de guerrero y páramo de guerrero y páramo de Guargua y Laguna Verde elaborado por la asociación entre la corporación autónoma regional de Cundinamarca, CAR y la universidad del Tolima. Este plan de manejo ambiental se divide en tres componentes: componente de diagnóstico, de zonificación y operativo. En el componente de diagnóstico se realizó la línea base con información secundaria

e información primaria. En la zonificación, a partir del diagnóstico, se homogenizaron las áreas declaradas de acuerdo con el decreto 2372 de 2012. Por último, en el componente operativo se definieron los programas y proyectos para conservar, preservar, recuperar y manejar adecuadamente las zonas declaradas. Siendo clave la participación de los miembros sociales del área de influencia. Luego del análisis de los problemas por medio de un árbol de problemas e implementando un árbol de objetivos; en el componente operativo se formulan siete programas enfocados a la recuperación de coberturas naturales, protección de la biodiversidad, sistemas productivos sostenibles, alta gobernabilidad, gestión de la información, educación ambiental y participación y gestión del riesgo de desastres naturales (CAR y Universidad del Tolima, 2012).

Por tanto, se llegó a decretar que, en el páramo no se pueden desarrollar actividades productivas como la agricultura, la ganadería y la minería. Por otro lado, se delimitó el páramo y se cruzó el polígono de la declaratoria con el polígono del Atlas de páramos del instituto Alexander von Humboldt, coincidiendo en un alto porcentaje. Se expuso que, durante el desarrollo del proyecto las comunidades se evidenciaron fuertes oposiciones de las comunidades (CAR y Universidad del Tolima, 2012).

Por último, en relación con el proyecto a ejecutar, es de interés el plan de manejo del santuario de fauna y flora del páramo de Iguaque elaborado por PNN con una vigencia de 5 años, ya que es un insumo para la formulación del plan de manejo ambiental del páramo de Iguaque en relación con el componente abiótico. Este plan tiene por objetivo el manejo y materialización del ordenamiento del área; teniendo un componente de diagnóstico para analizar y presentar el panorama actual del páramo y así presentar los objetivos enfocados a la conservación, amenazas – vulnerabilidades y potencialidades que presenta el área de influencia; sirviendo como insumo

para la construcción de la zonificación para la reglamentación de usos y actividades para cada una de las zonas propuestas (Parques Nacionales Naturales de Colombia , 2017).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, y como en todos los planes de manejo, la parte social fue un pilar fundamental para este proyecto; mediante talleres internos de trabajo y con acompañamientos de los actores sociales regionales se definieron los programas y proyectos de conservación dando cumplimiento al componente del plan estratégico de acción proyectados a corto, mediano y largo plazo (Parques Nacionales Naturales de Colombia , 2017).

2.3 Marco legal

2.3.1 *Constitución política de Colombia*

En el *Artículo 79* se plasmó que, se Garantiza en la participación social de la comunidad para la toma de decisiones que puedan afectar su ambiente; ya que esta constitución se basa en que todas las personas tienen derecho a gozar un ambiente sano. Así mismo, se expone que es deber del estado proteger la diversidad e integridad del ambiente. En este mismo contexto, es deber del estado conservar las áreas estratégicamente ecológicas y los cuerpos de agua, sus corrientes y zonas de aportación, además fundamentando en la educación ambiental para el logro de estos fines (Congreso de la republica de Colombia , 1991).

2.3.2 *Decreto 1555 del 2016*

Este decreto fue expedido por el ministerio de ambiente y desarrollo territorial. Y es por medio de la cual se delimita el páramo de Iguaque – Merchán y se dictan las prohibiciones de usos del suelo, actividades antrópicas como la tala de árboles, la quema de cobertura vegetal,

exploración y/o explotación de los recursos naturales no renovables del complejo. De igual manera, en el artículo 4 se dan las directrices específicas para las actividades agropecuarias (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2016).

Se resalta el artículo 3 de la presente resolución, ya que se expresa que dentro los tres años consecutivos, desde el origen de la resolución, las corporaciones autónomas regionales de Boyacá, Santander y Cundinamarca deberán zonificar y determinar los regímenes de uso del área del páramo. Además, se dictan otras disposiciones que, a través de diferentes entidades del orden nacional, regional y local, los particulares deben seguir para garantizar la conservación y restauración en el marco del desarrollo sostenible (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2016).

2.3.3 Ley 1930 de 2018

En esencia esta ley establece a los páramos como áreas y ecosistemas estratégicos; por lo tanto, se le debe dar protección especial en todos sus componentes ambientales, es decir, en los elementos biológicos, geográficos, geológicos e hidrográficos y la parte sociocultural. Por lo tanto, se fijan directrices que promuevan su integridad, preservación, restauración, uso sostenible y generación del conocimiento. De este modo, en el artículo dos, tercer punto, se describe uno de los puntos más importantes de la formulación de un plan de manejo ambiental para un complejo paramuno; ordenar el uso del suelo en el marco de la sostenibilidad e integridad de los páramos. Debido a esto se deben establecer alianzas para el mejoramiento de las condiciones de los ecosistemas estratégicos como lo son los páramos, mejorando así el estilo de vida de la población (Congreso de la república de Colombia, 2018).

En el capítulo 2 se estandariza la regulación de los páramos, es decir, los parámetros que se deben cumplir para la delimitación de estos. Teniendo en cuenta el área de referencia generada por el Instituto de Lenguas von Humboldt a escala 1:25.000 o la que disponga los estudios técnicos; resaltando el parágrafo 2, donde se focaliza en generar espacios de participación, en el marco de la zonificación y regímenes de usos, esto para que los programas, planes y proyectos de reconversión y sustitución de las actividades de prohibición enmarcadas en el artículo 5 (Congreso de la República de Colombia, 2018).

Contemplando lo anterior, se prohíbe el desarrollo de actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, expansiones urbanas y suburbanas, construcción de vías, uso de maquinaria pesada, disposición final y manejo de residuos sólidos, introducción y manejo de organismos genéticamente modificados, quemas, talas, fumigación y dispersión de químicos y degradación de cobertura vegetal nativa (Congreso de la República de Colombia, 2018).

Por último, y siendo el más influyente en este proyecto se resalta el parágrafo 1, el cual define que, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible formulará los lineamientos para la elaboración de los planes de manejo; teniendo en cuenta que la formulación deberá realizarse de manera participativa teniendo en cuenta el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia, según lo contemplado en el parágrafo 4 en la presente resolución (Congreso de la República de Colombia, 2018).

2.3.4 Resolución 0886 del 2018

En líneas generales esta normativa se establece los lineamientos técnicos para la zonificación; determinando los regímenes de usos de los suelos de los páramos delimitados y su

elaboración del plan de manejo ambiental (PMA). Igualmente, se establecen lineamientos para la formulación y elaboración de los planes de manejo ambiental (MIMANBIENTE, 2018).

En el marco de lo establecido, es importante mencionar el artículo 4, ya que se establecen los principios de gobernanza y participación social del territorio, enfoque ecosistémico y gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, concurrencia y corresponsabilidad pública y privada en las acciones de manejo, por último, innovación y gradualidad en la reconversión y sustitución de actividades agropecuarias; lo expuesto anterior, se debe tener en cuenta para planificar el cambio del uso del suelo donde existan áreas con actividades agropecuarias presentes en los páramos delimitados (MIMANBIENTE, 2018).

3. Diseño metodológico

Las fuentes principales de la información para el desarrollo del proyecto fueron suministradas por las Corporaciones Autónomas Regionales de Boyacá y de Santander. Estas entidades al inicio del proyecto, por medio de oficios, proporcionaron documentos de estudios, la cartografía básica a escala 1:25.000, modelos de datos geográficos, imágenes de satélites y las GDBs con las estructuras temáticas de los POMCAs Río medio y bajo Suarez y Río alto Chicamocha y de los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales (ETESA) a nivel regional y local del páramo de Iguaque – Merchán, entre otros estudios relacionados con el área de influencia del proyecto. Posteriormente, se adquirió las planchas faltantes a escala 1:25000 directamente del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

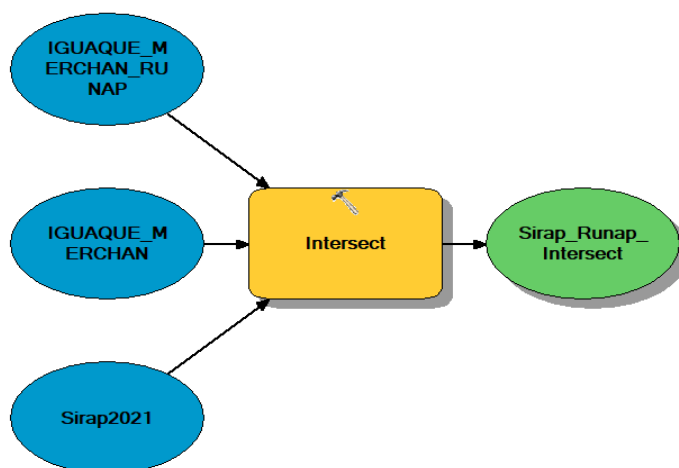
3.1 Delimitación del área de estudio

3.1.1 *Delimitación del área de influencia directa*

En el *artículo 10 de la resolución 0886 del 2018* menciona taxativamente que las áreas protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN) y los Parques Nacionales Regionales (PNR) tienen una herramienta de planificación diferente a los páramos en Colombia. Los planes de manejo ambiental (PMA) para páramos no se considera herramienta de planificación para estas áreas protegidas; esto, ya que se le debe dar manejo propio de acuerdo con los instrumentos de planificación respectivos.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en el páramo de Iguaque – Merchán existen áreas que son protegidas por los sistemas PNR. Por lo tanto, por medio de la herramienta “Intersect” del software ArcGIS se obtuvieron las zonas donde se intersecan las áreas de páramo con áreas protegidas en un mismo espacio geográfico; por lo que estas zonas no se incluyen dentro del área de influencia directa del proyecto.

Para ello, por medio de la herramienta de ArcGIS “Model Builder” se aplicó la intersección de las capas: registro único nacional de áreas protegidas y sistema regional de áreas protegidas, en el marco de la jurisdicción de Corpoboyacá, como se puede observar en la figura 4.

Figura 4. *Model Builder – delimitación del área de influencia: exclusión de áreas protegidas*

Por último, haciendo la consulta en el atlas de páramos de Colombia (Instituto Alexander von Humboldt, 2007) se revisaron los límites del páramo de Iguaque – Merchán que fue delimitado por el decreto 1555 del 2016. En paralelo, se delimitó el área de influencia directa del proyecto siguiendo las especificaciones del contrato entre la corporación autónoma regional de Boyacá y la consultora Valoración Económica Ambiental S.A.S.

3.2 Síntesis del diagnóstico

La síntesis del diagnóstico se desarrolló en tres fases. La primera, se analizó la información secundaria y se establecieron los documentos con mayor índice de pertinencia que fueron suministrados por las corporaciones autónomas regionales; la segunda, se realizó la caracterización biofísica y socioeconómica del área de influencia y; por último, se hizo la síntesis del diagnóstico.

3.2.1 Análisis de información secundaria

Para realizar la síntesis del diagnóstico, lo primero es dar a conocer los documentos más relevantes, suministrados por las entidades territoriales por medio de un análisis de información

secundaria para la construcción de la caracterización preliminar del páramo de Iguaque – Merchán. Por lo tanto, se hace un análisis por medio mediante una matriz de pertinencia, logrando Establecer los documentos base para el proyecto.

Para el análisis de información secundaria, en primera instancia, se tiene como metodología base la matriz de pertinencia realizada por el instituto SENA en el documento “Informe ejecutivo: análisis matriz de pertinencia – 2018” (SENA, 2018). No obstante, es de gran importancia resaltar que la metodología desarrollada se complementó con ideas propias del equipo de trabajo para cumplir según lo requerido por la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – Corpoboyacá en reunión de trabajo; relacionado con el análisis de información secundaria, teniendo en cuenta que no se encuentran más referentes para esta temática.

Entonces, se implementó un método cuantitativo; esto se da como resultado después de una revisión en cuanto al aporte de información conveniente, año, entidad y calidad del documento con el fin de calcular los valores de pertinencia para cada instrumento y/o estudio. Luego, estableciendo unos rangos se determina cualitativamente que tan pertinente es el instrumento o el estudio ya sea para la caracterización biofísica y/o socioeconómica del área de influencia.

Por lo tanto, se hace una evaluación multicriterio de la información de los documentos suministrados por Corpoboyacá, y otras entidades territoriales. Esta valoración se realiza por medio de una calificación por cada criterio establecido; teniendo como base que tan específica y conveniente es la información respecto al área de influencia del proyecto, entre otros aspectos que se tuvieron en cuenta. Así mismo, se determina el índice de pertinencia por medio de la Ecuación 1 para categorizar cualitativamente la pertinencia de cada uno según los valores calculados. Finalmente, cada uno de ellos se le hará un diagnóstico de su calidad de la información en función

del índice de pertinencia. En el siguiente cuadro se muestran los instrumentos y/o estudios que se van a utilizar en el análisis:

Tabla 1. *Documentos de estudios y/o instrumentos de planificación*

Código del documento	Nombre
0.1	Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación del complejo Iguaque - Merchán a escala 1:25.000 (Entorno Local)
0.2	Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación del complejo Iguaque - Merchán a escala 1:25.000 (Entorno Regional)
0.3	POT Arcabuco
0.4	EOT Combita
0.5	EOT - Motavita
0.6	EOT - Chiquiza
0.7	EOT - Gámbita
0.8	EOT - Sora
0.9	EOT - Sutamarchán
0.10	EOT - Tinjacá
0.11	EOT - Albania
0.12	EOT - Puente Nacional
0.13	EOT - Santa Sofia
0.14	EOT - Sotaquirá
0.15	Certificado sobre presencia de reservas naturales de la sociedad civil
0.16	POMCA río medio y bajo Suarez
0.17	POMCA río alto Chicamocha
0.18	PGAR - Corpoboyacá
0.19	Plan de acción - Corpoboyacá
0.20	PM Santuario fauna y flora
0.21	Caracterización biótica del complejo de páramos Iguaque-Merchán en jurisdicción de CORPOBOYACÁ y CAS
0.22	Plan de Manejo Ambiental Reserva Forestal Protectora Páramos de Telecom y Merchán Saboyá, Boyacá
0.23	Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación del complejo Tota-Bijagual - Mamapacha a escala 1:25.000
0.24	Acuífero Tunja
0.25	Plan de manejo Reserva Forestal protectora nacional El Malmo
0.26	Plan de Manejo Ambiental del Parque Natural Regional "Páramo de las Oseras"
0.27	Boyacá Biodiversa - Un recorrido de la alta montaña a las tierras bajas

Teniendo claros los documentos asociados a cada instrumento y/o estudio, se establecieron los criterios de evaluación y la respectiva calificación de cada uno. Los criterios que se tuvieron en cuenta son: la categoría, la actualidad de la información y los componentes ambientales.

3.2.1.1 Rangos de pertinencia. En base al documento guía “Informe ejecutivo: análisis matriz de pertinencia – 2018” Realizado por el instituto SENA, se construyeron los rangos de pertinencia; sin embargo, no se utilizaron los mismos rangos que se muestran en esta bibliografía consultada, sino que en este caso se utilizaron más rangos de pertinencia para que se tuvieran valores mejor distribuidos. En la siguiente tabla se muestran los rangos de pertinencia que clasifican cualitativamente los instrumento y/o estudios según sus valores de índice de pertinencia.

Tabla 2. *Rangos de pertinencia*

Rango de pertinencia	Porcentaje de pertinencia
Pertinente	61 - 80
Pertinencia media	41 - 60
Pertinencia baja	21 - 40
Sin pertinencia	0 - 20

3.2.1.2 Rangos de calificación. Para ponderar cada instrumento en cada uno de los criterios, se establecieron 3 rangos de calificación establecidos por medio del equipo de trabajo aplicando la metodología de evaluación multicriterio (EMC). Esto, ya que la EMC es uno de los métodos más importantes y utilizados para analizar información espacial, donde se utiliza información básica compuesta por variables que sirven como criterios para llevar adelante los procedimientos de evaluación (Buzai, 2015).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, una EMC se caracteriza por ser un método que se puede ajustar acorde a los fines o al fin que se quiere llegar; en este caso para identificar la pertinencia de la información secundaria para el proyecto en ejecución. Por lo tanto, se proponen los siguientes rangos para calificar los instrumentos y/o estudios en cada uno de los criterios y así poder darles un mayor peso a aquellos que estén más acordes para realizar la caracterización

biofísica y socioeconómica, para finalmente calcular los valores del indicador de pertinencia. Estos rangos se muestran en la tabla 3:

Tabla 3. *Rangos de calificación de los documentos*

Rango de calificación	Calificación
Alta	4 - 5
Media	2 - 3
Baja	1

3.2.1.3 Calificación de las categorías (CC). Para la calificación de este criterio se tuvo en cuenta que cumplan con los siguientes requisitos: en primera instancia, si el estudio cuenta con una línea base y que se evidencie en el documento la descripción de los componentes; seguido, se le dará un mayor peso de calificación a aquellos que su información este más relacionada con el páramo de Iguaque – Merchán o sea un territorio que límite o este dentro de la provincia o en su defecto que este cerca; que en su contenido se pueda evidenciar una buena estructura de los documentos. Consiguientemente sus ítems presentados deben ser convenientes para la caracterización biofísica y socioeconómica; finalmente, que sea de fuente confiable. Por lo tanto, entre más cumpla con estas condiciones el documento; obtendrá una mayor calificación.

3.2.1.4 Calificación de la actualización de la información (CA). Una vez ponderadas las categorías, se califican los años de cada instrumento y se justifican las calificaciones según su información actualizada. Sin embargo, en este criterio su calificación está acorde con aspectos particulares de cada uno; es decir, su calificación se rige de la influencia del tiempo respecto al cambio o transición de cada variable. Por ejemplo, en el caso del componente físico su rango de actualidad de la información es de mayor rango con respecto a cambios socioeconómicos; sin embargo, el contenido de su información también tuvo un peso en esta calificación.

3.2.1.5 Calificación de los componentes ambientales (CC). Se establecieron los componentes que se van a desarrollar en la caracterización. De igual manera, se realizó la revisión de los documentos con relación a cada componente y su especificación de la información, identificando las variables físicas, bióticas y socioeconómica con respecto a los límites del páramo de Iguaque – Merchán delimitados.

Es importante mencionar que, las calificaciones de los documentos en este criterio están en función de la calidad de la información y como se relaciona con cada una de las variables en el área de estudio del proyecto y su detalle de la información; es decir, que la escala de trabajo del instrumento o estudio tiene peso en esta calificación. Por lo tanto, para fines de calidad de la revisión se construye la siguiente tabla tipo checklist de revisión. De este modo, junto con el equipo de trabajo se propone marcar con 1 aquellos instrumentos y/o estudios cuya información de cada variable es acorde al área de influencia o que es información de territorio cercano. Por otro lado, se les dio una puntuación de 0 aquellos que mediante la revisión no se logró identificar información relacionado con lo descrito anteriormente. También, para la calificación se tuvo en cuenta su escala

y síntesis. Esto, simplemente para sacar un total de puntos y graficar e identificar cuales tuvieron mayor puntuación y así facilitar la calificación.

3.2.1.6 Índice de pertinencia y diagnóstico de la información. La real academia española define la pertinencia como un adjetivo que califica algo como correspondiente o perteneciente a un tema en específico (Real Academia Española, s.f.). Para este caso se requiere que los documentos que se tienen de los instrumentos y/o estudios sean pertinentes para construir la línea base preliminar y poder establecer los puntos de monitoreo por componente.

En tal sentido, teniendo las calificaciones de cada uno de los criterios establecidos, se procede a calcular los valores del indicador de pertinencia para cada documento por medio de la ecuación 1:

Ecuación 1. Ecuación para calcular los valores de índice de pertinencia

$$IP = \left(\frac{CC + CA + CCO}{Total\ de\ puntos\ posibles} \right) * 100$$

Donde,

IP = Índice de pertinencia

CC= Calificación Categorías

CA= Calificación Actualización de la información

CCO = Calificación Componentes Ambientales

Total de puntos posibles = 15

Una vez calculados los valores de pertinencia para los instrumentos y/o estudios por medio de la ecuación 1; se procedió a graficar estos valores.

3.2.1.7 Ficha de revisión y diagnóstico

La ficha de revisión y diagnóstico de la información recopila toda la información y calificación mencionadas anteriormente. Esta ficha ayudo a sintetizar mejor todas la calificaciones y justificaciones. Además, se da el análisis del valor de pertinencia que se obtuvo anteriormente.

3.2.2 Línea base

Una vez culminado el análisis de información secundaria; se seleccionaron los documentos de estudios con mayor índice de pertinencia. La información secundaria (documentos y cartografía) serán el insumo principal para realizar la caracterización biofísica y socioeconómica del área de influencia del proyecto.

3.2.3 Síntesis del diagnóstico de las variables biofísicas y socioeconómicas

Teniendo la caracterización biofísica y socioeconómica del área de influencia directa, se realizó la síntesis del diagnóstico de las variables biofísicas y socioeconómicas relevantes para la zonificación y la definición de estrategias de manejo de acuerdo con la resolución MADS No. 0886 del 2018.

Por último, por medio de imágenes satelitales se analiza el estado de conservación de la vegetación. Para este análisis se aplica el índice de vegetación normalizada (NDVI). Para ello, se descargó una imagen satelital del 2021 del satélite Landsat 9, luego en el software ArcGIS se aplicó la ecuación 2 por medio de la herramienta “Raster Calculator”:

Ecuación 2. Ecuación para calcular valores de Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)

$$NDVI = \frac{Banda\ 5 - Banda\ 4}{Banda\ 5 + Banda\ 4}$$

Donde,

NDVI = índice de Vegetación Normalizada

Banda 4 = Banda Roja

Banda 5 = Banda infrarrojo cercano

El modelo arroja valores entre -1 y 1, esto traduce a que las áreas con valores de NDVI más cercanas a 1 son aquellas que presentan una vegetación sana y/o mejor conservada. Por otro lado, los valores cercanos a -1 son área con vegetación menos sana o sin vegetación.

3.3 Zonificación ambiental

Los términos de referencia para la construcción de la zonificación ambiental para páramos en Colombia se rigen bajo la resolución MADS 0886 del 2018. En el artículo 9 se describen las categorías de zonificación (Zona en tránsito a la reconversión y sustitución, áreas prioritarias para su restauración ecológica y áreas prioritarias para su preservación), las subcategorías y usos permitidos de cada categoría.

3.3.1 Zona en tránsito a la reconversión y sustitución

Esta homogenización de áreas se subdivide en 2 categorías: sustitución prioritaria y zonas de reconversión y sustitución de los medios de vida de base agropecuaria. Para la identificación de estas áreas se presenta una propuesta de modelación de autoridad propia, esta consta de 3 modelos denominados “Modelos de usos del suelo”, los cuales permiten homogenizar aquellas

áreas que se describen en la norma. Finalmente, se extrae la información para ir categorizando y generar la cartografía.

3.3.1.1 Modelos de usos del suelo. Los modelos de usos de suelo se implementaron para identificar aquellas áreas que son prioritarias para su reconversión y sustitución. Por lo tanto, junto con el equipo de trabajo del área de sistemas de información geográfica, se diseñó un modelo que permite identificar las áreas donde se venían desarrollando actividades agropecuarias antes del 2011 y después del 2011. Así mismo, aquellas áreas que se venían haciendo actividad agropecuaria antes del 2011 pero que se encuentran dentro de zonas con alto valor ecosistémico como en rondas hídricas, nacimientos de agua y áreas de importancia cultural. Por último, identificar las áreas que se venían haciendo actividad agropecuaria antes del 2011 y que se encuentran por fuera de zonas con alto valor ecosistémico.

Por medio de la herramienta “Model Builder” del software ArcGis 10.8, la cual permite realizar geo procesos de forma más eficaz y automatizada, se realiza la modelación de los usos del suelo que se describen en la resolución MADS 0886 del 2018. En el Apéndice B se presenta el modelo realizado para identificar las áreas mencionadas.

En primera instancia, se seleccionaron las capas de coberturas vegetales de los POMCAS del año 2009 y coberturas naturales del año 2014 de los ETESA local y regional. Por medio de estas dos capas, en adelante “Coberturas de la tierra antes del 2011” y “Coberturas de la tierra después del 2011”, se identificaron las áreas con actividad agrícola y pecuaria, teniendo en cuenta la clasificación del IDEAM en el documento “Catálogo de patrones de coberturas de la tierra Colombia” (IDEAM, 2012), una vez identificado estas áreas se crea otro campo en la tabla de

atributos en las dos capas y se les asigna una puntuación de “1” a aquellas áreas con actividad agrícola y pecuaria, y un puntuación de “0” a las que tienen otro tipo de uso de suelo.

Una vez asignada la puntuación de todas las áreas, se procede a convertir estas capas vectoriales a datos tipo ráster. Como guía se utilizó la resolución 471 de 2020 para saber el tamaño de píxel que corresponde trabajar a escala 1:25.000. En base a esto, se trabajó con un GSD de 2,5 metros que corresponde a la escala de trabajo (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2020).

Luego, por medio de la herramienta “Raster Calculator”, la cual permite aplicar modelos matemáticos, se aplica la ecuación 3:

Ecuación 3. Ecuación que rige el “modelo de usos del suelo 1”

$$"MUS1" = CTA\ 2011 + CTD\ 2011$$

Donde,

MUS1 = Modelo de usos del suelo 1

CTA2011 = Coberturas de la tierra antes del 2011

CTD2011 = Coberturas de la tierra después del 2011

En la tabla 4 se muestran los resultados posibles luego de aplicar el modelo matemático.

Tabla 4. Resultados del modelo de usos del suelo 1

Resultado modelo	Clasificación
Modelo de usos del suelo 1 = 0	Otros usos del suelo / Áreas Naturales
Modelo de usos del suelo 1 = 1	Se hace uso del suelo después del 2011 / cambio de usos del suelo
Modelo de usos del suelo 1 = 2	Se hace usos del suelo antes del 2011

Después de obtener el “Modelo de usos de suelo 1” se seleccionan las áreas que obtuvieron un resultado de 1 y se extrajo esta información como una capa independiente denominada “SelectModel1”. Luego, por medio de la herramienta “Raster Calculator” se aplicó la ecuación 4.

Ecuación 4. Ecuación que rige el “Modelo de usos de suelo 2”

$$“MUS2” = “SelectModel1” + “CTD2011”$$

Donde,

“MUS2” = Modelo de usos del suelo 2

“SelectModel1” = Capa resultado de la selección del “Modelo de usos del suelo 1”

“CTD2011” = Coberturas de la tierra después del 2011

Este modelo se aplicó para identificar verdaderamente cuales áreas han tenido actividad agrícola a partir del 2011. En la tabla 5 se muestran los resultados posibles luego de ejecutar el modelo matemático en el software.

Tabla 5. Resultados del modelo de usos del suelo 2

Resultado modelo	Clasificación
Modelo de usos del suelo 2 = 1	Cambio en el uso del suelo
Modelo de usos del suelo 2 = 2	Actividad agropecuaria después del 2011

Por último, se aplicó el “Modelo de usos del suelo 3” para identificar las áreas que se venían haciendo actividad agrícola antes del 2011 pero que se encuentran dentro de zonas con alto valor ecosistémico. Para ello, se exportó en una nueva capa vectorial las áreas que obtuvieron un resultado de 2 en el “Modelo de usos del suelo 1”, denominando esta capa “SelectModel2”. Para aplicar este modelo fue necesario recopilar la siguiente información geográfica: humedales, esta capa se obtuvo a partir del mapa nacional de humedales versión 3 (v3) a escala 1:100.000

(Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020), a partir de los aportes de los institutos de investigación adscritos y vinculados al ministerio de ambiente y desarrollo sostenible; manantiales, esta capa se obtuvo a partir del mapa de medición de manantiales del Servicio Geológico Colombiano (SGC) (Servicio Geológico Colombiano, 2015); los cuerpos de agua, esta capa se obtuvo a partir de los ETESA del páramo de Iguaque – Merchán (Corpoboyacá, 2015); por último, las áreas de importancia cultural se obtuvieron por medio de los POMCAS río Chicamocha alto (MINHACIENDA, et ál., 2015) y río medio y bajo Suarez (Corpoboyacá, et ál., 2015) .

Finalmente, teniendo los insumos anteriormente mencionados, por medio de la herramienta “Raster Calculator” se aplicó la ecuación 5:

Ecuación 5. *Ecuación que rige el "Modelo de usos del suelo 3"*

$$“MUS3” = (H + M + C + AI) * (“SelectModel2”)$$

Donde,

MUS3 = Modelo de usos del suelo 3

H = Humedales

M = Manantiales

C = Cuerpos de agua

AI = Áreas de importancia cultural

“SelectModel2” = Resultado de la selección del modelo de usos del suelo 2

En la tabla 6 se muestran los posibles resultados que se obtienen en el modelo matemático.

Tabla 6. *Resultados del modelo de usos del suelo 3*

Resultado modelo	Clasificación
Modelo de usos del suelo 3 = 0	Áreas con actividad agrícola antes del 2011 que se encuentran por fuera de zonas de alto valor ecosistémico.
Modelo de usos del suelo 3 > 0	Áreas con actividad agrícola antes del 2011 pero que se encuentran en zonas con alto valor ecosistémico.

Para la identificación de las áreas afectadas por actividad minera se utilizó la capa de títulos mineros otorgados y vigentes que se extrae de los ETESA local y regional del páramo de Iguaque – Merchán y, por último, se hace el recorte con el límite del área de influencia.

Finalmente, por medio de la herramienta de geoprocésamiento “Union” se hace la unión de las siguientes capas: “Áreas con actividad agropecuaria antes del 2011”, “Áreas con actividad agropecuaria después del 2011”, “Áreas intervenidas por procesos mineros” y “Áreas con alto valor ecosistémico”. Dando como resultado las áreas prioritarias para su reconversión y sustitución.

3.3.2 Áreas prioritarias para la restauración ecológica

En el Apéndice B se muestra el Model Builder para la construcción de las áreas que son prioritarias para la restauración ecológica. Para ello, se recopilaron las capas de conflictos de la tierra de los ETESA del páramo de Iguaque – Merchán, las áreas afectadas por remoción, áreas críticas y tierras degradadas de los POMCAS de las cuencas río Chicamocha alto y río medio y bajo Suarez. Por último, por medio de la herramienta de geoprocésamiento “Union” se unieron todas las capas en una sola capa vectorial dando como resultado las áreas prioritarias para la restauración ecológica.

3.3.3 Áreas prioritarias para su preservación

En el Apéndice B se puede observar el Model Builder que se realizó para modelar las áreas prioritarias para su preservación. Como insumos se utilizaron las siguientes capas: zonas potenciales hídricas, esta capa se extrajo de la GDB de los ETESA del páramo de Iguaque – Merchán; áreas naturales, esta información se extrajo de la capa de coberturas naturales que se construyó a partir de la información de los POMCAS del río Chicamocha alto y río Suarez medio y bajo; concesiones de agua, se obtuvo a partir de la GDB del estudio de ETESA del páramo de Iguaque – Merchán; áreas de importancia cultural, esta información espacial se extrajo de la GDB de los ETESA; finalmente, las sub cuencas que son las zonas de aportación de acueductos veredales, se exportaron de los ETESA.

3.3.4 Zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán

En el Apéndice B se puede observar el modelamiento de la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto, teniendo todas las áreas que se describen en la resolución MADS 0886 del 2018, se procedió a realizar el Model Builder de la zonificación ambiental. Este modelo tiene como insumos las capas resultado de los anteriores modelos mencionados y se intersecaron por medio de la herramienta “Intersect” de Arcgis 10.8, dando como resultado la zonificación ambiental.

3.4 Programas de manejo ambiental

En los programas de manejo ambiental se establecieron los objetivos de manejo ambiental y unas metas. Esto con el objetivo de garantizar una correcta gestión del ecosistema estratégico.

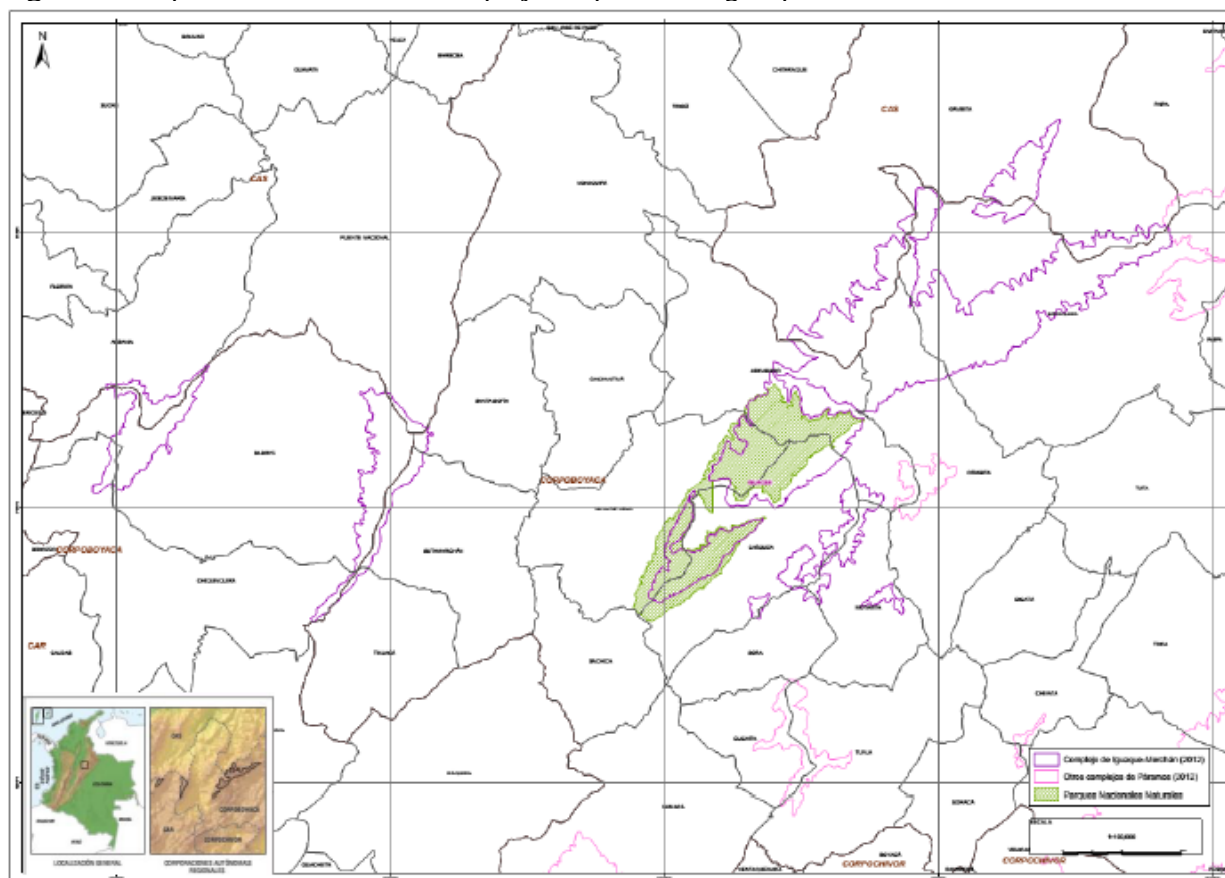
En este caso los programas de manejo ambiental fueron enfocados al ordenamiento territorial de la actividad agropecuaria y la educación ambiental de la población.

4. Resultados y análisis

4.1 Delimitación del área de influencia

4.1.1 *Páramo de Iguaque – Merchán*

El complejo de páramo Iguaque – Merchán fue delimitado por el decreto 1555 del 26 de septiembre de 2016 por el ministerio de Ambiente y Desarrollo territorial. Este complejo está ubicado en los municipios de Paipa, Arcabuco, Villa de Leyva, Chiquiza, Motavita, Combita, Sotaquirá, Santa Sofía, Sutamarchán, Tinjacá y Sora con una extensión de 20.125,85 ha en la jurisdicción de CORPOBOYACÁ. Por otro lado, este complejo tiene sus límites dentro de los municipios de Puente Nacional, Gambita y Albania en la jurisdicción de la CAS.

Figura 5. Mapa de ubicación del complejo de páramos Iguaque - Merchán

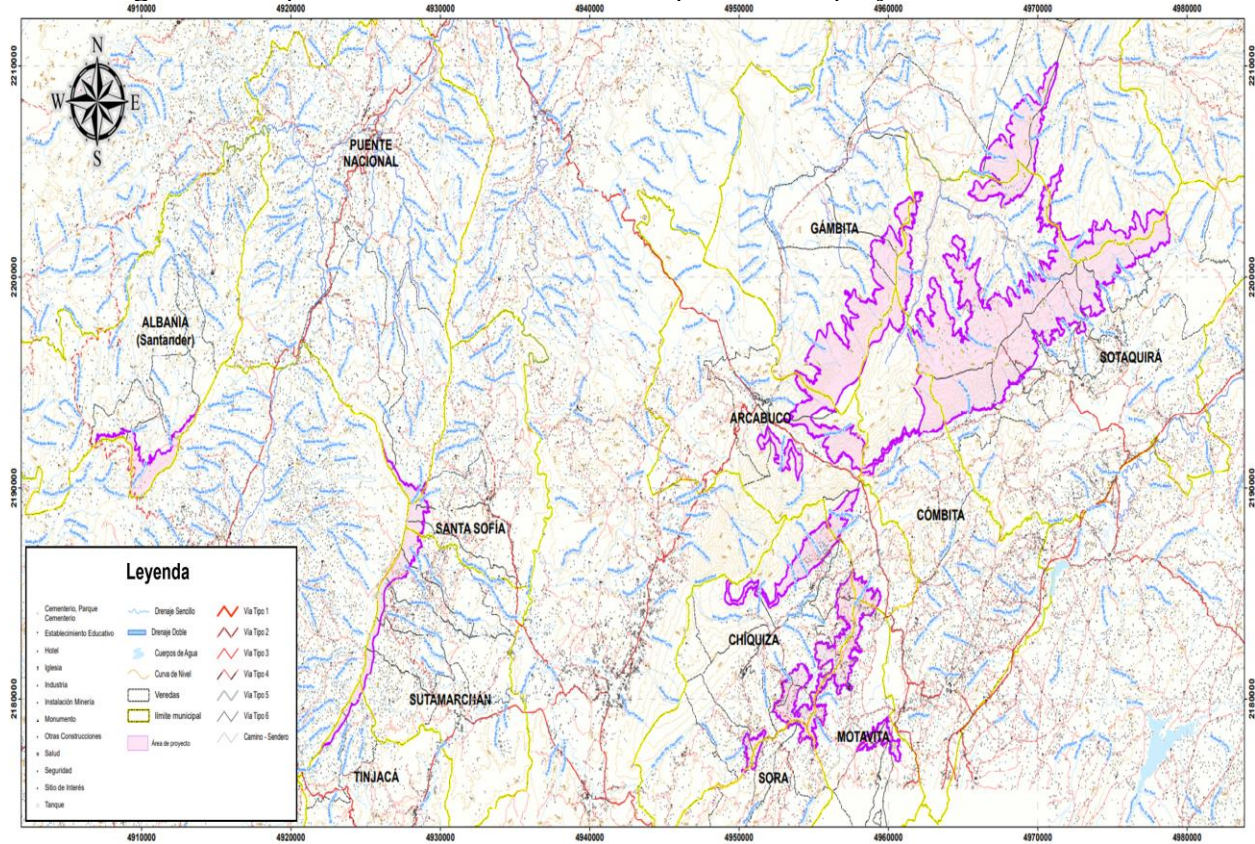
Tomado Instituto de Investigación Alexander von Humboldt (2015).

En la figura 5 se representa temáticamente la distribución espacial del complejo de páramos Iguaque – Merchán enmarcados en los polígonos de color morado, y sus divisiones Político – Administrativas y cabeceras municipales. Así mismo, en el polígono de color verde hace referencia a un área de categoría de protección de Parque Nacionales Naturales. En la tabla 1 se muestra la cobertura total del complejo de páramos de Iguaque – Merchán y su porcentaje de área en cada municipio.

Actualmente el páramo presenta un estado de conservación alto, no obstante, existe presencia fuerte de actividades agropecuarias en zonas bajas. Su estado presenta poca fragmentación y con presencia de áreas protegidas de orden nacional y regional. Prestando el

servicio ecosistémico para la población de provisión y regulación hídrica, y lagunas altoandinas con valor paisajístico y cultural. El complejo tiene un área total de 26.565 ha. Siendo Sotaquirá el municipio que tiene mayor cobertura en el páramo, ocupando un 25% del páramo con 6.670 ha de área (Corporación Autónoma Regional de Boyacá, s.f.).

Por último, es importante mencionar que por acuerdos entre la Corporación Autónoma Regional de Boyacá y la empresa consultora Valoración Económica Ambiental S.A.S determinaron que el lugar de ejecución del proyecto abarca un total de 15.015 Ha divididos según su jurisdicción entre la corporación autónoma regional de Boyacá Corpoboyacá y la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS. En la jurisdicción de Corpoboyacá Comprende los municipios de Arcabuco, Combita, Iza Motavita, Santa Sofía, Sora, Sotaquirá, Sutamarchán, Tinjacá en aproximadamente 40 Veredas, para un área de total 11.648 Ha. En la jurisdicción de la CAS comprende los municipios Gambita, Albania y Puente Nacional, en aproximadamente 10 veredas, para un área total de 3.368 Ha. Teniendo como resultado la siguiente área de influencia del proyecto:

Figura 6. Mapa de ubicación del área de influencia del proyecto

4.2 Síntesis del diagnóstico

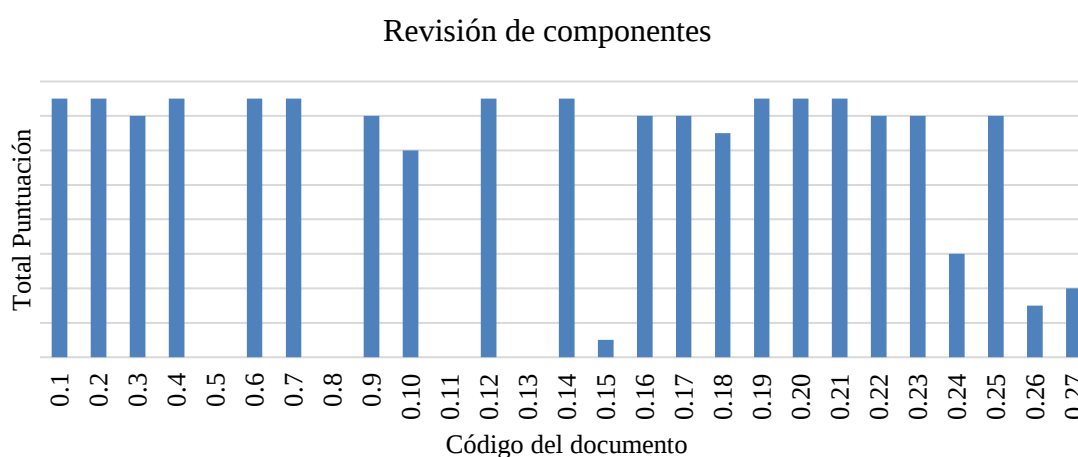
4.2.1 Análisis de la información secundaria

4.2.1.1 Calificación de las categorías (CC). En el Apéndice A, muestran los resultados con la calificación de cada uno de los instrumentos y/o estudios con su respectiva calificación y justificación.

4.2.1.2 Calificación de la actualización de la información (CA). En el Apéndice A se pueden observar los resultados de la calificación con su respectiva calificación.

4.2.1.3 Calificación de los componentes ambientales. En el Apéndice A se muestran los resultados de la lista de chequeo de los componentes.

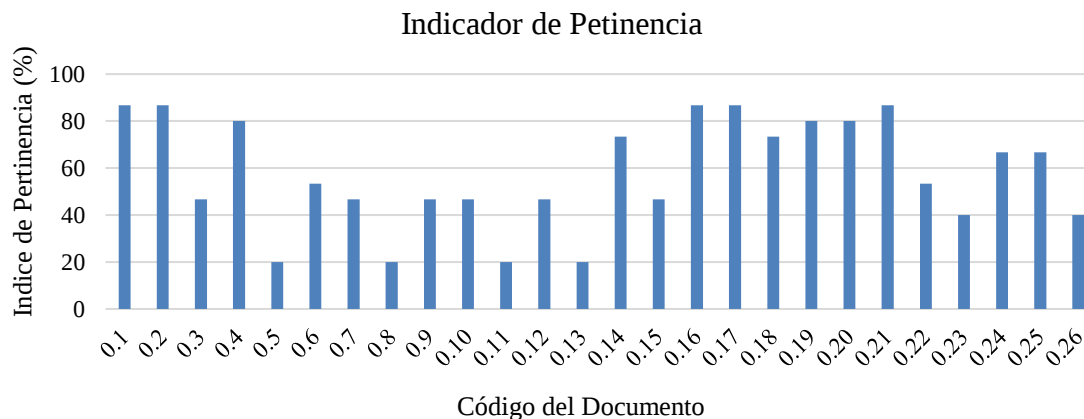
Figura 7. *Puntuación de la revisión de los componentes ambientales*



En la figura 7 se puede observar la puntuación de cada uno de los estudios seleccionados para la ser seleccionados, y que además tienen una relación directa con el área de estudio. Se resalta los documentos de ETESA y los POMCAS, esto ya que tienen, en su mayoría, información de alto valor y completa de todos los componentes ambientales para realizar la caracterización y la síntesis del diagnóstico. Por otro lado, en el Apéndice A se presenta la tabla con las calificaciones y la justificación de cada uno.

4.2.1.4 Índice de pertinencia y diagnóstico de la información

Figura 8. Valores de índice de pertinencia de los instrumentos y/o estudios



En la figura 8 se puede observar que los instrumentos y/o estudios que tuvieron mayor peso o porcentaje de pertinencia fueron los documentos 0.1, 0.2, 0.4, 0.14, 0.16, 0.17, 0.22, 0.24, 0.25. Por lo que se podría decir que son los documentos que contienen la información que cumplen con la mayoría de los requisitos para la calificación de los criterios. Por otro lado, también existen documentos con un porcentaje de pertinencia no tan alto pero que están por la media o un poco por encima de la media como es el caso de los documentos 0.3, 0.5, 0.6, 0.7, 0.9, 0.10, 0.12, 0.15, 0.22, 0.23 y 0.26, teniendo valores significativos en lo que compete a la pertinencia de la información.

Por último, se tienen los documentos que obtuvieron valores por debajo o muy por debajo de la media; como el caso de los documentos 0.5, 0.8, 0.11 y 0.13. Lo que traduce a un bajo peso de pertinencia de la información; debido principalmente a su desactualización de la información e información escueta en la descripción de los componentes ambientales.

4.2.1.5 Ficha y revisión del diagnóstico de la información secundaria. La ficha de revisión y diagnóstico de la información secundaria es una propuesta del equipo de trabajo para facilitar la revisión, comprensión y síntesis de la información. Esta ficha se encuentra en el Apéndice A, y comprende la recopilación de los valores del indicador de pertinencia para cada uno de los documentos y/o instrumentos que se disponen para ser utilizados como un insumo importante para la construcción de la línea base preliminar; permitiendo conocer el territorio por medio de la descripción de los componentes ambientales, resaltando la composición, el estado y rasgos en relación con las variables físicas, bióticas, socioeconómicas y culturales de la zona de estudio, además de como estos componentes se relacionan entre sí.

Por otro lado, es importante mencionar que la ficha de diagnóstico no solo evidencia los valores de pertinencia, sino que da enfoque a otros talantes para que se pueda evidenciar mejor el contenido de los documentos, su estructura, síntesis, detalle y descripción de la información, entre otros. Por tal motivo, esta ficha permite Desarrollar una síntesis del diagnóstico del páramo Iguaque – Merchán, así mismo en concordancia con lo que expone la Resolución MADS No. 886 de 2018; en materia de zonificación ambiental. En paralelo, se podría decir que la ficha de revisión y diagnóstico permite analizar mejor la información, dando a conocer cuáles son los documentos más pertinentes para los objetivos planteados.

4.2.1.6 Análisis de resultados y discusión de la ficha de diagnóstico. Inicialmente encontramos que en los ETESA de entorno local y regional se hace de acuerdo con los términos de referencia para la elaboración de estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación de complejos de páramo a escala 1:25.000 elaborados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el año 2012.

En este sentido, la determinación del entorno local del complejo de páramos Iguaque Merchán, localizado en la jurisdicción de Corpoboyacá, incluye dos parámetros principales: 1. Las veredas que tienen área en el polígono de páramos de éste complejo contenido en la cartografía actualizada de los complejos de páramo a escala 1:100.000 y sectores que por su alta conservación merezcan ser tenidos en cuenta en la determinación del entorno local, 2. Las veredas que sean priorizadas para realizar las salidas en campo (Estudio de caso) partiendo del análisis de las temáticas social, económica, física y biótica y entendiendo que existen veredas que presentan condiciones que requieren especial atención, así mismo, que cumplan con los criterios definidos para la determinación del entorno local del complejo de páramos Iguaque Merchán, el cual sirve de información relevante a la toma de decisiones.

Asimismo se concluye en estos estudios que para futuros estudios técnicos que impliquen insumos realizados por otras instituciones, son de vital importancia a la hora de llegar a un consenso de entorno a trabajar, al igual que vincular y trabajar conjuntamente con las Corporaciones Autónomas que tengan jurisdicción en el complejo, debido a que como todos los ecosistemas, el páramo no obedecen a límites y divisiones, razón por la cual se presentan dificultades en el momento de analizar la información.

Por otra parte, los EOTs de Arcabuco, Chíquiza, Cóbbita, Motavita, Santa Sofía, Sora, Sotaquirá, Sutamarchán y Tinjacá se encuentran incompletos o sin acceso completo a estos documentos propios de Corpoboyacá. Estos documentos traen cartografía impresa relacionada a las temáticas de geología, suelos, coberturas, hidrología y pendientes, pero se encuentran en físico en su mayoría. Cabe resaltar que todos los EOTs se encuentran en proceso de actualización y que por preferencia del componente físico geológico se tendrán en cuenta exclusivamente para consultar como referencia más no se tomarán datos para los análisis.

En cuanto a los estudios bióticos del páramo, se ha visto que existe un vacío muy grande en cuanto a la investigación biótica ejecutada en el área del Complejo Iguaque-Merchán, se cuentan con escasos estudios publicados en revistas científicas, la gran parte de estos corresponden a literatura gris. Las investigaciones no publicadas dificultan la accesibilidad a información valiosa que podría dar herramientas más específicas sobre el estado de las especies presentes en los páramos y para su manejo apropiado de conservación. Por su parte el estudio de realizado por el Contrato de prestación No. 14-13-014-317PS del Instituto Humboldt - Bosques y Semillas SAS donde se elabora los estudios bióticos a escala 1:25000 del Complejo de Páramos Iguaque-Merchán para identificar la franja de transición páramo-bosque. Este estudio tiene una valoración pertinente para usarse en el medio biótico y su contenido lo justifica.

Por otro lado, los estudios “Caracterización biótica del complejo de páramos Iguaque-Merchán en jurisdicción de CORPOBOYACÁ y CAS” y “Plan de Manejo del Santuario fauna y flora” cuentan con información determinante para conformar la caracterización biótica de la línea base preliminar. Sin embargo, el primer estudio, realizado por el instituto von Humboldt y la consultora Bosques y Semillas S.A.S, obtuvo un mayor índice de pertinencia comparado con el segundo estudio; debido a que su información abarca todo el porcentaje del área de estudio, por otro lado, el Santuario de Fauna y Flora de Iguaque también queda dentro del área de estudio, no obstante la resolución 886 del 2018, en el artículo 2, párrafo 1, es taxativa en el caso que un páramo se traslape total o parcialmente o, en su defecto, que delimite con áreas de Parques Naturales Nacionales, Parques Naturales Regionales o Reservas forestales Protectoras, en estos casos se adoptan otros actos administrativos para tales áreas. Es por esto, que el santuario de Fauna y flora de Iguaque queda por fuera de los límites establecidos para la formulación del PMA del páramo de Iguaque – Merchán.

Así mismo, a manera de análisis comparativo, los dos estudios se deben considerar para extraer la información de mayor interés, no obstante, el de mayor peso es el estudio “*Caracterización biótica del complejo de páramos Iguaque – Merchán*”. Esto, ya que en el caso de la información del PMA del santuario de fauna y flora de Iguaque se debe revisar con mayor detalle la relación ubicación geográfica con los límites establecidos, áreas en que se encuentran relacionadas estas dos zonas para describir las coberturas naturales, especies de fauna y flora, ecosistemas, biomas, transiciones, desplazamientos de especies, entre otros aspectos que tienen en común. Es por esto que los dos casos sus valores de pertinencia son altos, pero teniendo en cuenta por sus valores de pertinencia el estudio 1 es mucho más apto para la caracterización bióticas del páramo Iguaque – Merchán.

La estructura y la metodología de cada documento comprende de gran importancia para ser de guías; a manera de cómo se puede acomodar mejor la información, seguir una metodología para caracterizar algún componente ambiental, las fases de la formulación de un plan de manejo ambiental, cuales fueron los transectos y sus especies identificadas, entre otros aspectos que suman a la construcción del proyecto. En cierto modo, los documentos que presentaron mayor valor de pertinencia o que están por encima de la media, contienen información de suma importancia para lograr la meta de construir la línea base preliminar, así poder identificar y ubicar los puntos de monitoreo para las salidas de campo de cada uno de los profesionales. Con lo descrito anteriormente, se logra validar la información que se tiene en la línea base o en su defecto corroborar y corregir lo que se tiene.

La presente metodología propuesta para el diagnóstico de la información, en cierto modo, es subjetiva, ya que en la parte de la calificación es relativo al modo de pensar o percibir del equipo o profesional encargado; sin embargo, con los criterios de calificación establecidos se estandariza

mejor la calificación para que sea más acorde con lo que se ha querido llegar; a que tan pertinente es la información que se tiene.

Por último, se cumplieron los objetivos propuestos y, además, se es importante resaltar que se cuenta con información específica y de calidad para caracterizar todos los componentes ambientales. Por lo que se puede hacer una buena síntesis de la información con los documentos que presentaron mayor índice de pertinencia.

4.2.2 Caracterización biofísica y socioeconómica

En este capítulo se expone la caracterización biofísica y socioeconómica como línea base preliminar del proyecto. Finalmente, esta información será el insumo principal para la síntesis del diagnóstico y la zonificación ambiental. Es importante resaltar que la generación de cartografía del componente abiótico y coberturas naturales se construyó a partir de información de los POMCAs rio medio y bajo Suarez y rio Chicamocha, también a partir de las geodatabases de los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales del páramo de Iguaque – Merchán a escala 1:25.000 a nivel local y regional. Estos mapas se encuentran en el Apéndice C.

4.2.2.1 Geología. El grupo de rocas característico en el complejo de páramos de Iguaque – Merchán son las rocas sedimentarias con dirección preferencial NE – SW. Así mismo, existen afloramientos de rocas sedimentarias de eras geológicas Mesozoica (secundaria), Cenozoica (Terciaria) y Neozoica (cuaternaria).

(Jar) Formación Arcabuco 31,2% de área: se compone de areniscas cuarzosas, blancas, con intercalaciones de sales rojas y con matriz arcillosa. Esta falla se caracteriza por ocupar el mayor porcentaje de área dentro del complejo Iguaque – Merchán, con un 31,2%. Propende en los

municipios Arcabuco, Villa de Leyva, Chíquiza, cómbita, sotaquirá y es la más importante a nivel económico en la región (Corpoboyacá, 2015).

(Kiri) *Formación Ruitoque 6,1% de área:* esta formación presenta una ssucesión de limolitas grises, amarillentas a rojizas por procesos de meteorización; arcillolitas de color gris oscuro y algunos bancos esporádicos. Así mismo, Por su composición y extensión esta formación se considera de bajo interés hidrogeológico (Corpoboyacá, 2015).

(Qal) *Depósito Cuaternario Aluvial 5,7 % de área:* presenta morfología plana, compuesta por arenítica en una matriz areno arcillosa. Dentro del complejo Iguaque – Merchán ocupa el 5,7% del total del área (Corpoboyacá, 2015).

(Ksch) *Formación Churuvita 6,0% de área:* su afloramiento tiene presencia en los municipios de Cómbita, Arcabuco, Chíquiza, Sora y Motavita. Su composición es basada en areniscas cuarzosas con intercalaciones de sales negros y capas de caliza (en menor proporción) (Corpoboyacá, 2015).

(Kscn) *Formación Conejo 4,1% de área:* su composición está ligada a tres segmentos: Segmento A: Shales negros con intercalaciones de bancos de limonitas o de areniscas de grano fino; Segmento B, Miembro de Cucaita: Calcáreos- arenosos intercalados, acuñados y con grandes concreciones calcáreas fosilíferas y; Segmento C, La sucesión inicia con un banco de arenisca cuarzosa. Esta formación se clasifica como hidrológicamente de importancia moderada; por su litología y diaclasamiento. Así mismo, su afloramiento se encuentra en los municipios de Chíquiza, Cómbita, Sotaquirá y Motavita (Corpoboyacá, 2015).

(Jim) *Formación Montebel 2,2% de área:* esta formación se compone por arcillolitas negras laminadas, limonitas calcáreas, verdosas, y debido a la meteorización dan coloraciones rojizas, areniscas arcillosas y feldespáticas grises claras y algunos niveles conglomeráticos. se

considera de moderada importancia hidrogeológica dado a su composición mineralógica que la califica como una formación de porosidad primaria baja (Corpoboyacá, 2015).

(Kip) Formación Paja 18,9% de área: esta formación se compone por lutitas y shales negros a gris oscuro ligeramente calcáreos y micáceos. Su afloramiento se representa en los municipios de Tinjacá, Sutamarchán, Santa Sofía, Villa de Leyva, Arcabuco, Chíquiza, Cómbita y Sotaquirá. Así mismo, por sus características litológicas se considera una unidad hidrogeológica de bajo interés (Corpoboyacá, 2015).

(Kit) Formación Tablazo (San Gil Inferior) 4,4% de área: esta formación se compone por caliza, gris azulosas a negras, masivas, de textura media a gruesa, con abundancia de fósiles y venas de calcita. Por su composición y extensión esta formación se considera de bajo interés hidrogeológico (Corpoboyacá, 2015).

(Kis) Formación Simití (San Gil Superior) 7,7% de área: esta formación se constituye por una intercalación de lutitas grises claras a negras, micáceas, con areniscas arcillosas blancas amarillentas, de grano fino a medio, en capas medias a gruesas. Por su composición da características de porosidad que la hacen considerar de bajo interés hidrogeológico. (Corpoboyacá, 2015).

Por otro lado, las formaciones Cumbre (KIC), F. los medios, Miembro Conglomerático Inferior (KIMI), F. los medios, Miembro Conglomerático Superior (KIMS), Rosablanca (KIR), Tilatá (NgplQt), Labor y Tierna (Ksgt), Guaduas (Kpgg), Bogotá (Pgpeb), plaeners (Ksgp) y Areniscas de Chiquinquirá (Kichi) por su extensión de área (> 2%) en el complejo se considera de poca importancia hidrogeológica.

Finalmente, el anticlinal Arcabuco se resalta, en el complejo, como el más distintivo del entorno local. Además, su núcleo esta erosionado y exhumado (Corpoboyacá, 2015).

Geomorfología. El ambiente Denudacional (D) corresponde a las principales geoformas; ocupando, de manera general, un 38% de área del total de área del complejo.

La sub ambiente ladera denudacional (De) y unidades geomorfológicas De1 ladera denudacional estable, ocupan un 17,87%. De igual manera, ladera denudacional activa (De2) ocupa un 13,11% y ladera denudacional muy activa (De3) con un 7,97% de área.

Por otro lado, el ambiente estructural (S), generalmente, ocupa un 30,24% del entorno local definido. Distribuyéndose los porcentajes de área de la siguiente manera: sub-ambiente de lomerío (SI) y unidades geomorfológicas (SI1) lomerío con disección leve, ocupan un 21,8%; finalmente, (SI2) lomerío con disección moderada ocupa un 8,44%.

Por último, El ambiente glacial (G), de sub ambiente de laderas glaciadas (GI), ocupa un área total de 7,70% (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.2 Hidrogeología

Tabla 7. *Clasificación hidrogeológica del páramo de Iguaque - Merchán*

Clasificación	Z. Potencialmente Hidrogeológicas	% de área
0	Sin información	0,236
1	Acuicierres	0,000
2	Acuitardos	0,674
3	Acuíferos de baja productividad	79,926
4	Acuíferos promedio	19,158
5	Acuíferos de alta productividad	0,005

Adaptada de Corporación autónoma regional de Boyacá-Corpoboyacá (2015).

En el complejo existe un rango de acuíferos potenciales, de 99,09% de área; acuíferos de baja productividad, con un 79,9% de área, hidrológicamente importantes por sus características y; por último, acuíferos de media productividad con un 19,2% del área total, estos se encuentran en la vereda Avendaños del municipio de Sotaquirá (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.3 Hidrología. En el entorno local del complejo del páramo de Iguaque – Merchán existen 7 subcuencas, estas pertenecientes a 3 zonas hidrológicas. A continuación, se describen las corrientes de cada subcuenca y a la zona hidrológica a la que pertenece, subdivididos en su clasificación de aguas continentales.

Río Chulo: pertenece a la zona hidrológica del río Chicamocha, parte media. Dentro del área de influencia del proyecto, se encuentra dentro de los municipios de Sora, Combita, Tuta y Siachoque. Su corriente principal es el río chulo, con nacimiento en la parte suroccidental de la cuenca y el desagüe en dirección suroccidental. El río Vega es uno de los principales afluentes del río Chulo, aportando por la parte suroriental y con punto de descarga en la vereda Resguardo del municipio de Tuta.

En cuanto a al balance hídrico de la subcuenca, en el año seco (1997) se presentó un periódico húmedo en los meses de enero y noviembre, teniendo un exceso de agua total de 192,17 mm. Lo que produjo un exceso de agua de 192,17mm en total. Por otro lado, el faltante total fue de 146,6 mm y un desagüe de 0 mm que corresponde al 0% del agua de exceso (Corpoboyacá, 2015).

Río de Piedras: pertenece a la zona hidrológica del río Chicamocha parte media. Tiene un área de 54,1 Km² y limita por el norte del municipio de Sotaquirá, por Combita en el occidente y por el oriente de Tuta. El río Vargas, que mace en la cordillera central de los Andes a una altitud

de 3.500 m.s.n.m, es considerada como una zona de conservación junto con la microcuenca del río Ocura, el nacimiento del Río Suavita, la quebrada Honda, la cuchilla el Páramo y la quebrada el Desaguadero que se caracteriza por estar en una formación fluvio-lacustre con abundantes humedales que un tiempo fueron pequeñas lagunillas en el páramo.

Así mismo, la corriente principal (Río Piedras) de esta microcuenca nace en el noroccidente con el desagüe en dirección suroriental, limitando con Río Chulo. Esta corriente se une con la Q. La Tierra, Q. El Tambor, Q. Barro Negro, Q. Toleda, Q. La Villa, Q. La Nutria y la Q. los Pérez. Dentro de sus características morfométricas, se tiene que su velocidad de escorrentía superficial es lenta y su geomorfología es achatada y poco alargada.

Se presentó el periodo húmedo (2011) durante los meses, marzo a mayo, julio, septiembre a diciembre; mostrando excesos de agua de 639,29 mm y un desagüe de 559,59 mm, equivalente al 88% del agua de exceso. Por otro lado, el año seco (1992), presentó un periodo húmedo en los meses de marzo a mayo, septiembre, noviembre y diciembre; el cual generó un exceso de agua total de 28,98 mm, con un faltante de 77,63 mm y un desagüe de 28,92 mm que corresponde al 99% del exceso de agua (Corpoboyacá, 2015).

Río Monaquirá – Sutamarchán: esta zona de aportación se ubica geográficamente, en el área de influencia del proyecto, en los municipios Sora, Motavita, Santa Sofía, Tinjacá y Sutamarchán; clasificada como la zona de aportación más grande del complejo. Perteneciente a la zona hidrográfica del río Suárez.

Tiene como cuerpo de agua principal el Río Sutamarchán, conectándose a lo largo de su recorrido con las quebradas Rivera, Chiquita, Chorro, la quebrada Seca, entre otras. Así mismo, se une con los ríos Cané y el río Monquirá que posteriormente se divide en el río Sutamarchán.

Dentro de sus principales características morfológicas; tiende a ser una cuenca oval redonda a oblonga, vulnerable a crecidas de gran magnitud, debido a su alta compacidad. Así mismo, su densidad de drenaje ésta constituida por cauces de agua de recorrido corto con un carácter alto, experimentando escorrentía concentrada y de magnitud, teniendo una tasa alta de erosión.

En el año seco (1997), se generó un exceso de agua total 0 mm, debido al periodo húmedo en los meses de enero y abril. El faltante total de agua fue de 340,18 mm y un desagüe de 0 mm correspondiente al 0%. Por otro lado, el periodo húmedo (2011) se presentó durante el periodo de tiempo de los meses febrero a mayo y octubre a diciembre (Corpoboyacá, 2015).

Rio Ubaza: esta zona de aportación tiene presencia en los municipios de Motavita, Combita, Chíquiza y Arcabuco. Su corriente de agua principal nace en el suroriente de la cuenca Motavita, que además se une con la quebrada la Playa, el río Vargas, el río Togui y el río Ubaza.

Es una cuenca achatada y de oval redonda a oblonga. Posee una velocidad de escorrentía superficial rápida, por lo tanto, no tiende a concentraciones de gran magnitud. Así mismo, este cuerpo de agua tiende a experimentar crecidas significativas; debido a que la cuenca está constituida por cauces de orden 6.

Los suelos tienden a tener una tasa alta de erosión; ya que presenta una baja densidad, una textura gruesa, es decir que experimenta una escorrentía concentrada y su magnitud esta indirectamente relacionada con la infiltración.

En cuanto al balance hídrico de la presente cuenca, en el año seco (1987) se presentó un periodo húmedo en los meses de marzo a mayo, julio y de septiembre a diciembre; creando excesos de agua total de 411,41 mm y un faltante total de 97,98 mm y un desagüe de 348,45 mm que corresponde al 85% del agua de exceso.

Finalmente, el año húmedo (1994) se presentó en los meses de enero a junio y de octubre a diciembre con excesos de agua 1051,60 mm y desagüe 939,53 mm, significando el 89% del agua en exceso (Corpoboyacá, 2015).

Rio Sotaquirá: tiene un área de 139,6 Km². Se ubica en los municipios de Sotaquirá y Tuta. Dentro de esta unidad geográfica existen varios humedales, cuerpos de agua y ecosistemas. Su tributario principal nace en el suroriente de la subcuenca, con una corriente de la quebrada Salvial que se une con el Rio Ocosa.

En el municipio de Sotaquirá se tiene un gran porcentaje de zonas de conservación, tales como: el nacimiento del río Sotaquirá, el río Vargas, el nacimiento del Rio Suavita, la quebrada el desaguadero y con otros abundantes humedales que en alguna época fueron pequeñas lagunillas.

Por otro lado, su morfología es achatada con una esorrentía superficial lenta, lo que traduce a tener concentraciones de gran magnitud. Su índice de compacidad se clasifica como oval redonda a oval oblonga, teniendo una compacidad media, es decir, este factor no intensifica el vigor de las crecidas. Además, por su relación de elongación puede afirmar que su relieve es plano.

En el balance hídrico de esta subcuenca para el año seco (1983), se presentó en el periodo de tiempo de los meses de abril a junio y agosto. Con excesos de agua de 72,76 mm y desagüe de 153,98 mm que corresponde al 99,6% del agua en exceso. Por otro lado, para el año húmedo (2011) el periodo húmedo creo valores excedentes de agua de 960,90 mm y un desagüe de 874,50 mm, que equivalen al 91%del exceso (Corpoboyacá, 2015).

Rio Lenguaruco: tiene un área total de 450,2 Km². En relación con el área de influencia se ubica en los municipios de Combita, Sotaquirá y Arcabuco. El Rio Piescuestano es el cuerpo de agua principal para las zonas del sur, nace por el oriente y se direcciona hacia el noroccidente de la cuenca.

Esta cuenca se caracteriza por tener una velocidad de escorrentía superficial lenta y tiende a experimentar crecidas con hidrogramas de picos altos; esto, ya que su red de drenaje se clasifica de carácter alto y por su baja densidad de drenaje.

Además, su escorrentía es concentrada y su magnitud está directamente relacionada con la infiltración, lo que traduce a tasas altas de erosión del suelo y permeable (Corpoboyacá, 2015).

Rio Suarez A.D: el río Suarez en su corriente principal, la cual nace de varias corrientes de las quebradas San Jacinto y Salitre. Teniendo su punto de desagüe en la vereda Santa Barbara del municipio de Santana. Esta se clasifica como una subcuenca oval redonda a oblonga.

En su zona de aportación se encuentran bosques secos Montano Bajo, bosques húmedos Montano bajo y bosque húmedo Montano – Subpáramo, donde se encuentran varios humedales y pequeños cuerpos de agua. Su máxima influencia se encuentra en el municipio de Tinjacá, donde se encuentran los ecosistemas mencionados anteriormente.

La subcuenca tiene su red de drenaje constituida por cauces de orden 6, lo que traduce a que tiende a experimentar crecidas debido a las concentraciones de escorrentía. Este aspecto también está asociado a la baja densidad de drenaje y una textura gruesa (Corpoboyacá, 2015).

San Pedro de Iguaque: este cuerpo de agua se constituye por una laguna de estiaje 6.490 m² y una zona de recarga de 6.260 m². Su zona litoral (turbera) de la laguna, debido a la poca presencia antrópica, ha permitido su recuperación y revegetación. Se caracteriza por recargar permanentemente el flujo de agua.

Por otro lado, existe una laguna de estiaje en la parte baja de la laguna San Pedro, que se recarga por un Rosetal-Arbustal, siendo importante en el aporte del flujo hídrico (Corpoboyacá, 2015).

Ojo de Agua: dentro del área de influencia del proyecto se localiza en los municipios de Chíquiza - San Pedro de Iguaque, que se compone por una zona de recarga de 29.136 m², con un cuerpo superior e inferior de 21.979 m² y 13.573 m², respectivamente; así mismo, un humedal litoral de 5.72 m².

La principal fuente abastecedora de la laguna Ojo de Agua es un complejo de humedales conectados por planos inundables, que tienden a reservar el flujo hídrico. Por lo tanto, es de importancia resaltar que, la oferta hídrica de este humedal está seriamente amenazada por las actividades realizadas por la comunidad asentada en la parte baja de esta microcuenca (Corpoboyacá, 2015).

Cazadero: se localiza en Chíquiza – San Pedro de Iguaque y tiene una extensión de 23.400 m². Este humedal está categorizado como uno de los humedales con mayor amenaza del complejo de páramos; principalmente por la actividad de pastoreo permanente en la zona de la laguna (Corpoboyacá, 2015).

Corral sin Laguna (Plano húmedo – Turbera): se localiza en el municipio de Chíquiza – San Pedro. Una zona con presencia de pastoreo. De hecho, esta laguna se caracteriza por haber experimentado eutroficación y colmatación hace 100 años, derivado de las actividades pecuarias e incendios que se presentaban en la zona (Corpoboyacá, 2015).

Las Coloradas: dentro de los límites definidos para el área de influencia del proyecto, se encuentra ubicada en el municipio de Chíquiza – San Pedro de Iguaque. Compuesta por un cuerpo superior a 6.540 m² y un cuerpo inferior de 11. 054 m². Su presión es significativa, por lo que se categoriza como un humedal en gran peligro, ya que se está drenando para uso agropecuario y hay presencia de pastoreo en la zona (Corpoboyacá, 2015).

El Monte: se localiza en el municipio de Arcabuco. Tiene una extensión de 11.660 m². Se caracteriza por ser un humedal en una zona litoral bien consolidada y en buen estado de conservación (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.4 Suelos. Principalmente los suelos, en el entorno local del páramo de Iguaque – Merchán, corresponden a paisajes de montaña, altiplanicie y Valle. A continuación, se describen las principales unidades del suelo, con sus porcentajes de área dentro del área total del complejo:

MHEf, 13%: relieve moderado y fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 50%. Bien drenados, texturas medias con gravilla, reacción extremadamente ácida, y fertilidad baja.

MGEg, 12,6%: relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores a 50%. Limitados por contenidos tóxicos de aluminio y, por lo tanto, fertilidad baja.

ME, 7,3%: relieve fuertemente escarpado ondulado y fuertemente quebrado hasta escarpado, con pendientes superiores al 25%. Son suelos muy superficiales, excesivamente drenados, reacción extremadamente ácida y fertilidad baja.

MKEg, 6,9%: relieve fuertemente escarpado, con pendientes superiores al 75%. Reacción extremadamente ácida, bien drenado y baja fertilidad.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, en complejo de Iguaque – Merchán, en su gran mayoría presenta suelos clase IV, VI, VII y VIII. Es importante resaltar que, los suelos de clase VIII, no tiene aptitud agropecuaria; solo es apto para el desarrollo de vida silvestre para fines recreativos y conservación de los recursos naturales (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2014).

Por otro lado, en la zona, químicamente las principales unidades de suelos son clase 9, teniendo fuertes limitaciones para la explotación agropecuaria; clase 4, presentando una fertilidad

moderada; Clase 5, siendo suelos con fertilidad predominante baja y la acidez es fuerte a muy fuerte y; clase 17, estos suelos requieren de aplicación de materia orgánica y fertilizantes potásicos para optimizar su uso agropecuario (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2014).

4.2.2.5 Clima. En el desarrollo del componente clima, se analizarán diferentes variables (temperatura media, máxima y mínima y precipitación total, máxima en 24 horas y días de precipitación); estas variables permiten determinar el comportamiento climatológico general del área de estudio en cuanto a su transición de valores de los elementos y componentes meteorológicos en el tiempo, así como su distribución espaciotemporal (**Corpoboyacá, 2015**).

En el complejo de páramo el clima predominante es el de páramo alto húmedo, seguido de muy frío húmedo. con temperaturas promedio de 6 a 12° C y precipitación entre 500 y 1.000 mm por año. El régimen de la precipitación monomodal entre abril y noviembre, presentando un descenso entre los meses de agosto y septiembre. Por otro lado, en promedio las oscilaciones diarias en temperatura mínima de 8 ° y una máxima de 17 °C en días soleados, con una humedad relativa que oscila entre 50 y 90%. (Instituto Alexander von Humboldt, 2007)

4.2.2.6 Pendientes. El mayor porcentaje de área de la zona de estudio corresponde al rango de pendientes entre 50% al 100 %; siendo un terreno de pendientes pronunciadas. Por lo tanto, teniendo en cuenta la clasificación del IGAC propuesta para levantamientos agrológicos, la mayoría de los suelos del área de estudio son de moderadamente escarpado a fuertemente escarpado. Así mismo, con una susceptibilidad a la infiltración de baja a muy baja.

Por otro lado, en las partes más bajas del páramo se encuentran pendientes, en su mayoría, pendientes que en un rango de 12% a 25%. Según la clasificación del IGAC, esto traduce a que

son zonas fuertemente inclinadas y ligeramente escarpadas, presentando susceptibilidad a la infiltración media (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.7 Coberturas naturales. El mapa de coberturas se realizó a partir de la información cartográfica proveniente de los estudios de ETESA de entorno local y regional del páramo de Iguaque – Merchán y de los POMCAS río Chicamocha alto y río Suarez medio y bajo.

En la tabla 7 se presenta el tipo de cobertura, el área en hectáreas y porcentaje de área que ocupa dentro del área de influencia del proyecto.

Tabla 8 *Coberturas vegetales presentes en el páramo de Iguaque – Merchán*

Tipo de Cobertura	Área (Ha)	% de área
Herbazal denso de tierra firme arbolado	3997,34281	25,043%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2430,60908	15,228%
Bosque abierto bajo de tierra firme	2197,24182	13,766%
vegetación secundaria alta	1669,1093	10,457%
Bosque denso alto de tierra firme	1394,68247	8,738%
Pastos limpios	676,850104	4,240%
Arbustal abierto	615,944005	3,859%
Pastos arbolados	521,0167	3,264%
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	497,011782	3,114%
Bosque de galería o ripario	407,674296	2,554%
Pastos enmalezados	330,021081	2,068%
Mosaico de pastos con espacios naturales	326,123973	2,043%
Mosaico de pastos y cultivos	298,779935	1,872%
Arbustal denso	242,501094	1,519%
Red vial y territorios asociados	140,702531	0,881%
Vegetación secundaria baja	77,57387	0,486%
plantación de latifoliadas	63,85392	0,400%
Bosque denso bajo de tierra firme	33,722772	0,211%

Tipo de Cobertura	Área (Ha)	% de área
Bosque de galería y/o ripario	24,658967	0,154%
Mosaico de cultivos	6,675804	0,042%
Tierras desnudas y degradadas	5,2496	0,033%
Otros cultivos transitorios	3,179654	0,020%
Bosque abierto alto de tierra firme	1,262121	0,008%
Total	15961,7877	100%

Adaptado MINHACIENDA, et ál., (2015)

Como se puede observar en la tabla el tipo de mayor cobertura predominante es el herbazal denso de tierra firme arbolado con un área total de 3997,34281 hectáreas ocupando el 25% del área total del complejo; siendo este tipo de cobertura la más común en un ecosistema paramuno.

Se resalta la franja de páramos y subpáramos, la de bosques altoandinos y andinos y el cinturón arbustivo altoandino. Se logra evidenciar tres regiones de vida en los Páramos de Merchán y Telecom cómo la franja andina alta, subpáramo y el Páramo de franja alta, con formaciones de bosque, pajonales entre otros. Según investigaciones, se evidencia que existe un gran cambio de estas zonas que origina ecosistemas intervenidos por cultivos y petróleos (Corpoboyacá, et ál., 2015).

El IAVH logra identificar seis tipos de ecosistemas naturales en este complejo que son distribuidos en los orobiomas andino, altoandino y de páramo, con bosques y vegetación de páramo en condiciones húmedas y secas. Se concluyó que en el 70% del área la vegetación natural se conserva y el 30% restante se compone de pastos y cultivos, principalmente (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2015).

Según el análisis de Corine Land Cover la cobertura vegetal que sobresale en el complejo es el bosque denso bajo tierra firme a una escala de 1:25.000 que se ubica en las veredas de Avendaños y Carrizal (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.8 Fauna. Mamíferos: en el Río medio y Bajo Suárez se lograron identificar 73 especies de mamíferos que formaban parte de 8 órdenes, 22 familias y 57 géneros. Estas especies identificadas se representan con 14,83% que equivale al total registrado para Colombia de 492 especies. El orden de especies con mayor diversidad fue *Chiroptera* con un 42,10% que representa 32 especies. Por último, se destaca la especie *Lagomorpha* por tener una diversidad baja con un 1,31% la cual hace relación a 1 especie (Corpoboyacá, et ál., 2015).

Aves: se destaca el orden *Passeriformes* por obtener mayor riqueza con un total de 44 especies que hace referencia a un 41,90% en 11 familias. Los órdenes que solo pudieron obtener 1 especie fueron *Anseriformes*, *Gruiformes* y *Caprimulgiformes* que hacen referencia al 0,95% (Corpoboyacá, et ál., 2015).

Tabla 9. Algunas de las especies de aves potenciales en el Complejo Iguaque –Merchán

Clasificación	Nombre científico
Endémicas (E)	<i>Rallus semiplumbeus</i> , <i>Oxygogon guerinii</i> , <i>Coeligena prunellei</i> , <i>Pyrrhura calliptera</i> , <i>Synallaxis subpudica</i> , <i>Cistothorus apolinari</i> , <i>Macroagelaius subalaris</i>
Casi endémicas (CE)	<i>Nothocercus Julius</i> , <i>Anas andium</i> , <i>Gallinago nobilis</i> , <i>Zentrygon linearis</i> , <i>Helianthus</i> <i>exortis</i> , <i>Chalcostigma heteropogon</i> , <i>Eriocnemis cupreiventris</i> , <i>Coeligena bonapartei</i> , <i>Coeligena helianthea</i> , <i>Chaetocercus heliodor</i> , <i>Chlorostilbon poortmani</i> , <i>Campylopterus</i> <i>falcatus</i> , <i>Andigena nigrirostris</i> , <i>Forpus conspicillatus</i> , <i>Hapalopsittaca amazonina</i> , <i>Scytalopus spillmanni</i> , <i>Cinclodes albidiventris</i> , <i>Thripadectes virgaticeps</i> , <i>Thripadectes</i> <i>flamulatus</i> , <i>Uromyias agilis</i> , <i>Leptopogon rufipectus</i> , <i>Nephelomyias pulcher</i> ,

Clasificación	Nombre científico
	<i>Cyanolyca armillata</i> , <i>Pheugopedius mystacalis</i> , <i>Cinnycerthia unirufa</i> , <i>Cinnycerthia olivascens</i> , <i>Tangara vitriolina</i> , <i>Tangara labradorides</i> , <i>Conirostrum rufum</i> , <i>Atlapetes albofrenatus</i> , <i>Atlapetes pallidinucha</i> , <i>Myioborus ornatus</i> , <i>Sporagra spinescens</i>
Especie de interés	<i>Piranga rubriceps</i>

Adapta Instituto de Investigación Alexander von Humboldt (2015).

Se registraron un total de 256 especies de aves dentro de los límites del páramo de Iguaque – Merchán 7 endémicas, 33 casi endémicas y 1 especie de interés. Entre ellas 8 amenazadas y 15 migratorias. La familia más representativa es la de los atrapamoscas (*Tyrannidae*) con 50 especies, seguida de *Tángaras* (*Thraupidae*) con 46, colibríes (*Trochilidae*) con 42 y trepadores (*Furnariidae*) con 24 (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2015).

Respecto a las especies en la lista roja o de amenaza existen 3 especies las cuales están en la categoría de: en peligro (EN) *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari*, *Macroagelaius subalaris*, cuatro vulnerables (VU) *Patagioenas subvinacea*, *Coeligena prunellei*, *Pyrrhura calliptera*, *Hapalopsittaca amazonina* (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2015).

Reptiles: se logró identificar 22 reptiles que fueron divididos en 1 orden, 2 subórdenes y 13 familias según correspondiera. En un 4,09% se pudo representar las 22 especies de reptiles según el total registrado para Colombia de 537 (SBI). Se destacó la especie de *Squamata* con 22 reptiles y finalmente, obtuvo el 100% de las especies que se registraron en el estudio (Corpoboyacá, et ál., 2015).

Anfibios: el total de especies de anfibios que se pudieron registrar fue de 14 las cuales fueron repartidas en los órdenes de Anura y Caudata. Se destacó el 44% del total de los anfibios que se registraron en los departamentos de Boyacá y Santander. Se concluyó que las 14 especies

de anfibios representan únicamente el 1,86% del total registrado para Colombia de 803 especies por los lados de la cuenca río medio y bajo Suarez (SIB) (Corpoboyacá, et ál., 2015).

Por otro lado, según la caracterización biótica del páramo de Iguaque – Merchán realizada por el von Humboldt, se registraron 46 especies de anfibios potenciales, repartiéndose en 9 familias disgregadas en la ordenes de *Anura* y *Caudata*. (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2015).

Tabla 10. Familia de anfibios en el páramo de Iguaque - Merchán.

Orden	Familia	# de especies
<i>Anura</i>	<i>Aromobatidae</i>	1
<i>Anura</i>	<i>Bufonidae</i>	3
<i>Anura</i>	<i>Centrolenidae</i>	8
<i>Anura</i>	<i>Craugastoridae</i>	20
<i>Anura</i>	<i>Dendrobatidae</i>	3
<i>Anura</i>	<i>Hemimphractidae</i>	1
<i>Anura</i>	<i>Hylidae</i>	6
<i>Anura</i>	<i>Leptodactylidae</i>	1
<i>Anura</i>	<i>Plenthodontidae</i>	3

Adapta Instituto de Investigación Alexander von Humboldt (2015).

Se destaca la familia mejor representada es *Craugastoridae* con 20 especies, seguida de *Centrolenidae* con 8 y *Hylidae* con 6 especies. En cuanto a las lista de especies amenazadas según la lista roja de la UICN (2015) *Atelopus* *Atelopus monohernandezi* se encuentra en peligro crítico de extinción (CR), *Atelopus mittermeieri*, *Pristimantis acutirostris*, *Pristimantis bacchus*, *Pristimantis merostictus*, *Pristimantis mnionaetes*, *Pristimantis spilogaster*, *Andinobates virolinensis*, *Hyloscirtus denticulentus* e *Hyloscirtus lynchise* se encuentran en peligro de desaparecer (EN) (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2015).

4.2.2.9 Población. La población del complejo de Páramo Iguaque – Merchán es de 54.076, los cuales 11.036 son del área urbana obteniendo un porcentaje del 20% y 42.832 que corresponden al área rural con el 79% y el 1% faltante corresponde a 208 habitantes que se encuentran en centros poblados en los municipios de Motavita, Chíquiza, Villa de Leyva, Tinjaca y Sutamarchán. Esta información fue basada en los datos del sisben (Corpoboyacá, 2015).

La población del complejo de Páramo Iguaque – Merchán es de 54.076, los cuales 11.036 son del área urbana obteniendo un porcentaje del 20% y 42.832 que corresponden al área rural con el 79% y el 1% faltante corresponde a 208 habitantes que se encuentran en centros poblados en los municipios de Motavita, Chíquiza, Villa de Leyva, Tinjaca y Sutamarchán. Esta información fue basada en los datos del sisben (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.10 Distribución predial Boyacá. Boyacá se destaca por obtener una mayor proporción de predios menores a una hectárea los cuales al ser divididos ocupan el 5,11% del área predial que se encuentra sobre la cuenca de los predios que se encontraron (Corpoboyacá, et ál., 2015).

4.2.2.11 Distribución predial Santander. En el departamento de Santander se observa la acumulación de superficie en pocos predios lo cual va en contraposición a las unidades agrícolas familiares que fueron encargadas para esta entidad ya que el área mínima es de 8 Has y el área máxima es de 25 hectáreas concluyendo de esta forma que el departamento de Santander tiene un fenómeno de acumulación latente (Corpoboyacá, et ál., 2015).

Tabla 11. *Necesidades básicas insatisfechas de la población del área de influencia*

Nombre Municipio	% De Personas en NBI	% de personas en miseria	Componente vivienda	Componente servicios	Componente hacinamiento
Arcabuco	33,25	8,84	6,91	11,26	8,05
Cómbita	38,40	10,62	6,49	8,88	12,90
Chíquiza	49,00	14,51	12,56	6,91	22,69
Motavita	50,19	14,53	10,63	7,21	26,25
Santa Sofía	35,81	8,35	16,91	10,25	5,52
Sotaquirá	37,48	11,89	11,68	7,61	13,77
Sutamarchán	35,38	8,50	13,73	13,39	7,33

Adaptado Corpoboyacá, et ál., (2015).

4.2.2.11.1 Actividades pecuarias. Se destaca el desarrollo de la agroindustria avícola en Colombia la cual en la última década ha promovido la evolución económica de la zona rural al mismo tiempo que ha mejorado la seguridad alimentaria de la población en todo el territorio. Se recalca que la producción pecuaria se encuentra distribuida en toda la cuenca debido a que la mayor parte de sus municipios presentan una categoría de la producción (Corpoboyacá, et ál., 2015).

4.2.2.11.2 Servicios públicos. El alcantarillado rural en todos los municipios tuvo porcentajes bajos, el municipio que más sobresalió fue el de Tinjacá en dónde presentó índices bajos en las coberturas de servicio del acueducto rural (**Corpoboyacá, 2015**).

El alcantarillado rural en todos los municipios tuvo porcentajes bajos, el municipio que más sobresalió fue el de Tinjacá en dónde presentó índices bajos en las coberturas de servicio del acueducto rural (Corpoboyacá, 2015).

4.2.2.12 Prácticas culturales en el detrimento del recurso natural de la cuenca. En los municipios ubicados en la cuenca en del departamento de Boyacá se destaca la ganadería y el cultivo de caña panelera, generalmente. Se encuentran también cultivos de café, plátano, yuca, maíz, frijol, entre otros, pero los habitantes no manejan adecuadamente estos tipos de cultivos ya que los están sembrando en zonas de alta pendiente, utilizan quemas para la preparación del terreno y talan árboles que se encuentran en las orillas de los ríos y de las quebradas. Según lo mencionado anteriormente son las consecuencias de la creación de procesos erosivos y al arrastre de la cobertura vegetal por la acción del agua. Se resalta de igual forma el uso inadecuado de los residuos domésticos y su incorrecta forma de desecharlos ya que estos llegan directamente o por escorrentía a las corrientes hídricas de la cuenca. En la parte alta de la cuenca en los límites con la cuenca media se observa con mayor frecuencia cultivos de papa y en menor frecuencia cultivos de arveja y frutales los cuales son intensivos y con un grado alto de tecnificación en los que se utiliza el manejo de agroquímicos. No hay el suficiente conocimiento sobre el manejo de residuos de los agroquímicos ni de la disposición final de los envases. Se evidencia en esta zona la intervención de pantano que se drena y se seca para poder ampliar los terrenos (Corpoboyacá, et ál., 2015).

4.2.3 Síntesis del diagnóstico

En el complejo de páramos Iguaque- Merchán se observan formaciones geológicas de interés económico cómo la formación de Guaduas por el carbón o en otros casos, la formación de Arcabuco o Paja por los materiales de construcción. En la vereda Rupavita del municipio de Arcabuco se encuentran de 3 títulos mineros, esta área sería conveniente entrar a recuperarla ya que corresponde a una zona de alta conservación.

De acuerdo con la caracterización de fauna y flora, se logró establecer que los sectores más conservados en términos de cobertura vegetal del complejo corresponden a los municipios de Arcabuco en la vereda Rupavita y Sotaquirá en las veredas Carrizal, Guaguani y Avendaño con limitación en los municipios de Cómbita en la vereda de Santa Bárbara y por el departamento de Santander el municipio de Gámbita en la vereda Chinatá.

Como se menciona en la línea base la cobertura vegetal predominante es la de bosque altoandino, teniendo un estado óptimo de conservación, pero con la amenaza constante por parte del sector agropecuario que promueve acciones de paralización y colonización de especies invasoras. Así mismo, extendiendo las fronteras agropecuarias, y esto se ve reflejado con el cambio de coberturas naturales

Tabla 12. *Tipos de coberturas de la tierra presentes en el área de influencia*

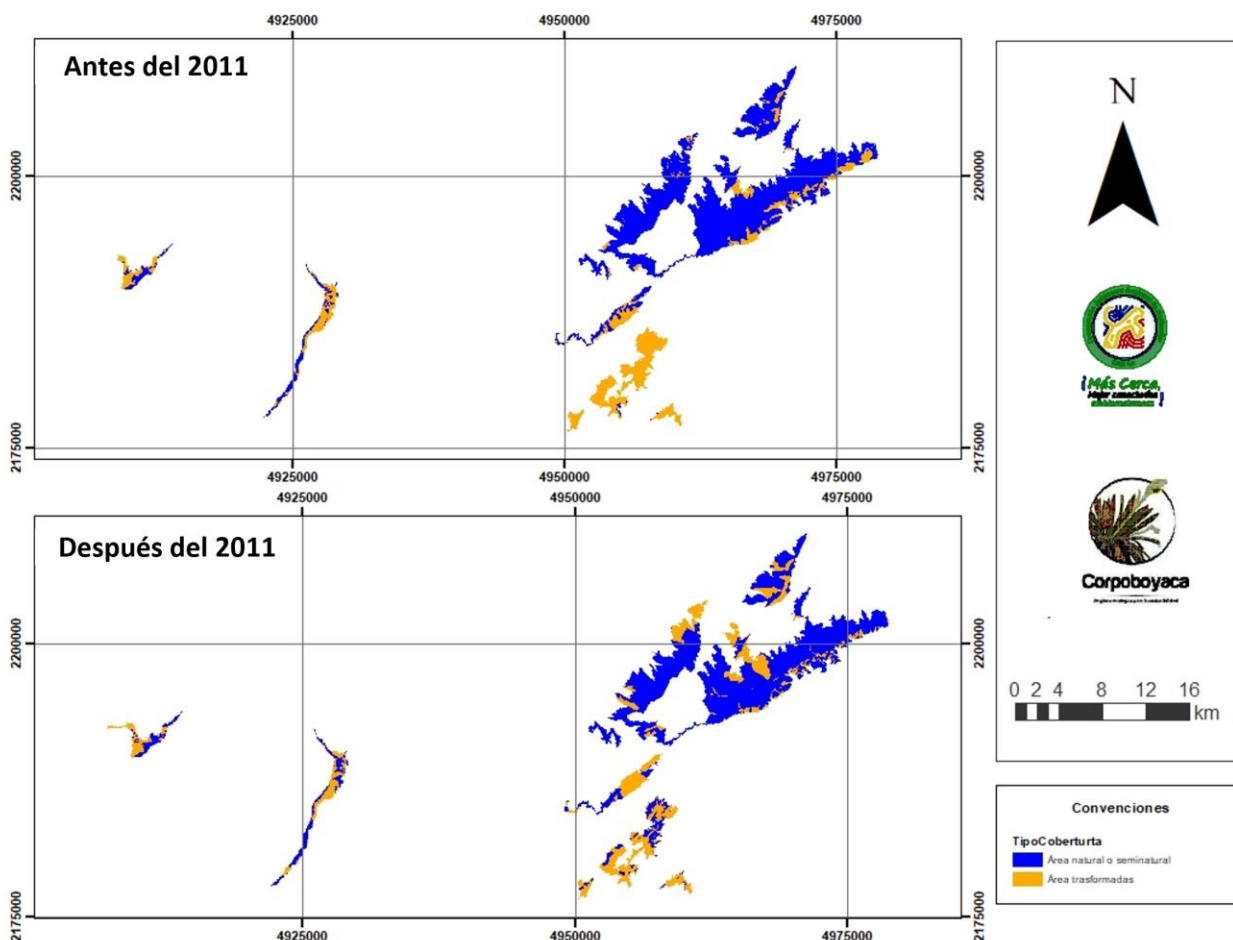
Tipo de Cobertura	Antes del 2011	después del 2011
Áreas naturales o seminaturales	11611 hectáreas	11159 hectáreas
Áreas transformadas	4289 hectáreas	4803 hectáreas

Adaptada CAS, MINAMBIENTE, et ál., (2015)

Se observa el cambio de áreas naturales o seminaturales antes y después del 2011, se marca la pauta de esta fecha en concordancia con el artículo 10 del capítulo III de la ley 1930 del 2018 para la adquisición de predios. Esta información se extrae de las capas geográfica de coberturas de la tierra de los POMCAs río medio y bajo Suarea y río alto Chocamocha; siendo el tipo de cobertura predominante el de áreas naturales o seminaturales en las dos fechas, sin embargo, para antes del año 2011 se obtuvo un área total de este tipo de cobertura de 11611 Ha y para después del año 2011 se obtuvo un área de 11159 Ha. Por lo tanto, se evidencia una mayor área transformada para después del año 2011, teniendo un total de 4803 Ha de áreas transformadas. No

obstante, no se evidencia una transformación tan pronunciada en estas dos fechas; teniendo en cuenta que se utilizó la información del cambio de cobertura 2022 – 2009 y del 2015 de los POMCAs.

Figura 9. Tipo de coberturas de la tierra en el área de influencia



Se puede observar temáticamente el estado de coberturas naturales presentes en el área de influencia. Por lo tanto, se puede decir que el páramo de Iguaque – Merchán presenta un estado óptimo de sus áreas naturales o seminaturales antes y después del 2011. Sin embargo, se puede apreciar que en las partes altas del complejo paramuno se refleja los efectos del fenómeno de

expansión agropecuaria, siendo estas zonas pertenecientes a los municipios de Gambita y Arcabuco. De igual manera, en la parte baja o sur del ecosistema estratégico se observa una transición de cambio de usos del suelo, es decir, se ve el cambio de áreas transformadas a áreas naturales o seminaturales, siendo estas zonas pertenecientes a los municipios de Motavita y Chiquiza. Por último, en la parte noreste del páramo en los municipios de Santa Sofía, Sutamarchan, Albania y Puente Nacional los usos del suelo se mantienen en estas dos temporalidades.

En cuanto al estado de conservación de las especies, se registraron especies como *Clusia multiflora*, *Guarea Kunthiana*, entre otras, estas especies forman parte de la categoría de amenaza de nivel bajo, la especie *Cyrtochilum revolutum* en la categoría de vulnerable y *Aniba Perutilis* resalta un peligro alarmante (Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, 2015).

La distribución de las categorías de las aves da a conocer que la mayoría se encuentran en las categorías Rara y Poco común y pocas especies están ubicadas en la categoría común. Sobresalen las especies de aves que son indicadoras del cambio de la vegetación como lo son *las Asthenes fuliginosa* y *Diglossa Iafesnayii* (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2015).

Es importante tener claro los límites del Páramo, ya que esto ayuda a mantener el páramo para que no se sigan aumentando las fronteras agrícolas y pecuarias que a medida de los años se ha ido extendiendo. Así mismo, existen áreas con gran variedad de biodiversidad pero que existe presencia de actividad agrícola y pecuaria ejerciendo presión sobre el ecosistema estratégico. Para mantener esta área sería clave que la población presente reforzara su educación ambiental y reconvirtiera su medio de vida.

Se resalta que, Combita es el municipio más complejo en temas sociales ya que estas zonas son las más fuertemente impactadas por actividad ganadera y agrícola. por lo tanto, se debe realizar campañas de concientización ambiental a la comunidad; ya que son usos prohibidos pero que se siguen haciendo dentro del complejo, sin embargo, es el sustento de vida de la mayoría de la población.

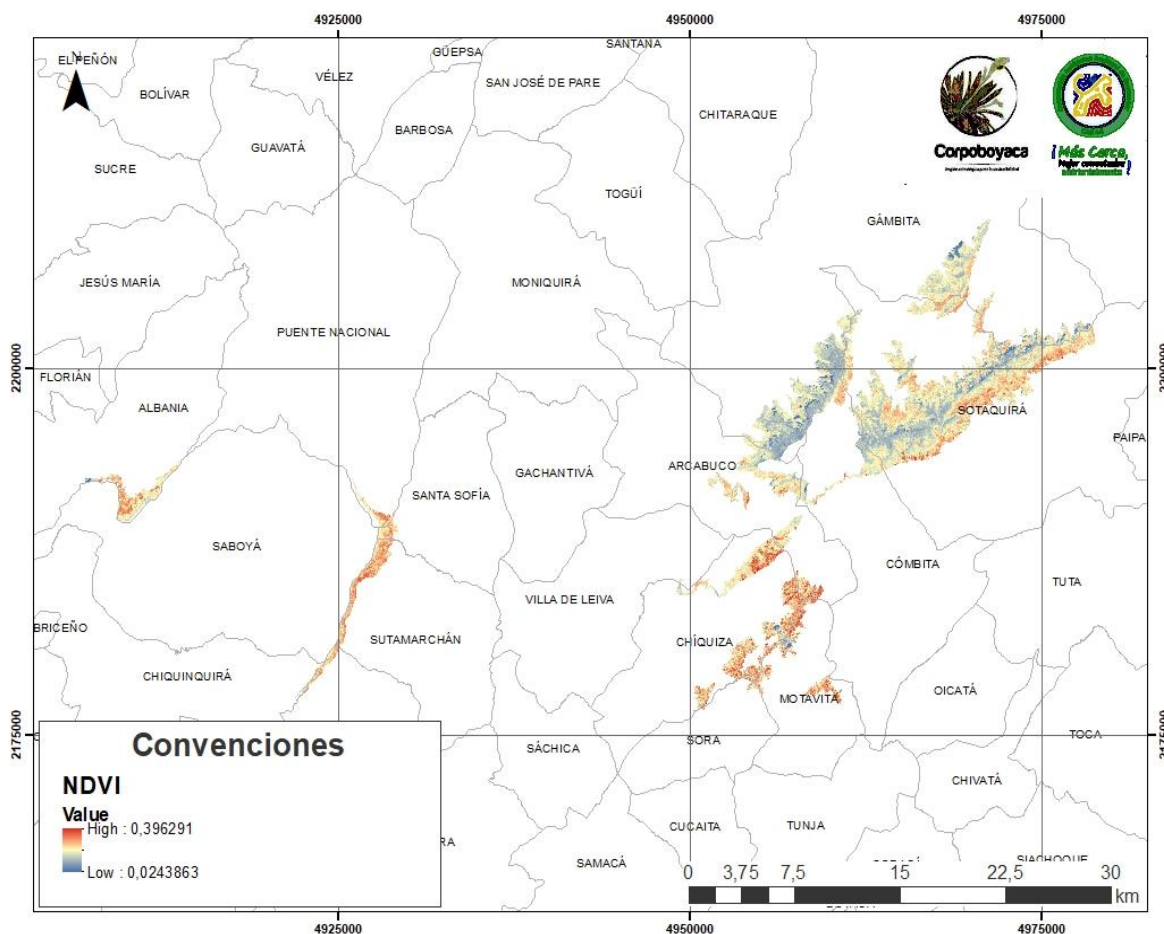
Existen prácticas de algunos agricultores que están rellenoando los bordes de la laguna de Funeque en dónde se encuentra el inicio del Río Suárez y de esta forma ampliar los predios dedicados a la agricultura lo que afecta notablemente el caudal y a los habitantes a lo largo de la cuenca. Los habitantes señalan que en esta región se utilizan con mayor frecuencia agroquímicos los cuales no cuentan con protocolo para el manejo adecuado ni para la correcta disposición final de los residuos generados que caen directamente al río (Corpoboyacá, et ál., 2015).

Por otro lado, las subcuencas más importantes son las del río Chulo, río Piedras y río Lenguaruco, los cuales son las zonas de aportación para acueductos veredales y acueductos municipales que se benefician del servicio hídrico que provee el ecosistema, cómo por ejemplo en Sotaquirá, Arcabuco, Gachantivá y Motavita, entre otros. Se encontraron áreas incluidas en los límites actuales de Páramo que no obtienen características fundamentales para presentar una función y servicio de forma ecosistémica debido al aumento en la degradación de sus componentes y unidades suministradoras.

Es importante que las corporaciones autónomas que presenten jurisdicción en el complejo y las alcaldías trabajen en conjunto, ya que el páramo no tiene en cuenta los límites y divisiones políticas y administrativas, ya que se evidencia en cierto modo que se presentan complicaciones en el momento de poder analizar la información o la información tiene vacíos; como es el caso de la información cartográfica.

Finalmente, se presenta los valores del índice de vegetación normalizado (NDVI) y su representación en el área de influencia; este indicador permite dar a conocer el estado de conservación de la vegetación, combinando las bandas 4 y 5 que hacen referencia al rojo visible y al infrarrojo cercano del espectro electromagnético del área de influencia (Jeevalakshmi, Reddy, & Manikiam, 2016). Así mismo, es importante mencionar que las áreas que más se acercan a valores de uno (1) son aquellas que su vegetación esta más sana y aquellas con valores cercanas a menos uno (-1) son aquellas que presentan una vegetación degradada o son tierras desnudas

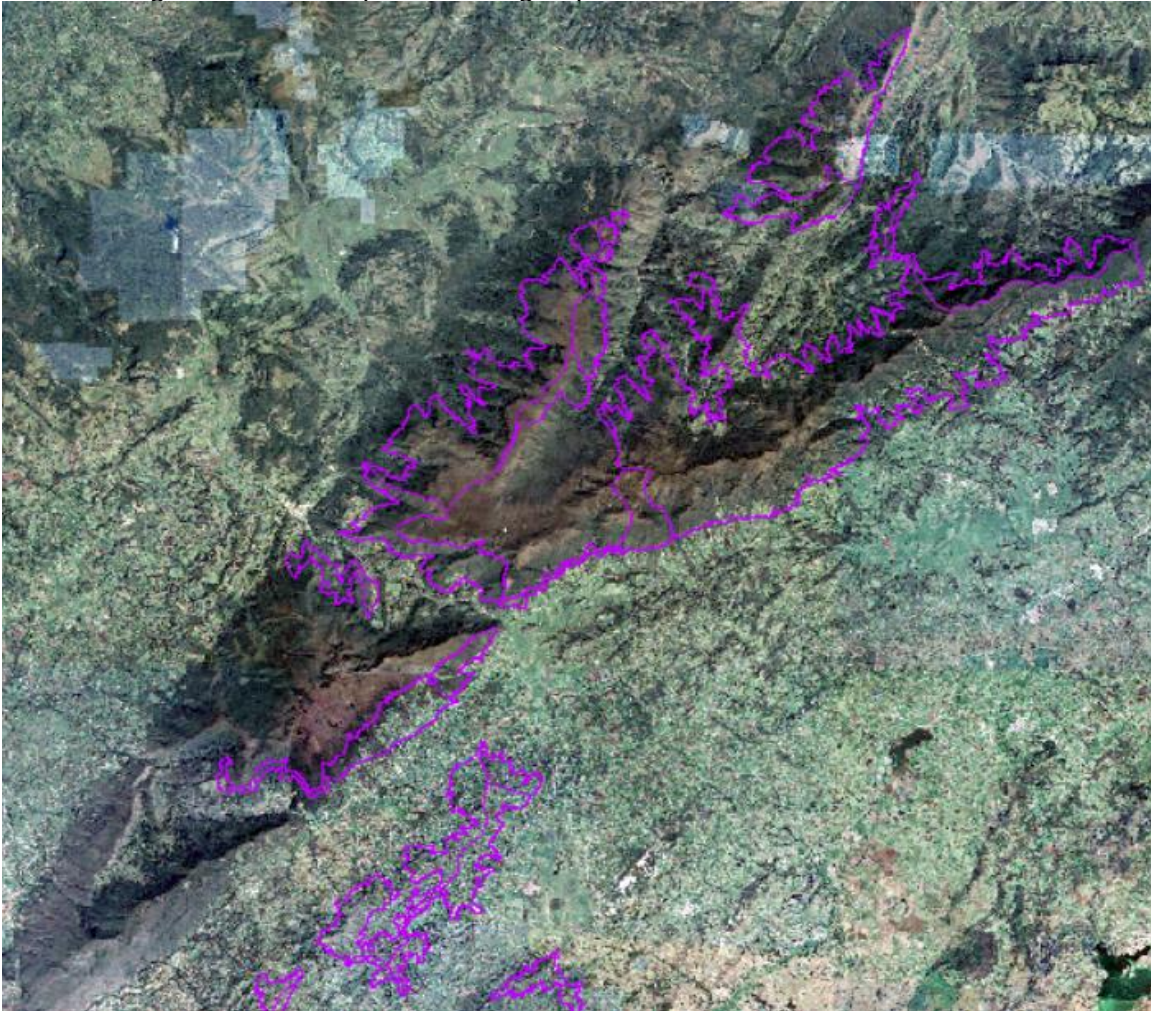
Figura 10. Índice de Vegetación Normalizada (NDVI)



En la figura 18 se representa temáticamente los valores de NDVI en el área de influencia. Vemos entonces que las zonas con la vegetación más sana se presentan en los municipios de

Sotaquita por la zona sur, Motavita, Chiquiza, Sutamarchan y Santa Sofia con valores de NDVI que oscilan entre 0,2 a 0,3. Por otro lado, los municipios que presentan un menor índice de vegetación son Sotaquirá y Arcabuco, con valores que oscilan entre 0,05 y 0,1 esto ya que son zonas de la parte alta de la montaña y presenta un suelo desnudo.

Figura 11. *Imagen satelital del páramo de Iguaque - Merchán*



Tomada de Software SAS PLANET.

En la figura 19 el polígono morado hace referencia a los límites del área de influencia. Si se compara esta imagen con la figura 18 se puede observar que existe concordancia de los valores

de NDVI en las zonas que no presentan vegetación sana o son suelos desnudos; como en el caso de las zonas de alta montaña, siendo estas zonas de afloramientos rocosos.

Nótese que en el área de influencia no se presenta valores de Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) negativos o por debajo de cero. Esto traduce que en términos generales la vegetación dentro del complejo es sana o se conserva en su mayoría. Sin embargo, aquellas áreas con valores bajos, exceptuando a las áreas de alta montaña, son zonas que presentan el fenómeno de expansión agropecuaria y áreas que fueron sometidas a extracción minera o vías de acceso.

Se cuenta con muy poca información sobre estos suelos, y para tener un análisis certero de los factores que afectan el crecimiento de vegetación se debe ir a campo y hacerlo durante un periodo de tiempo determinado, por ejemplo, temporada de estiaje y temporada de lluvia. Sin embargo, haciendo una revisión por medio de imágenes satelitales se puede decir que son suelos que no están destinados a actividad agropecuaria y minera, por su difícil acceso y características morfológicas. Estos suelos por sus características son suelos fluviales y zonas de recarga, por lo que su carencia de vegetación puede ser influenciada principalmente por falta de materia orgánica, ya que esta propiedad permite generar una mayor porosidad en el suelo y permite aumentar la infiltración del agua y reserva de agua de acuerdo con el estudio realizado por el instituto geográfico UNAM (Instituto de Geografía UNAM. Cd. Universitaria, Distrito Federal, México., 2008).

Por otro lado, otro factor que podría influenciar en la pérdida de cobertura del suelo es el clima, ya que son suelos que reciben constantemente precipitación y, por lo tanto, la lluvia va desgastando los suelos y generando erosión. Además, siendo una zona de alta pendiente las corrientes generan una mayor velocidad y fuerza lo que conlleva a un mayor arrastre de material.

4.3 Zonificación ambiental

4.3.1 Zonas en tránsito a la reconversión y sustitución

4.3.1.1 Modelo de usos de suelo 1. En el “Modelo de usos de suelo 1” (Apéndice B) arrojo tres resultados, siendo predominante las áreas naturales o que tienen otro tipo de uso de suelo con un área total de 10.203 Ha. Por otro lado, el modelo arrojo las áreas que tienen actividad agropecuaria introducida sobre zona de vegetación desde el año 2011 combinado con áreas que posiblemente hicieron un cambio de usos del suelo, con un área total de 3.195 Ha. Por otro lado, el modelo arrojo los usos del suelo antes del 11 de junio del 2011 con un área total de 2.560 Ha. Este último resultado genera cierto grado de duda ya que no se tiene la precisión exacta de que estas zonas empezaron a ejercer actividad agropecuaria antes de la fecha, ya que se trabajó con la capa de coberturas vegetales para el año 2009 de los POMCAS río Chicamocha alto y río Chicamocha medio y bajo Suarez.

Finalmente, se podría decir que este modelo no es suficiente para hacer la identificación de las áreas que se describen en la resolución MADS 0886 del 2018. Por lo tanto, se tuvo la necesidad de seguir aplicando otros modelos de usos del suelo; siendo este modelo el insumo principal para *los otros*.

4.3.1.2 Modelo de usos del suelo 2. El producto del “Modelo de usos del suelo 2” (Apéndice B) fue necesario para identificar en que áreas verdaderamente se empezaron a practicar actividades agrícolas a partir del 11 de junio del 2011 en adelante y cuales tuvieron un cambio de usos del suelo. Estos cambios de usos en su mayoría se reconvirtieron en áreas naturales teniendo un área total de 1.160,43 Ha.

Por otro lado, según el modelo se podría decir que las áreas en color azul son aquellas que iniciaron actividad agropecuaria a partir del 11 de junio del 2011 con un área total de 2.028,76 Ha condensándose en su mayoría por el nororiente del complejo de páramos en los municipios de Gambita, Sotaquirá y Arcabuco. Sin embargo, este resultado no es tan preciso ya que no se utilizó una cartografía exacta antes y después del 11 de junio del 2011. No obstante, haciendo un análisis de teledetección con imágenes satelitales de Google Earth se identificó que el modelo arroja buenos resultados.

4.3.1.3 Modelo de usos del suelo 3. El “Modelo de usos del Suelo 3” (Apéndice B) se aplicó para identificar las áreas donde se venía haciendo actividad agropecuaria antes del 11 de junio del 2011 pero que se encuentran en zonas con alto valor por sus servicios ecosistémicos. El modelo dio como resultado un área total de 2.428,9 Ha. Estas zonas son importantes identificarlas ya que están presente zonas de nacimientos de agua, humedales, rondas hídricas y áreas de importancia cultural como iglesias, escuelas, sitios de turismo ecológico, bocatomas de acueductos veredales, entre otros.

En el mapa de manantiales (Apéndice B) la capa de puntos hace referencia a la medición de acuíferos en Colombia (Servicio Geológico Colombiano, 2015). Como se puede observar no se encuentra ningún punto dentro del área de influencia del proyecto, sin embargo, es importante

mencionar que si se encuentran puntos cercanos. No obstante, dentro del modelo no se tuvo en cuenta estos puntos ya que el modelo ejecuta lo que está por dentro de los límites propuestos. Por lo tanto, esta variable se tiene que analizar por aparte.

Los Manantiales son manifestaciones hidrotermales donde nacen cuerpos de agua, en este caso no se registra ningún manantial dentro del área de influencia del proyecto, según lo reportado por el servicio geológico colombiano. Sin embargo, lo más probable es que existan manantiales que tengan influencia en un cuerpo de agua que transiten por el páramo de Iguaque – Merchán y que además se encuentren dentro del zonas con actividad agropecuaria; pero la forma correcta de corroborar esta información es haciendo una salida de campo en la zona.

Finalmente, como se puede observar en la figura 20 la representatividad de las áreas que se venían haciendo actividad agropecuaria antes del 11 de junio del 2011 pero que se encuentran en zonas con alto valor por sus servicios ecosistémicos no son tan significativas a simple vista pero que representan un gran valor identificarlas. Estas áreas representan un total de 132,25 Ha dentro del área de influencia del proyecto.

4.3.1.4 Zonificación de áreas en tránsito a la reconversión y sustitución. En el mapa de zonificación de áreas en tránsito a la reconversión y sustitución (Apéndice B) se observa el modelo de zonificación de las áreas en tránsito a la reconversión y sustitución como resultado de la unión de los “Modelos de usos del suelo 1, 2 y 3” y las áreas intervenidas por procesos de exploración y explotación de recursos minero energético.

Todas estas áreas que se observan en el mapa son parte de las áreas prioritarias para la reconversión y sustitución de actividades agropecuarias. En paralelo, esta categoría se divide en

subcategorías: zonas de sustitución prioritaria y zonas de reconversión y sustitución de los medios de vida de base agropecuaria.

En las zonas de sustitución prioritarias se encuentran las áreas con actividades agropecuarias introducidas desde el año 2011 en adelante, las áreas con actividades agropecuarias antes del 16 de junio del 2011 pero que se encuentran en zonas de alta importancia ambiental y las áreas que fueron intervenidas por procesos minero energético. Estas zonas tienen como uso permitido aquellas actividades no prohibidas expresadamente por el marco normativo y que supongan una modificación de la base natural.

En cuanto a la subcategoría de reconversión y sustitución de los medios de vida de base agropecuaria, estas áreas básicamente son aquellas donde se venía haciendo actividad agropecuaria antes del 16 de junio del 2011 y que están fuera de zonas con alto valor por sus servicios ecosistémicos. Estas áreas tienen como uso permitido la reconversión y sustitución gradual de sistemas agropecuarios.

4.3.2 Zonas prioritarias para su restauración ecológica

En el mapa de zonas prioritarias para su restauración ecológica (Apéndice B) se representan en polígono rojo las áreas prioritarias para la restauración ecológica. Dentro del complejo ocupa un área total de 2.191,88 Ha. Estas zonas, en su gran mayoría, han sido afectadas por actividad agrícola y ganadera, teniendo conflictos de usos del suelo en áreas pantanosas con cultivos permanentes y en pastos. Por otro lado, también se presentan degradación por sobreutilización severa y usos inadecuados en zonas quemadas, lo que conlleva a procesos de pérdida de áreas naturales y erosión del suelo. Por lo que estas zonas deben tener restauración activa y otros usos

no prohibidos dentro de un páramo salvo aquellos que no supongan una modificación de la base natural.

Por lo general estas zonas se representan en áreas donde se realiza actividad agropecuaria constantemente, por lo tanto, dentro del plan de manejo ambiental del páramo se debe considerar adquirir estos predios o en su defecto hacer campañas de concientización a las comunidades, con el fin de que se hagan buenas prácticas y minimizar los efectos de las actividades agropecuarias. Esto ya que también existen zonas donde colindan con el Santuario de Flora y Fauna de Iguaque y el Parque Natural Regional el Valle; siendo estos suelos de protección que están dentro de la categoría de áreas protegidas.

4.3.3 Áreas prioritarias para su preservación

En la imagen satelital tomada del software SAS PLANET sobreponiendo el modelo de áreas prioritarias para su preservación (Apéndice B) se puede apreciar que en el modelo para áreas prioritarias para su preservación se representan polígonos en zonas dedicadas a cultivos y ganadería; no siendo estas zonas áreas naturales, por lo que se identifica un error en el modelo.

Ante esto, se podría decir que en la mayoría de los casos los modelos no son perfectos, por lo que se deben hacer ajustes por parte del profesional o experto. En este caso, por medio de la teledetección se hizo una corrección especial a escala 1:25.000 y se eliminaron los polígonos que no concordaban con áreas naturales.

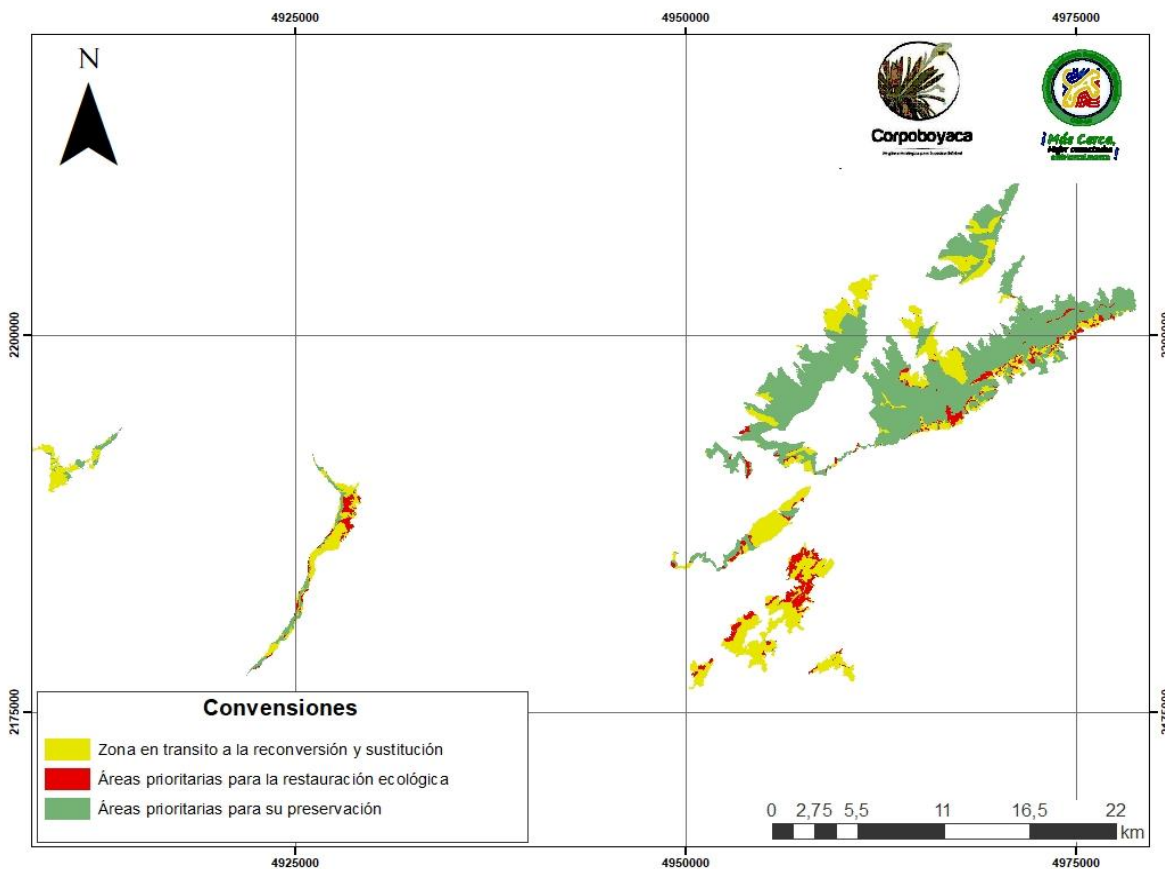
Una vez realizado la corrección espacial de las áreas que ya no son naturales se presenta en la figura 25 el modelo de áreas prioritarias para su conservación. Estas zonas tienen un área total de 8.624,09 Ha dentro del área de influencia.

Se resalta la presencia de las subcuencas río Lenguaruco, río Piedras y río Chulo que son las zonas de aportación de los acueductos veredales. Así mismo, en estas áreas se encuentran zonas de recargas por la cuenca del río Chicamocha parte alta, con un área total de 149,75 Ha y perteneciente al acuífero de Tunja. Por otro lado, dentro de las áreas de importancia cultural el modelo identifico una iglesia y el colegio técnico agropecuario Sote Panelas.

La cobertura natural que más tiene influencia en el páramo de Iguaque – Merchán es herbazal denso de tierra firme arbolado con un área total de 3.997,31 Ha; siendo esta vegetación característica de los páramos. Seguido, las otras coberturas influyentes son el bosque abierto bajo de tierra firme con un área total de 2.025,38 Ha y bosque alto de tierra firme con un área total de 1.394,68 Ha. Finalmente, los usos permitidos para estas áreas según la resolución MADS 0886 del 2018 son la restauración pasiva y preservación de cobertura vegetal natural presente.

4.3.4 Zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán

Figura 12. Modelo de zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán



La zonificación ambiental es una herramienta clave para la toma de decisiones en los instrumentos de planificación en áreas protegidas y ecosistemas estratégicos. El páramo de Iguaque Merchán es un ecosistema estratégico importante en la región, principalmente por su servicio de proveer agua a acueductos veredales y municipales. Por lo tanto, es importante homogenizar las zonas que se describen en la resolución MADS 0886 del 2018, en adelante la resolución, por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados.

De conformidad con el artículo 9 de la resolución donde se describe que se debe realizar el proceso de zonificación y determinación del régimen de usos de los páramos, en la figura 32 se representa cartográficamente las tres (3) categorías básicas para la zonificación ambiental de páramos en Colombia: aquellas áreas que en la actualidad tengan usos productivos y deban ser manejados con el fin de aportar al flujo de ecosistemas estratégicos, aquellas que no se encuentran bajo usos productivos pero que puedan de manera directa ser destinadas a la restauración ecológica o que debido a su estado de conservación puedan destinarse a la preservación.

El modelo de zonificación representa las áreas en tránsito a la reconversión y sustitución de actividades con un área total de 4.128,37 Ha. Es importante resaltar aquellas áreas que presentan actividades agropecuarias a partir del 11 de junio del 2011, ya que en la ley 1930 del 2018 en el capítulo III, artículo 14 es taxativa en que las autoridades ambientales deben hacer procesos de adquisición de estos predios y sustituir los usos y actividades que se realizan en estos suelos. Estos procesos deben regir de conformidad con lo establecido en el artículo 108 modificado por el artículo 174 de la ley 1753 de 2015 y el artículo 111 modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011.

Así mismo, las áreas prioritarias para su restauración ecológica cuentan con un área total de 2.191,88 Ha y estas zonas se relacionan en su gran mayoría con áreas que están en la categoría de sustitución y reconversión. Por último, las áreas prioritarias para su preservación por su estado de conservación cuentan con un área total de 8.454,46 Ha, siendo la representación de estas áreas importante para establecer acciones de vigilancia y control. Por lo tanto, se podría decir que existe un porcentaje significativo de área con actividad agropecuaria, las cuales deben ser sometidas a procesos de reconversión y sustitución.

4.4 Programas de manejo ambiental

Tabla 13. Programa de manejo ambiental 1: preservación y control

Programa 1: preservación y control

Objetivo	Descripción										
Minimizar los efectos de las presiones ejercidas por el sector agropecuario, por medio de acciones de preservación, control y seguimiento que contribuyan a la sostenibilidad y preservación de áreas con altos niveles de importancia ecosistémica dentro del páramo de Iguaque – Merchán delimitado.	crear un proyecto que permita la articulación interinstitucional, uniendo esfuerzos técnicos y financieros para incorporar la zonificación ambiental de la presente formulación de la propuesta de manejo ambiental en los diferentes instrumentos de planificación y ordenamiento como lo son: plan de ordenamiento territorial del municipio de los municipios presentes en el área de influencia, POMCAs de las cuencas ríos bajo y medio Suárez y río Chicamocha alto y demás instrumentos en la jurisdicción de Corpoboyacá y la CAS.										
Alcances esperados	Acciones										
Incorporación de la zonificación ambiental del páramo de Iguaque – Merchán como una herramienta determinante ambiental en los instrumentos de planificación y Ordenamiento. Así mismo, para la toma de decisiones.	• Compartir información técnica, económica, social, ambiental y cartográfica entre las instituciones de los estudios relacionados directamente con el páramo de Iguaque – Merchán y de la recolección de información primaria en campo. • Desarrollo de reuniones de coordinación entre las instituciones para de establecer cómo se incorporará la zonificación en cada instrumento de planificación.										
Indicador de seguimiento	Metas y cronograma										
Porcentaje de avance en la articulación interinstitucional De la información entre la Corporación autónoma regional de Boyacá y la corporación autónoma de Santander.	<table><tr><th>Año 1</th><th>Año 2</th><th>Año 3</th><th>Año 4</th><th>Año 5</th></tr><tr><td></td><td>10%</td><td>30%</td><td>70%</td><td>100%</td></tr></table>	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5		10%	30%	70%	100%
Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5							
	10%	30%	70%	100%							

Tabla 14. *Programa de manejo ambiental 2: educación ambiental*

Programa 2: Educación ambiental	
Objetivo	Descripción
Implementar un programa interinstitucional que articule la educación ambiental con los actores sociales y económicos del páramo de Iguaque – Merchán, esto con el propósito de hacer sensibilización sobre la importancia del ecosistema estratégico, los bienes y servicios que provee y la necesidad de preservarlo y recuperar áreas degradadas e impactadas por la actividad agropecuaria y minera.	El programa está orientado para la generación actual y futura para que adquieran conocimiento y conciencia ambiental.
Alcances esperados	Acciones
- Habitantes de la zona de influencia conocedores de las características, zonas, bienes y servicios ecosistémicos y usos prohibidos dentro del Páramo de Iguaque – Merchán. - Comunidad local con conocimiento y sensibilizada sobre la importancia de la	- Adecuación de la estrategia de educación y divulgación, dirigida a los actores involucrados en el páramo. - Diseño de materiales necesarios para el proceso educativos y divulgativo. - Coordinación con instituciones educativas de la región del páramo de Iguaque – Merchán. - Realización de talleres y jornadas de sensibilización en escuelas y colegios, con la participación de estudiantes, profesores y padres de familia. - Desarrollo de eventos culturales – ambientales como caminatas ecológicas y avistamientos de fauna silvestre para que se cree sentido de pertenecía hacia la biodiversidad.

Programa 2: Educación ambiental

conservación y la
necesidad de hacer uso
adecuado de los recursos
naturales del páramo.

- Material educativo
disponible para ser
utilizado en las diferentes
actividades educativas.

Indicador de seguimiento

Metas y cronograma

Programa de educación ambiental

implementado y en ejecución.

Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
1	1	1	1	1

5. Conclusiones

Se concluye que se lograron cumplir los objetivos planteados, sin embargo, se tuvo que hacer uso únicamente de información secundaria para poder realizar el diagnóstico y la síntesis del diagnóstico. Así mismo, la zonificación ambiental se construyó en base a la caracterización biofísica y socioeconómica del área de influencia en base a información secundaria.

Se resalta la recopilación de las GDBs da la cartografía base del IGAC, de los estudios de ETESA local y regional del Páramo de Iguaque – Merchán y de los POMCAs del Río Chicamocha parte alta y rio medio y bajo Suárez, para la elaboración del material cartográfico y temático del área de influencia. De igual manera, la zonificación se construyó en base a esta información secundaria suministrada principalmente por Corpoboyacá y la CAS. Por lo tanto, el análisis de

información secundaria fue fundamental para seleccionar los estudios e instrumentos pertinentes y cumplir con los objetivos propuestos.

En cuanto a los modelos de usos del suelo, se debe mejorar la parte del análisis de coberturas vegetales en concordancia con lo que describe la resolución MADS 0886 del 2018, es decir, que haya una mayor presión en el análisis del cambio de cobertura entre las fechas antes del 11 de junio del 2011 y a partir del 11 de junio del 2011; así poder establecer los usos del suelo con una mayor precisión. Sin embargo, revisando el modelo con la técnica de teledetección por medio de imágenes satelitales de las dos temporalidades, se puede concluir que el modelo fue exitoso. Por lo tanto, se establecieron las áreas que se describen en los criterios mínimos de zonificación de la resolución 0886 del 2018.

Se destaca el estado de conservación del páramo de Iguaque – Merchán, no obstante, se evidencia una transformación de cobertura natural en las dos temporalidades (antes del 2011 y después del 2011). Esto se debe a la extensión de las fronteras del sector agropecuario y actividades del sector minero. Arcabuco, siendo el municipio con la vegetación más sana y su biodiversidad mejor conservada, este territorio también está siendo afectado por este fenómeno; siendo la actividad agrícola la fuente principal económica. Por lo tanto, esta zona debe ser tenida en cuenta por las autoridades ambientales para establecer acciones de preservación y control y, así mismo, promover el ecoturismo como actividad principal en la zona.

En las cúspides de las montañas del páramo de Iguaque – Merchán las autoridades deben establecer acciones de seguimiento y monitoreo constante, acompañado de programas de conservación y revegetación, ya que haciendo el análisis de índice de vegetación normalizada (NDVI) estas zonas presentan valores bajos de vegetación sana, además, complementando con un trabajo de teledetección con imágenes satelitales se percibe que son suelos desnudos o sin

vegetación. Por lo tanto, son áreas que son fundamentales ya que son suelos aluviales y zonas de recarga hídrica y se deben.

Se debe prestar importancia en las zonas que son prioritarias para su reconversión y sustitución de actividades, ya que son suelos que se están siendo destinados a actividad agropecuaria y de extracción de materiales; estas son actividades de gran impacto y la resolución 0886 del 2018 prohíbe estos usos dentro de los límites de páramos en Colombia. Por lo tanto, las autoridades ambientales deben tener un acercamiento con la población y hacer adquisición de predios en el caso de que la actividad agropecuaria se esté ejerciendo a partir del 11 de junio del 2011 en estos suelos o, en su defecto, hacer concientización ambiental, ya que están siendo impactados los bienes y servicios ecosistémicos que provee el páramo, resaltando el suministro de agua y regulación hídrica para la región.

En cuanto al componente de fauna, a pesar de la búsqueda exhaustiva no se evidencio mucha información de mamíferos y reptiles. En los POMCAs existe información dispersa y en el estudio de caracterización biótica del páramo de Iguaque – Merchán, no se evidencia mucha información, lo cual no permite hacer realizar un listado potencial de especies para la zona.

Por otro lado, se debe corroborar la información en campo del modelo de zonificación ambiental y así poder hacer los ajustes necesarios ya que esta zonificación es un insumo para la zonificación ambiental definitiva del Plan de Manejo Ambiental del páramo de Iguaque – Merchán formulado por la empresa consultora Valoración económica Ambiental.

Finalmente, se podría decir que únicamente se trabajó con información secundaria ya que hubo retrasos en el plan de trabajo del proyecto y no se pudo hacer visita a campo y recolectar información primaria. Esto debido a que se presentaron inconvenientes contractuales entre la empresa y la corporación autónoma regional de Boyacá.

Referencias

- Alcaldía mayor de Bogotá. (2008). Plan de Gestión Ambiental del distrito Capital P.G.A.
- ANLA. (Julio de 2018). Guía para la definición, identificación y delimitación del área de influencia.
- ANLA. (s.f.). Glosario de Términos Licenciamiento Ambiental. Obtenido de <https://www.anla.gov.co/glosario-de-terminos-de-licenciamiento-ambiental>
- ANLA. (s.f.). Sistema de Información Geográfica. Obtenido de ANLA: <https://www.anla.gov.co/entidad/subdirecciones-y-oficinas/instrumentos-permisos-y-tramites-ambientales/sistema-de-informacion-geografica>
- Buzai, G. D. (2015). Geografía, Geotecnología y análisis espacial. Geografía, Geotecnología y análisis espacial.
- Camara de comercio de Duitama. (2018). Caracterización socioeconómica y empresarial .
- CAR y Universidad del Tolima. (Octubre de 2012). Plan de manejo de la reserva forestal protectora páramo de Guargua y Laguna Verde y los distritos de manejo integrado páramo de Guerrero y páramo de Guargua y Laguna Verde.
- CAS, MINAMBIENTE, MINHACIENDA, Corpoboyacá, y CAR. (2015). Actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrigráfica del río Chicamocha parte alta.
- CMGRD. (Octubre de 2013). Plan municipal de gestion del riesgo de desastres, (pmgrd- cómbita).
- Congreso de la republica de Colombia . (1991). Constitución Política de Colombia . Obtenido de <http://secretariasenado.gov.co/index.php/constitucion-politica>
- Congreso de la república de Colombia. (2018). Ley 1930 de 2018. Ley 1930 por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.
- Corpoboyacá. (2021). Plan de Gestión Ambiental Regional. Boyacá.

Corpoboyacá, CAR, CAS, y MINHACIENDA, (2015). POMCA Río medio y bajo Suarez.

Corporación Autónoma Regional de Boyacá. (s.f.). Sistema Regional de Áreas Protegidas -

COPOBOYACÁ.

Obtenido

de

<https://www.corpoboyaca.gov.co/sirap/?s=de+p%C3%A1ramo>

Corporación autónoma regional de Boyacá-Corpoboyacá, (2015). Estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la identificación y delimitación del complejo Iguaque - Merchán a escala 1:25.000 (Entorno Local).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (s.f.). Glosario de Terminos Ambientales.

Obtenido de <https://www.car.gov.co/vercontenido/2215>

ESRI. (s.f.). ArcMap Desktop. Obtenido de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/geodatabases/what-is-a-geodatabase.htm>

Hidroeléctrica Pescadero Ituango. (31 de 08 de 2007). Empresas Publicas de Medellin. Obtenido de

https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/Ituango/EIA_Zonificacion_ambiental.pdf

IDEAM. (2012). Catálogo de patrones de coberturas de la tierra colombia .

IGAC. (s.f.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Obtenido de

<https://www.igac.gov.co/es/ide/datos-e-informacion/cartografia>

Instituto Alexander von Humboldt. (2007). Atlas de páramos de Colombia.

Instituto Alexander von Humboldt. (2020). Estado de conservación de los páramos en Colombia.

Obtenido de <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap1/101/#seccion1>

Instituto Alexander von Humboldt. (2020). Reporte Humboldt. Obtenido de

<http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/cap1/101/>

Instituto de Geografía UNAM. Cd. Universitaria, Distrito Federal, México. (2008). Impacto de la pérdida de la vegetación sobre las propiedades de un suelo aluvial.

Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. (2015). Caracterización biótica del complejo de páramos Iguaque - Merchán en la jurisdicción de Coporboyacá y CAS.

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2015). Caracterización Biótica del complejo de páramos Iguaque - Merchán en jurisdicción de CORPOBOYACÁ Y CAS.

Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, CORPONARIÑO. (Febrero de 2009). Plan de Manejo Ambiental del Páramo de Chiles.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi . (14 de Mayo de 2020). Resolución No. 471 de 2020.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2014). Metodología para clasificación de las tierras por su capacidad de uso.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2016). Cartografía Base de Colombia.

Instituto SENA. (2018). Análisis de matriz de pertinencia 2018.

Jeevalakshmi, D., Reddy, S. N., y Manikiam, B. (2016). Clasificación de la cobertura terrestre basada en NDVI utilizando series temporales LANDSAT8: un estudio de caso de la región de Tirupati.

Kubr, M. (1997). La consultoría de las empresas: guía para la profesión. Organización Internacional del Trabajo

Marín, C., y Parra, S. (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. Obtenido de Páramos vivos (Colección). Bitácora de flora. Guía visual de plantas de páramos en Colombia: <http://www.humboldt.org.co/es/estado-de-los-recursos-naturales/item/744-param->

vivos#:~:text=Se%20estima%20que%20en%20los,5%25%20del%20territorio%20nacion
al%20continental.

Meinzer, F., Goldstein, G., y Rada, F. (1994). Tropical alpine environments: plant, form and function.

MIMANBIENTE. (2018). Resolución 0886 de 2018. Resolución 0886 de 2018 Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones.

MINAMBIENTE. (s.f.). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://ambientebogota.gov.co/fauna-silvestre>

MINHACIENDA, MINAMBIENTE, y Corpoboyacá. (2015). Actualización del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río alto chicamocha –nss (2403-01).

Ministerio de ambiente. (s.f.). Minambiente sitio web. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemicos/paramos/>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2016). Resolución número 1555. Resolución número 1555 de 2016, por medio de la cual se delimita el Páramo Iguaque - Merchán y se adoptan otras determinaciones.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Elaboración del mapa nacional de humedales Versión 3(v3) a escala 1:100.000, a partir de los aportes de los institutos de investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). Resolución 0839 .

Parques Nacionales Naturales de Colombia . (2017). Plan de Manejo del santuario de flora y fauna del páramo de Iguaque.

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2020). Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP.

Real Academia Española. (s.f.). Diccionario de la Lengua Española. Obtenido de <https://dle.rae.es/pertinente>

Rodriguez Gamiño, M. d., y López Blanco , J. (2006). Caracterización de unidades biofísicas a partir de indicadores ambientales en Milpa Alta, Centro de México. Scielo.

Rundel, P. (1994). Tropical alpine environments: plant, form and function.

Secretaría del Medio Ambiente. (s.f.). Gobierno de la ciudad de Mexico. Obtenido de <https://www.claraboya.com.mx/glosario-definicion/Actividades%20econ%C3%B3micas#:~:text=Actividades%20econ%C3%B3micas%20Una%20actividad%20econ%C3%B3mica%20es%20cualquier%20actividad,y%20contribuyen%20fuertemente%20a%20la%20econom%C3%ADa%20de%20ella.>

Servicio Geológico Colombiano. (2015). Manifestaciones Hidrotermales.

SIRAP - Corporación Autónoma Regional de Boyacá . (s.f.). Sistema Regional de Áreas Protegidas - SIRAP .

Sistema de información ambiental de Colombia. (s.f.). SIAC. Obtenido de Páramos: <http://www.siac.gov.co/Paramos>

Tierra Colombiana Org. (s.f.). Corporaciones Autónomas Regionales de Colombia. Obtenido de <https://tierracolombiana.org/corporaciones-autonomas-regionales-de-colombia/>

Unidad de planificación Rural Agropecuaria. (s.f.). UPRA. Obtenido de Glosario : <https://www.upra.gov.co/atencion-al->

ciudadano/glosario#:~:text=Actividad%20agropecuaria%3A%20actividad%20productiva%20primaria%20de%20bienes%20econ%C3%B3micos%2C,y%20animales%20incluyen do%20su%20reproducci%C3%B3n%2C%20mejoramiento%20y%20Fo%20crecimiento.

Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano . (2018). Evaluación de impacto ambiental para el área de explotación minera bloque jg7-16511 para material de arrastre –boyacá. Capítulo 6. Zonificación ambiental. Bogotá, Colombia.

Vargas Ríos, O. (2022). Bases ecológicas y sociales para la restauración de los páramos. Facultad de ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

von Humboldt. (s.f.). Glosario de Biodiversidad. Obtenido de <http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/glosario>